



กรมชลประทาน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คู่มือการออกแบบ
ระบบชลประทานในแปลงนา

ดำเนินการโดย
คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา

คำนำ

เอกสารคู่มือการออกแบบระบบชลประทานในแปลงนา เป็นเอกสารทางวิชาการเรื่องหนึ่งที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นคู่มือสำหรับ วิศวกร และนายช่างที่ปฏิบัติงานในกรมชลประทานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะได้ใช้เป็นเอกสารสำหรับการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และให้เป็นแนวทางเดียวกันตามวัตถุประสงค์ของกรมชลประทานที่ต้องการให้มีการกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ ขึ้น

คณะทำงานขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้เอกสารชุดนี้มีความสมบูรณ์

คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐาน
ระบบชลประทานในแปลงนา

เรียน ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

ตามคำสั่งของคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานที่ 33/2544 เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำแบบมาตรฐานงานระบบชลประทานในแปลงนา นั้น บัดนี้ คณะกรรมการจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา ได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป



(นายฉัตรวุฒิ วงศ์แสนสุข)

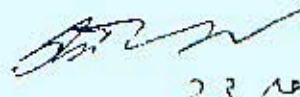
ประธานคณะกรรมการจัดทำแบบมาตรฐาน

ระบบชลประทานในแปลงนา

20 ก.ย. 2545

เรียน อรช.

เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ



23 ก.ย. 2545

(นายฉัตรวุฒิ วงศ์แสนสุข)

รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ

ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

อนุมัติ



(นายกิจจา ผลภายี)

อธิบดีกรมชลประทาน

23 ก.ย. 2545



คำสั่งกรมชลประทาน

ที่ ข. 502/2544

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

เพื่อให้การจัดทำแบบก่อสร้างที่ใช้ดำเนินการของโครงการชลประทานทั่วประเทศ เป็นมาตรฐานเดียวกัน และเพื่อปรับปรุงแบบมาตรฐานเดิมที่ยังใช้ปฏิบัติงานอยู่ตามนโยบายของกรมชลประทานให้สามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน ประกอบด้วย

- | | |
|--|---------------------|
| 1. นายมนต์เชียร กังคศิเทียม
รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ | ประธานคณะกรรมการ |
| 2. นายเสวต ดันพลรัตน์
ผู้อำนวยการสำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | รองประธานคณะกรรมการ |
| 3. นายสุรพล ชุนทะวัต
ผู้เชี่ยวชาญวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านออกแบบและคำนวณ)
กลุ่มงานด้านออกแบบและคำนวณ | กรรมการ |
| 4. นายบุญธรรม ศิริชัย
ผู้เชี่ยวชาญวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านออกแบบและคำนวณ)
กลุ่มงานด้านออกแบบและคำนวณ | กรรมการ |
| 5. นายเผ่าพงศ์ การะรัมย์
ผู้เชี่ยวชาญวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านออกแบบและคำนวณ)
กลุ่มงานด้านออกแบบและคำนวณ | กรรมการ |

- | | |
|---|----------------------------|
| 6. นายวิเชียร อนุตรโสทธิ
ผู้เชี่ยวชาญวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านออกแบบและคำนวณ)
กลุ่มงานด้านออกแบบและคำนวณ | กรรมการ |
| 7. นายประวิทย์ ตูลาพันธุ์
ผู้เชี่ยวชาญวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรมโยธา
(ด้านออกแบบและคำนวณ)
กลุ่มงานด้านออกแบบและคำนวณ | กรรมการ |
| 8. นายใบ โอภาสวงศ์
วิศวกรโยธา 8 วช.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 9. นายวิบูลย์ น้อยเสมอ
วิศวกรโยธา 8 วช.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 10. นายจิตร พรคุณธรรม
วิศวกรโยธา 8 วช.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 11. นายสมบุรณ์ ฉันทานุศาสตร์
วิศวกรโยธา 8 วช.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 12. นางอารยา จันทราวรรณ
สถาปนิก 8 วช.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการ |
| 13. นายสาริต มณีผาย
วิศวกรโยธา 7 วช.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการและเลขานุการ |
| 14. นายอุดร ชะศรีรัตนกุล
วิศวกรโยธา 6 ว.
สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม | กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ |

ให้คณะกรรมการมีหน้าที่ ดังนี้

1. พิจารณาแบบด้านวิชาการต่างๆ เพื่อกำหนดเป็นแบบมาตรฐานของกรมชลประทาน
 2. จัดทำคู่มือพร้อมเกณฑ์ข้อกำหนดต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ
 3. แต่งตั้งคณะทำงานในด้านต่างๆ เพิ่มเติมตามความเห็นสมควร
- ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2544



(นายกิจจา ผลภาษี)

อธิบดีกรมชลประทาน



คำสั่งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน
ที่ 33/2544
เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานงานด้านต่าง ๆ

อนุสาคำสั่งกรมชลประทาน ที่ ข. 502/2544 ลงวันที่ 11 พฤษภาคม 2544 ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานไว้แล้วนั้น

เนื่องจากปริมาณงานการดำเนินการจัดทำแบบมาตรฐานในด้านต่าง ๆ มีเป็นจำนวนมากและต้องการความเชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะของงานนั้น ๆ จึงแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานตามลักษณะงานในด้านต่าง ๆ แบ่งเป็น 10 คณะทำงาน ดังนี้

1. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนกั้นก้นน้ำและอาคารประกอบ ประกอบด้วย

1. นายมนเชิธร กังคศิเทียม	รชว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเศวต ฉันทสิทธิ์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายประวิทย์ คุลาพันธุ์	วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายมานพ บุญยประสิทธิ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
5. นายสุรสิทธิ์ อินทรประชา	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
6. นายธนาปนา วาทิน	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
7. นายสมเกียรติ ตั้งจิตพร	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
8. นายพัลลภพงษ์ เปรมศรี	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

- 1.1 เขื่อนดิน
- 1.2 เขื่อนหิน
- 1.3 เขื่อนคอนกรีตบดอัดแน่น
- 1.4 เขื่อนคอนกรีต
- 1.5 อาคารประกอบ ได้แก่
 - 1.5.1 อาคารระบายน้ำล้น (Spillway)
 - 1.5.2 อาคารทอส่งน้ำ (Outlet และ River Outlet)
 - 1.5.3 อาคารระบายน้ำล้นฉุกเฉิน (Emergency Spillway)

2. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานเขื่อนทดน้ำ ฝ่าย และอาคารประกอบ ประกอบด้วย

1. นายมนต์เชียร กังสศิริเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ตันพลีรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายบุญธรรม ศิริชัย	วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายวิรัตน์ นาคเรือง	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
5. นายคุณภี พงศ์พิสิษฐ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
6. นายไพศาล แสงจินดา	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
7. นายไสรจจะ นวลอยู่	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
8. นายสมชัย สันติรงยุทธ	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
9. นายจิรพงศ์ กวิตประนาม	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
10. นายพิเชษฐ์ ศุภฤกษ์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
11. นายสมหมาย ม่วงไหม	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
12. นายธวัช ธวัชศิริโรจน์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
13. นายสมพิตร พงศ์ชัยกรู	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
14. นายธีระศักดิ์ ทองศิริ	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

- 2.1 เขื่อนทดน้ำ/เขื่อนระบายน้ำ
- 2.2 ฝ่าย
- 2.3 ประตูระบายน้ำ
- 2.4 อุโมงค์ส่งน้ำ

3. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ ประกอบด้วย

1. นายมนต์เชียร กังสศิริเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ตันพลีรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายวิบูลย์ น้อยเสมอ	วิศวกรโยธา 8 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายบุญสนอง สุชาติพงศ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
5. นายแก้ว ไตรโสรัส	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
6. นายบวร ปริยวงศ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
7. ว่าที่ ร.ต. สุนทร เพชรประดิษฐ์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
8. น.ส. อุไรรัตน์ จงก้องเกียรติ	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

3.1 ระบบส่งน้ำ

- 3.1.1 การกำหนดรายละเอียดพื้นที่ส่งน้ำ
- 3.1.2 ค่าชลการะ
- 3.1.3 การส่งน้ำ ด้วยระบบแรงโน้มถ่วง (Gravity)
- 3.1.4 การส่งน้ำด้วยระบบท่อรับแรงดันสูง

3.2 ระบบระบายน้ำ

- 3.2.1 การกำหนดรายละเอียดพื้นที่ระบายน้ำ
- 3.2.2 Drainage Modulus
- 3.2.3 ระบายน้ำ ด้วยระบบแรงโน้มถ่วง (Gravity)

4. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานอาคารในระบบส่งน้ำและระบบระบายน้ำ ประกอบด้วย

1. นายมณเฑียร กังสกิจเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ตันพลรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายสุรพล ชุมพะวัด	วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายวิเชียร อนุตรโสคติ	วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	คณะทำงาน
5. นายทวีวัช ละอองนวลพานิช	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
6. นายกนก หาญชนบท	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
7. นายวิจิต อุดมรัตนศิริ	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
8. นายพรพจน์ ป่านแก้ว	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

4.1 อาคารในระบบส่งน้ำ

- 4.1.1 ประดูระบายน้ำปากคลอง
- 4.1.2 อาคารอัดน้ำ
- 4.1.3 อาคารน้ำตก
- 4.1.4 อาคารรางเท
- 4.1.5 อาคารท่อลอดถนน
- 4.1.6 อาคารท่อลอดห้วย

4.1.7 อาคารสะพานน้ำ

4.1.8 อาคารทิ้งน้ำ

4.1.9 อาคารประตูละบายปลายคลอง

4.1.10 อาคารระบายน้ำป่า

4.1.11 อาคาร Overchute

4.1.12 อื่นๆ

4.2. อาคารในระบบระบายน้ำ

4.2.1 อาคารประตูละบายปากคลอง

4.2.2 อาคารน้ำตก

4.2.3 อื่นๆ

5. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานโครงการชลประทานขนาดเล็กเร่งด่วน ประกอบด้วย

1. นายมณเฑียร กังสศิริเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ดันพลีรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายจิตร พรคุณธรรม	วิศวกรโยธา 8 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายไพศาล แสงจินดา	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
5. นายบวร ปรีวงศ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
6. นายทวีวัช ละอองนวลพานิช	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
7. นายภาณุพันธ์ อางสาลี	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
8. นายไกรฤกษ์ อินทร์ชนะนันท์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

5.1 ประเภทอ่างเก็บน้ำ

5.2 ประเภทฝาย

5.3 ประเภทประตูละบายน้ำ

5.4 ประเภทชุดสระ/บึง

6. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐาน ระบบชลประทานในแปลงนา ประกอบด้วย

1. นายมณเฑียร กังสศิริเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ดันพลีรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายไพบ โสภาสงส์	วิศวกรโยธา 8 วช	ประธานคณะทำงาน

4. นายสุทธิชัย พุทธิรัตน์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการ
5. นายรังสรรค์ จินจาคม	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการ
6. นายยุทธนา จิตวรานนท์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการ
7. นายณัฐวุฒิ วงศ์แสนสุข	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการ
8. นายอภิรัตน์ สุขेम	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการ
9. นายชวลิต ปรีกัโสง	วิศวกรโยธา 6 ว	คณะกรรมการ
10. นายวีระศักดิ์ ดันชูวงศ์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

6.1 ระบบในแปลงนา

6.1.1 การกำหนดรายละเอียดพื้นที่ในแปลงนา

6.1.2 ชลภาวะ

6.1.3 ส่งน้ำด้วยระบบแรงโน้มถ่วง (Gravity)

6.1.4 ส่งน้ำด้วยระบบท่อ

6.2. อาคารในคูน้ำ

6.2.1 อาคารท่อน้ำ

6.2.2 อาคารน้ำตก

6.2.3 อาคารอัดน้ำ

6.2.4 อาคารสะพานน้ำ

6.2.5 อื่นๆ

7. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานงานสถาปัตยกรรม ประกอบด้วย

1. นายมนต์ชัย กังสศิริเทียม	รชว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ดันพลรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นางอารยา จันทรวรรณ	สถาปนิก 8 วช	ประธานคณะกรรมการ
4. นางศิริลักษณ์ พยัคมนันทน์	สถาปนิก 7 วช	คณะกรรมการ
5. นายสุเทพ สมเจริญ	สถาปนิก 7 วช	คณะกรรมการ
6. นายวิญญู เขียวทิม	นายช่างโยธา 6	คณะกรรมการ
7. นายธีระพล วีระพานิช	นายช่างศิลป์ 6	คณะกรรมการ
8. นายเอกชัย ยอดยิ่ง	ช่างก่อสร้างชั้น 4	คณะกรรมการ
9. น.ส.มนสิการ ปานิสวัสดิ์	สถาปนิก 7 วช	คณะกรรมการและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของงานสถาปัตยกรรมดังนี้

7.1 งานอาคารสถาปัตยกรรม

- 7.1.1 อาคารสำนักงานทุกประเภท
- 7.1.2 อาคารที่พักอาศัยทุกประเภท
- 7.1.3 อาคารโรงซ่อมบำรุงทุกประเภท
- 7.1.4 อาคารคลังพัสดุทุกประเภท
- 7.1.5 อาคารทดลองดินทุกประเภท
- 7.1.6 อาคารควบคุม (Control House) ทุกขนาด
- 7.1.7 อาคารสื่อสาร
- 7.1.8 อาคารเอนกประสงค์
- 7.1.9 อาคารคลังน้ำมัน
- 7.1.10 ป้อมยาม
- 7.1.11 เสาธง
- 7.1.12 ป้าย
- 7.1.13 อื่นๆ

7.2 งานภูมิสถาปัตยกรรม

- 7.2.1 ผังบริเวณโครงการทุกประเภท
- 7.2.2 ผังภูมิสถาปัตยกรรม

7.3 งานมณฑปศิลปะ

7.4 งานช่างศิลป์

7.5 งานมาตรฐานการเขียนแบบงานสถาปัตยกรรม

8. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานงานวิศวกรรมโครงสร้าง ประกอบด้วย

1. นายมณเฑียร กังสศิริเทียม	รชว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ดันพลรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายเผ่าพงศ์ การะรัมย์	วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายสาธิต มณีผาย	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
5. นายสมพิตร พงษ์ชัยกรุง	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
6. น.ส.อุไรรัตน์ จงก้องเกียรติ	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงาน
7. นายประวิตร ปิาวัดนพานิช	วิศวกรโยธา 6 ว	คณะทำงาน
8. นายชุตินทร เพ็ชรไชย	วิศวกรโยธา 5	คณะทำงาน
9. นายธีระจิต จิตรากรณ์	วิศวกรโยธา 5	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

- 8.1 ถนน และพนักกันน้ำ
- 8.2 สะพาน
- 8.3 อาคารทุกชนิดที่ผลิตโดยฝ่ายสถาปัตยกรรม
- 8.4 อาคารสร้างบนดินอ่อน
- 8.5 เขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำ
- 8.6 โรงสูบน้ำ
- 8.7 ถังเก็บน้ำและถังกรองน้ำ
- 8.8 อื่นๆ

9. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานบานระบายและเครื่องกลไก

1. นายมณเฑียร กังสศิริเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ดันพลีรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายบรรพต ทองใบ	วิศวกรโยธา 8 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายวีระศักดิ์ ภูกานันท์	วิศวกรโยธา 4	คณะทำงาน
5. นายรังษี เพื่องรอด	วิศวกรเครื่องกล 6 ว	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

- 9.1 บานระบายชนิดต่างๆ
- 9.2 เครื่องก้วานชนิดต่างๆ
- 9.3 อื่นๆ

10. คณะทำงานจัดทำแบบมาตรฐานรายละเอียดคุณลักษณะทางวิศวกรรม ประกอบด้วย

1. นายมณเฑียร กังสศิริเทียม	รทว.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
2. นายเสวต ดันพลีรัตน์	ผส.อบ.	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
3. นายสมบุรณ์ จันทานุศาสน์	วิศวกรโยธา 8 วช	ประธานคณะทำงาน
4. นายวินิตย์ ขลาชนานนท์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
5. นายก่อศักดิ์ สุภฤกษ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะทำงาน
6. นายจรัส เล้าโสภากิรมย์	วิศวกรโยธา 7 วช	คณะทำงานและเลขานุการ

รับผิดชอบดำเนินการแบบมาตรฐานของอาคารดังนี้

- 10.1 กำหนดคุณลักษณะทางวิศวกรรม
- 10.2 เอกสาร TOR ประกอบการจ้างสำรวจออกแบบ

ให้คณะทำงานทุกคณะมีหน้าที่ ดังนี้

1. รวบรวม พิจารณา ปรับปรุงแบบมาตรฐานตามลักษณะงานที่รับผิดชอบโดยจัดทำเป็นรูปแบบมาตรฐานเดียวกันทั้งแบบมาตรฐานที่กำหนดเฉพาะรูปแบบของอาคารแต่มีมิติต่างกันสำหรับนำไปใช้งานในแต่ละที่ และแบบมาตรฐานของอาคารที่กำหนดรูปแบบและมิติตายตัว โดยแยกเป็นขนาดต่างๆ เพื่อให้เป็นแบบของอาคารสำเร็จรูป

- 2. จัดทำคู่มือการออกแบบ และเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบที่ใช้ในการออกแบบที่รับผิดชอบ
- 3. จัดทำคู่มือการใช้งานของอาคารต่างๆ

ทั้งนี้ให้ดำเนินการโดยมีเป้าหมายให้แล้วเสร็จในเดือนกันยายน 2545

สั่ง ณ วันที่ 30 พฤษภาคม 2544



(นายมนเชียร กังสลิเทียม)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน



คำสั่งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

ที่ 93/2544

เรื่อง แต่งตั้งประธานคณะกรรมการพิจารณาจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา

อนึ่ง คำสั่งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานที่ ๓๓/๒๕๔๔ ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม ๒๕๔๔ ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานไว้แล้วนั้น

เนื่องจากประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนาคบวระเกษียณอายุราชการ จึงแต่งตั้งประธานคณะกรรมการพิจารณาจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนาแทน คือ

นายณัฐวุฒิ วงศ์แสนสุข วิศวกรโยธา 7 วช ทำหน้าที่เป็นประธานคณะกรรมการพิจารณาจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนา

ทั้งนี้ ให้ประธานคณะกรรมการพิจารณาจัดทำแบบมาตรฐานระบบชลประทานในแปลงนาดำเนินการตามความรับผิดชอบเพื่อให้งานแล้วเสร็จภายในเดือนกันยายน 2545

สั่ง ณ วันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๔

(นายมนต์เชียร กังคศิเทียม)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐาน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	๒๐
สารบัญภาพ	๒๑
บทที่ 1 การพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา	1
1.1 ประวัติและความเป็นมา	1
1.2 ลักษณะของการพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา	1
1.2.1 งานคันกั้นน้ำ	1
1.2.2 งานจัดรูปที่ดิน	2
บทที่ 2 เกณฑ์ในการออกแบบ (Design Criteria) ระบบชลประทานในแปลงไร่นา	
ประเภทงานคันกั้นน้ำ	5
2.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ	5
2.2 วิธีการส่งน้ำชลประทาน	16
2.2.1 วิธีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา	16
2.2.2 วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ	17
2.2.3 วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียน	18
2.3 ขั้นตอนในการออกแบบ	21
2.3.1 การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design)	21
2.3.2 การออกแบบขั้นรายละเอียด (Detail Design)	23
บทที่ 3 การออกแบบอาคารมาตรฐาน	25
3.1 การคำนวณทางด้านชลศาสตร์	25
3.2 การคำนวณทางด้านโยธา	28
บทที่ 4 ตัวอย่างวิธีการส่งน้ำระบบชลประทานในแปลงไร่นา	31
เอกสารอ้างอิง	45

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (Drainage modulus) โครงการชลประทานต่างๆ	11
2. Design Drainage Modulus in Pattani Project	15
3. แสดงสัมประสิทธิ์ระบายน้ำฝนของพื้นที่ขนาดต่างๆ โครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนรา จ.นราธิวาส	15
4. การเปรียบเทียบการส่งน้ำแบบหมุนเวียนทั้ง 3 ประเภท	20
5. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและขนาดของพื้นที่รับน้ำ	21
6. แสดงน้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยปริมาตร	29
7. แสดงตัวอย่างการจัดตารางส่งน้ำ	33
8. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาส่งน้ำ และพื้นที่ Conveyance Efficiency ต่างๆ	34
9. แสดงตัวอย่างการจัดเวลาส่งน้ำแบบหมุนเวียน	38

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองสายใหญ่	19
2. การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองซอย	19
3. การส่งน้ำหมุนเวียนในคูส่งน้ำ	19
4. แสดงแจกส่งน้ำที่ต้องการส่งน้ำแบบหมุนเวียน	32

บทที่ 1

การพัฒนาระบบชลประทานในแปลงไร่นา

1.1 ประวัติและความเป็นมา

การชลประทานยุคปัจจุบันเริ่มตั้งแต่ภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งรัฐบาลได้เร่งฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศโดยได้รับการสนับสนุนจากองค์การอาหาร และเกษตรแห่งสหประชาชาติ จัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาร่วมพิจารณา และเห็นว่า รัฐบาลควรจะเริ่มสร้างโครงการชลประทานเป็นโครงการขนาดใหญ่อย่างจริงจัง

ต่อมาในปี 2493 ธนาคารโลกได้ส่งคณะผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาทบทวนโครงการนี้อีกครั้งหนึ่ง เห็นว่าเป็นโครงการที่จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่ารัฐบาลจึงได้กู้เงินธนาคารโลกมาดำเนินการก่อสร้างตั้งแต่ พ.ศ. 2493 แล้วเสร็จเปิดเขื่อนได้เมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2500

ต่อมา ประเทศไทยได้พยายามเร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นการใหญ่ โดยมีสภาพพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นผู้อำนวยการ นับตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2504-2509) เป็นต้นมา การชลประทานถูกถือเป็นพื้นฐานอันหนึ่งของการพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ เช่นเดียวกันกับการไฟฟ้า, ประปา, ท่าเรือ, รถไฟ และสาธารณูปโภคอื่นอีกหลายอย่าง

ดังนั้นเราจึงมีเขื่อนภูมิพลสร้างเสร็จติดตามมาอีกในปี พ.ศ. 2507 เขื่อนสิริกิติ์สร้างในปี พ.ศ. 2515 เขื่อนทั้งสองนี้เป็นเขื่อนอนเนกประสงค์ เพราะมีประโยชน์ด้านการไฟฟ้าและอื่นๆ รวมอยู่ด้วยแต่ก็ได้ช่วยขยายเนื้อที่การชลประทานเพิ่มขึ้นได้อีกมาก

การก่อสร้างโครงการชลประทานขนาดใหญ่ เริ่มชะลอตัวตั้งแต่แผนพัฒนาฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515-2519) โดยเริ่มหันเหทิศทางของการชลประทานไปทางโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดเล็ก ส่วนโครงการชลประทานขนาดใหญ่ก็ได้มีการเร่งรัดพัฒนาระบบชลประทานในแปลงนา ซึ่งเป็นการกระจายน้ำจากระบบส่งน้ำสายใหญ่ให้เข้าไปลงแปลงไร่นาทุกแปลง

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 โดยอาศัยพระราชบัญญัติ คั่นนาและคูน้ำ พ.ศ. 2485 ตามรูปแบบบริษัทกุนาสยามในเขตโครงการชลประทานรังสิตได้

ปี พ.ศ. 2504 กรมชลประทานได้รับเงินกู้จากธนาคารโลกเพื่อจัดซื้อเครื่องจักรกลมาดำเนินการ ก่อสร้างคันและคูน้ำ เป็นเงิน 32.3 ล้านบาท โดยเร่งรัดให้ก่อสร้างคูน้ำในเขตโครงการเจ้าพระยาใหญ่ และ โครงการชลประทานเพชรบุรี

ปี พ.ศ. 2506 ได้ประกาศใช้บังคับพระราชบัญญัติคันและคูน้ำ พ.ศ. 2505 เพื่อให้ระบบคันคูน้ำ เป็นไปด้วยความถูกต้อง

การดำเนินงานคันคูน้ำโดยใช้พระราชบัญญัติคันและคูน้ำ พ.ศ. 2505 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

ก. คันคูน้ำแบบเส้นตรง

- ลักษณะ - คูส่งน้ำแยกออกจากคลองทุกระยะห่างประมาณ 300 - 400 เมตร
- สร้างอาคารบังคับน้ำในคูส่งน้ำเท่าที่จำเป็น

ข. คันคูน้ำแบบลัดเลาะแนวเขตแปลง

- ลักษณะ - คูส่งน้ำและระบายน้ำ ลัดเลาะแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน
- สร้างทางลัดเลียงขนานคูส่งน้ำ เฉพาะเท่าที่จำเป็นและราษฎรยินยอม

1.2.2 งานจัดรูปที่ดิน

เมื่อมีความจำเป็นต้องเร่งเพิ่มผลผลิตให้ทันกับความต้องการอย่างเร่งด่วน ดังนั้นการปรับปรุง โครงการชลประทานที่มีอยู่เดิมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงมีความสำคัญเพราะได้ผลเร็วและลงทุนเพิ่มจากเดิมอีก เพียงเล็กน้อยเพื่อให้สามารถใช้พื้นที่เพาะปลูกโดยมีประสิทธิภาพสูง จึงต้องมีการจัดรูปที่ดินโดยปรับปรุง สิ่งอำนวยความสะดวกให้ถึงระดับไร่นา การส่งน้ำ การระบายน้ำ การขนส่ง และทำให้ดินมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งเป็นหลักประกันอย่างแน่นอนว่าสามารถใช้ดินทำการเพาะปลูกได้ดีทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง ดังนั้น เขตที่ทำการปรับปรุงดังกล่าวแล้วซึ่งรวมเรียกว่า จัดรูปที่ดิน จึงเป็นพื้นที่ที่สามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และเพิ่มผลผลิตต่อปีได้อย่างแน่นอนตลอดปี

งานจัดรูปที่ดินในประเทศไทยเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2509 รัฐบาลเนเธอร์แลนด์ ได้ส่งคณะผู้เชี่ยวชาญ จากองค์การเนคคิก มาทำการศึกษาดูงานและเขียนรายงานเสนอว่าสมควรเริ่มงานจัดรูปที่ดินในเขต ภาคกลางของประเทศไทยก่อนโดยทำเป็นโครงการตัวอย่างขึ้นในท้องที่อำเภอบางระจัน จ. สิงห์บุรี

ปี พ.ศ. 2512 ได้ทำการก่อสร้างโครงการตัวอย่างแห่งแรกในเขตโครงการชลประทานบรมธาตุ อำเภอสรรพยา จ. ชัยนาท โดยได้รับความช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากรัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้หัวน้ำเนื้อที่ประมาณ 800 ไร่ และได้ก่อสร้างขยายเพิ่มขึ้นรวมเนื้อที่ประมาณ 10,300 ไร่ โครงการตัวอย่างที่สรรพยานี้มีลักษณะแตกต่างจากที่อำเภอบางระจันในการออกแบบเล็กน้อย และได้ดำเนินการเรื่อง สหกรณ์แผนใหม่พร้อมกันไปด้วย และในปีเดียวกันนี้ได้เริ่มโครงการตัวอย่างจัดรูปที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแห่งแรกในโครงการชลประทานหนองหวายฝั่งขวาในเขต อ. เมือง จ. ขอนแก่น เนื้อที่ 625 ไร่ โดยได้รับความช่วยเหลือจากธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB)

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

การดำเนินการงานจัดรูปที่ดินโดยใช้พระราชบัญญัติจัดรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม พ.ศ. 2517 ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบคือ

1. จัดรูปที่ดินสมบูรณ์แบบ (Intensive Development)

- ลักษณะ - คูส่งน้ำ, คูระบายน้ำ และทางลำเลียงถึงทุกแปลงเพาะปลูก
- จัดรูปแปลงเพาะปลูกใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โยกย้ายเขตแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน หรือรวมที่ดินหลายแปลงเจ้าของเดียวกันให้เป็นแปลงเดียวกันและจัดรูปแปลงให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ปรับระดับพื้นดินในแปลงเพาะปลูก

2. จัดรูปที่ดินแบบพัฒนาบางส่วน (Extensive Development)

- ลักษณะ - คูส่งน้ำและคูระบายน้ำตัดเลาะตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์เดิม ตามความลาดเทของพื้นที่ผ่านทุกแปลงหรือเกือบทุกแปลง (ไม่น้อยกว่า 70%)
- สร้างทางลำเลียงสายหลัก หรือสายรองตามความจำเป็น
- ไม่ปรับระดับพื้นที่ในแปลงเพาะปลูก

บทที่ 2

เกณฑ์ในการออกแบบ (Design Criteria) ระบบชลประทานในแปลงไร่นา ประเภทงานคันคูน้ำ

2.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ

การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อใช้กำหนดขนาดของระบบส่งน้ำในแปลงไร่นา จะยังยึดเอาข้าวเป็นหลักในการคิด ถึงแม้ว่าการปลูกพืชไร่อื่นจะได้ผลตอบแทนสูงกว่าแต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคุ้นเคยกับการปลูกข้าวอยู่เนื่องจากความต้องการน้ำสูงสุดของข้าวเกิดขึ้นในขณะเตรียมแปลง ซึ่งแนวความคิดที่ว่าความต้องการน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในขณะเตรียมแปลงนี้สามารถแยกออกได้เป็น 2 แนวความคิด

- ก. แนวความคิดว่าอัตราการเตรียมแปลงคงที่
แนวความคิดนี้ใช้กันโดยทั่วไปในญี่ปุ่น และได้หวัน

สูตรที่ใช้ในไต้หวัน

$$Q_{\max} = \left[\frac{A \cdot D_s}{N} + A \cdot D_t \right] \frac{1}{1-L}$$

$Q_{\max}$ = ปริมาณน้ำสูงสุด.....ลูกบาศก์เมตร/วัน
 A = พื้นที่ที่ต้องส่งน้ำ.....ตารางเมตร
 D_t = ความต้องการน้ำในแปลงปักดำ (Maintenance Water)...เมตร/วัน
 D_s = ปริมาณน้ำที่ทำให้ดินอิ่มตัว (Saturation Water Requirement)
 รวมกับปริมาณน้ำที่จะขังไว้ในแปลงนาก่อนการปักดำ...เมตร
 N = ระยะเวลาที่ใช้ในขณะเตรียมพื้นที่.....วัน
 L = ความสูญเสียในขณะทำการส่งน้ำ.....ทศนิยม

สูตรที่ใช้ในญี่ปุ่น

$$Q_{\max} = \frac{A}{N} [D_s + (N-1)D_t] \frac{1}{1-L}$$

จะเหมือนกับสูตรที่ใช้ในไต้หวันแต่จะส่งน้ำให้แก่แปลงปักดำในวันที่ 2 (ไม่ใช่วันที่ 1) จนสิ้นสุดการเตรียมแปลง

แนวความคิดว่าอัตราการเตรียมแปลงคงที่จะทำให้ต้องส่งน้ำสูงสุดในวันสุดท้าย และขนาดของคูจะใหญ่สุด

ข. แนวความคิดว่าอัตราการส่งน้ำคงที่

แนวความคิดนี้จะส่งน้ำด้วยอัตราคงที่ โดยแบ่งการเตรียมแปลงตอนต้นจะมากแล้วค่อยๆ ลดลง Li - Jen Wen (1970) ได้คิดสูตรส่งน้ำด้วยอัตราคงที่ดังนี้

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

T.T.Cheng (1971) ได้ให้สูตรการคำนวณดังนี้เนื่องจากเห็นว่าไม่สามารถส่งน้ำให้อิ่มตัว และท่วมขังในแปลงได้ในวันเดียว

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

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

K = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

r = จำนวนวันที่ส่งน้ำเพื่อให้ดินอิ่มตัวและขังท่วมในแปลง

e = 2.71828

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

1. ส่งน้ำทำให้ดินอิ่มตัว (Ds) 2 ครั้ง

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

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

2. ส่งน้ำทำให้ดินอิ่มตัว (Ds) ครั้งเดียว

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

Ds_1 = ปริมาณน้ำที่ส่งไปทำให้ดินอิ่มตัวครั้งที่ 1.....เมตร

Ds_2 = ปริมาณน้ำที่ส่งไปทำให้ดินอิ่มตัวครั้งที่ 2.....เมตร

Pr = ช่วงระยะห่างระหว่างการให้น้ำแต่ละครั้ง.....วัน

n = จำนวนครั้งที่ให้น้ำชลประทานในช่วงการเตรียมแปลง

$$= N/Pr$$

ฉลอง เกิดพิทักษ์ และ ชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ (2523) ได้เสนอแนวความคิดว่าให้แบ่งพื้นที่การเตรียมแปลงออกเป็น 3 ส่วน ไม่เท่ากันและแบ่งระยะเวลาในการเตรียมทั้ง 3 ช่วงจะเท่ากันโดยพิจารณาว่าความต้องการน้ำใช้ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ของการเตรียมแปลงเท่ากัน

$$Q = \frac{WR_1}{54 \left(\frac{N}{3} \right) E_i}$$

$$= \frac{WR_2}{54 \left(\frac{N}{3} \right) E_i}$$

$$= \frac{WR_3}{54 \left(\frac{N}{3} \right) E_i}$$

Q = ปริมาณน้ำ.....ลูกบาศก์เมตร/วินาที

E_i = ประสิทธิภาพของการชลประทาน.....(ทศนิยม)

WR_1, WR_2, WR_3 = 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 $70 \times 3 = 210$ มม. ซึ่งเพียงพอสำหรับ Soaking และไถ $\frac{1}{3}$ ของพื้นที่ทั้งหมดให้เสร็จในหนึ่งสัปดาห์ โดยสามารถไถครั้งแรกเสร็จใน 3 สัปดาห์ ซึ่งกล้าจะโตพอที่ปักดำได้ในสัปดาห์ที่ 4

5. การปักดำจะใช้วิธีการให้น้ำเหมือนให้น้ำเพื่อเตรียมไถ (Soaking) ไปจนเสร็จ

6. ต้องกำหนดรอบเวลาในการส่งน้ำให้แน่นอนแต่ในกรณีที่มีฝนตกก็สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่จะส่งให้น้อยลงได้

จากแนวความคิดดังกล่าวสามารถคำนวณเป็นค่าชลประทานแปลงไร่นาได้ดังนี้

1. ข้าวต้องการน้ำสูงสุด 10 มิลลิเมตร/วัน เท่ากับ 0.01 เมตร/วัน
2. พื้นที่ส่งน้ำ 1 ไร่ เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร
3. พื้นที่ 1 ไร่ ต้องการน้ำเท่ากับ $1,600 \times 0.01$ เท่ากับ 16 ลูกบาศก์เมตร/วัน
4. ถ้า Conveyance efficiency เท่ากับ 0.80 ต้องการน้ำเท่ากับ $\frac{16}{0.80}$ เท่ากับ 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน
5. เป็นค่าชลประทานแปลงไร่นา (Water Duty)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{20}{24 \times 60 \times 60} && \text{ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 &= 0.00023 && \text{ลูกบาศก์เมตร/วินาที} \\
 &= 0.23 && \text{ลิตร/วินาที/ไร่}
 \end{aligned}$$

จากแนวความคิดดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนออกแบบระบบชลประทานในแปลงนามีความเห็นว่า ปริมาณน้ำสูงสุดที่จะมากำหนดขนาดท่อส่งน้ำนั้นจะต้องพิจารณาทั้งกรณีความต้องการใช้น้ำสูงสุดในระยะที่พืชใช้น้ำ เพื่อการเจริญเติบโตและความต้องการใช้น้ำเพื่อการเตรียมแปลง ซึ่งใช้ปริมาณน้ำมากกว่าแต่เป็นระยะสั้นๆ เพียง 20 - 30 วัน เท่านั้น

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

ข้อสังเกต จะเห็นได้ว่าค่าชลประทานแปลงไร่นามีค่าสูงกว่าในระบบของคลองส่งน้ำซึ่ง ไพฑูรย์ พะลาเยสตร์ (2535) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับการปรับปรุงค่าชลประทานตามขนาดเนื้อที่ส่งน้ำโดยให้ความเห็นว่าการใช้ค่าชลประทานเพื่อกำหนดขนาดคลองนั้นเมื่อพิจารณาจากตัวเลขเพียงอย่างเดียว น่าจะใช้ค่าชลประทานที่หาได้ตัวเดียวกันนั้นคำนวณความจุของคลองซึ่งมีเนื้อที่ส่งน้ำมากน้อยเท่าใดก็ได้แต่ในทางปฏิบัติปรากฏว่าเมื่อคิดตามหลักการดังกล่าวจะเกิดปัญหาสำหรับคลองซอย, คลองแยกซอยหรือคูน้ำที่ควบคุมพื้นที่น้อย กล่าวคือความจุของคลองจะน้อยกว่าความต้องการ ซึ่งโดยเฉพาะในช่วงที่ต้องการใช้น้ำเต็มที่ละน้ำในวงการ

ชลประทานต่างประเทศ จึงได้หาทางแก้ปัญหาโดยปรับค่าชลการะสำหรับเนื้อที่ส่งน้ำขนาดเล็กให้สูงกว่าเนื้อที่ส่งน้ำขนาดใหญ่ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการคล่องตัวสำหรับการบริหารงานส่งน้ำโดยให้มีอุปสรรคน้อยที่สุดและสาเหตุที่ต้องกำหนดค่าชลการะแตกต่างกันดังกล่าวนี้ อาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อที่รับน้ำขนาดเล็กอาจมีโอกาสดำเนินการเพาะปลูกพร้อมกัน และอยู่ในระยะที่ต้องการใช้น้ำสูงสุดพร้อมกันได้
2. เนื้อที่ขนาดเล็กอาจมีโอกาสไม่ได้รับฝนช่วยเหลือตามที่กำหนดไว้ได้
3. เมื่อกำหนดชลการะแบบส่งน้ำตลอดเวลา 24 ชั่วโมง หากจะต้องส่งน้ำแบบหมุนเวียนก็จะได้มีความจุของคลองพอใช้ และโดยปกติแล้วในคลองสายใหญ่จะส่งน้ำตลอดเวลา และถ้าจำเป็นต้องส่งน้ำแบบหมุนเวียนก็จะหมุนเวียนในคลองซอยขนาดเล็ก, คลองแยกซอยหรือในคูส่งน้ำ

หลักเกณฑ์เกี่ยวกับการปรับค่าชลการะตามขนาดของพื้นที่รับน้ำนี้ แต่ละโครงการก็แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมซึ่งจะขอนำมากล่าวพอเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาดังต่อไปนี้

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

2. USBR ที่ออกแบบระบบส่งน้ำของโครงการซี - มูล ได้เพิ่มค่าชลการะของเนื้อที่ขนาดเล็กนอกเหนือจากค่าชลการะที่คิดไว้ตามปกติตามขนาดของเนื้อที่ และเมื่อเนื้อที่มากขึ้นส่วนที่ต้องเพิ่มจะลดลงคือขนาดเนื้อที่เล็กที่สุด 125 ไร่ จะต้องเพิ่มค่าชลการะจากปกติ 2.8 เท่า และขนาด 930 ไร่ จะเพิ่ม 1.25 เท่า เมื่อเนื้อที่ตั้งแต่ประมาณ 15,000 ไร่ ขึ้นไป ค่าชลการะจะใช้ตามปกติไม่ต้องเพิ่มและโครงการนี้ใช้ชลการะปกติที่หัวงานเมื่อยังไม่ได้คิดการรั่วซึมประมาณ 0.25 ลิตร/วินาที/ไร่

3. ECI ได้กำหนดหลักเกณฑ์สำหรับใช้กับโครงการปรางบุรีว่า เนื้อที่ไม่เกิน 2,000 ไร่ ใช้ชลการะ 0.4 ลิตร/วินาที/ไร่ ถ้าเนื้อที่ตั้งแต่ 2,000 ไร่ขึ้นไปจะใช้ค่าชลการะตามสมการดังต่อไปนี้

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

$$Q_a = \text{ชลการะ (ลิตร/วินาที/ไร่) สำหรับเนื้อที่ } a \text{ ซึ่งมากกว่า 2,000 ไร่}$$

$$a = \text{เนื้อที่เป็นไร่}$$

ชลการะเฉลี่ยที่หัวงานสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ โครงการนี้กำหนดไว้เท่ากับ 0.156 ลิตร/วินาที/ไร่

4. จากรายงานของโครงการแม่แตงซึ่ง ECI เป็นผู้จัดทำนั้น ได้กำหนดชลการะสำหรับเนื้อที่น้อยกว่า 2,500 ไร่ ไว้ประมาณ 0.723 ลิตร/วินาที/ไร่ เนื้อที่ 20,000 ไร่ ชลการะ 0.186 ลิตร/วินาที/ไร่ เนื้อที่ 50,000 ไร่ ชลการะ 0.16 ลิตร/วินาที/ไร่ ถ้ามากกว่า 100,000 ไร่ ชลการะ 0.143 ลิตร/วินาที/ไร่

5. บริษัทที่ปรึกษาจากปากีสถานได้เคยกำหนดค่าชลการะของโครงการหนองหวายไว้ว่าเนื้อที่ตั้งแต่ประมาณ 21,000 ไร่ ขึ้นไปเท่ากับ 0.146 ลิตร/วินาที/ไร่ เมื่อเนื้อที่ลดลงเหลือ 12,500 ไร่ ชลการะเพิ่มขึ้นเป็น 0.16 ลิตร/วินาที/ไร่ เนื้อที่ 5,000 ไร่ ชลการะ 0.213 ลิตร/วินาที/ไร่ และชลการะสำหรับเนื้อที่ขนาดเล็กที่สุดใช้ 0.333 ลิตร/วินาที/ไร่

จากตัวอย่าง ดังกล่าวข้างต้นเพียงแต่นำค่าชลภาวะที่ปรับตามขนาดเนื้อที่มาให้เห็นเป็นแนวทางเท่านั้น มิได้นำรายละเอียดของแต่ละตัวอย่างมาอธิบายโดยละเอียด

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

ค่าสัมประสิทธิ์ การระบายน้ำ (Drainage Modulus)

อัตราการระบายน้ำในแปลงไร่นาจะขึ้นอยู่กับปริมาณฝน ระยะเวลาที่ฝนตก ขนาดของพื้นที่และอัตราการดูดซึมของดิน ซึ่งแต่ละภูมิภาคของประเทศจะไม่เท่ากันดังตารางที่ 1 - 3

การหาอัตราการระบายน้ำในแปลงไร่นาสามารถหาได้จากสูตร Rational ดังนี้

$$Q = CIA$$

เมื่อ Q = อัตราน้ำที่ต้องระบายสูงสุด (ปริมาตร/เวลา)

C = สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ

I = ความหนาแน่นของฝน (ความลึก/เวลา)

A = พื้นที่ระบายน้ำ

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (Drainage modulus) โครงการชลประทานต่างๆ (นงคธ. 2524)

Projects	Sources of Discussion	Methodology	Drainage Modulus at Farm Level For area 0-2,000 rai in L./sec/rai	Drainage Modulus for 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 Stage 1	Ilaco - nedeco	46 mm./24 hours	.85	0.77							
Phitsanulok	ELC-NK-SEATEC	Economic Optimization Technique Criteria and Assumption 1. Ponding depth in the field 100 mm. 2. Max. 5-days consecutive rainfall 3. 6 and 17 years return period for lower area and upper area	.65	.61 (95)*	.57 (90)	.56 (87)	.54 - .53 (85-78)	.51 (80-78)	.48 (74)	.46 - .45 (74)	.44 - .43 (68-66)
Phitsanulok (Feasibility) report	U.S.B.R.	Criteria and Assumption 1. No ponding depth 2. Max. 5 - days consecutive rainfall 3. 10 years return period	.57	.53 (90)	.50 (85)	.47 (80)	.44 (75)	.44 (70)	.38 (65)	.35 (60)	.32 (55)
Uttaradit	U.S.B.R.	Criteria and Assumption 1. No ponding depth 2. Max. 7 days consecutive rainfall 3. 10 - years return period	.67	.60 (90)	.57 (85)	0.54 (80)	.50 (75)	.47 (75)	.44 (70)	.40 (65)	.37 (55)

* 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 for 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)	Itaco	Criteria and Assumption 1. No ponding depth 2. Max. 5-days consecutive rainfall 3. 10 years return period 4. 75% of rainion 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 = $\frac{3\text{-days storm} - 75/2}{3}$ 3. Max. 3-days consecutive rainfall 4.5-years return period	0.84 ($Q=0.004A$, $Q=cms$, $A=ha$)	For area > 1,000 ha ; $Q=35 m^{5/6}$ (Cypress Creek Formula) $Q=cfs$ $m=area \text{ in sq. miles}$							

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 for Main Drain in L./sec/rai							
				For drainage area (1,000 rai)							
				2	5	10	20	50	100	200	500
				10	10	10	10	10	10	10	10
				5	10	20	50	100	200	500	1,000
Lam Pao (Feasibility)	TAHAL	Criteria and Assumption 1. Ponding depth 38 mm. 2. Max. 3-days consecutive rainfall 3. 5 – years 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 ($Q=0.0037A$) 1.00	.90 (90)	.85 (85)	.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 years return period Rational Formula $Q = 0.002778 C.R.A$ $Q=cms.$ Q = runoff coefficient Q = rainfall intensity (mm./hr.) $= \frac{R (24)^{2/3}}{24 T}$	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 for Main Drain in L./sec/rai							
				For drainage area (1,000 rai)							
				2	5	10	20	50	100	200	500
				10	10	10	10	10	10	10	10
				5	10	20	50	100	200	500	1,000
		R = proposed daily rainfall (mm.) T = drainage time (hr.) A = drainage area (ha.) $Q_i = A \times q_i = 0.0013 A_L$ (inside LC) $Q_o = 0.0013 A_L + 0.0016 A_o$ A_L = Land Consolidation (LC) Area (rai) A_o = Area outside LC (rai)									

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	9.736
5,000	-	10,000	800	-	1,600	1.4	8.75
10,000	-	20,000	1,600	-	3,200	1.3	8.125
20,000	-	50,000	3,200	-	8,000	1.2	7.50
50,000	-	100,000	8,000	-	16,000	1.1	6.875
100,000	-	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 ASSOCIATES INC.

RESOURCES ENGINEERING CONSULTANT CO. LTD. (1981)

ตารางที่ 3 แสดงสัมประสิทธิ์ระบายน้ำฝนของพื้นที่ขนาดต่าง ๆ
โครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนรา จ.นราธิวาส

พื้นที่ระบายน้ำ (ไร่)		ปริมาณฝน (มม.)	สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (ลิตร/วินาที/ไร่)
น้อยกว่า	1,500	109.1	1.7
1,500	- 3,000	95.5	1.5
3,000	- 6,200	84.6	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 เอนจิเนียริ่ง จำกัด (2533)

2.2 วิธีการส่งน้ำชลประทาน

การส่งน้ำชลประทานทำได้หลายวิธี (วรารุณ วุฒินิชย์ 2535) แต่ละวิธีจะมีผลต่อการออกแบบคลองและอาคารควบคุม โดยทั่วๆ ไป จะแบ่งวิธีการส่งน้ำออกเป็น 3 วิธีคือ

- วิธีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา (Continuous Method)
- วิธีการส่งน้ำตามความต้องการผู้ใช้น้ำ (On Demand Method)
- วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียน (Rotation Method)

แต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสม และมีข้อดี-ข้อเสียต่างกันออกไป การพิจารณาเลือกใช้วิธีหนึ่งวิธีใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

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

การส่งน้ำแบบตลอดเวลาเหมาะสำหรับโครงการชลประทานที่มีน้ำต้นทุนพอ และมีขนาดเนื้อที่เพาะปลูกของแต่ละท้องน้ำเป็นจำนวนมาก ทุนสำรองพร้อมที่จะส่งได้ตลอดเวลา และเกษตรกรผู้ใช้น้ำมีความชำนาญเรื่องการใช้น้ำเป็นอย่างดี สำหรับการส่งแบบหมุนเวียนเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในโครงการชลประทานที่มีน้ำต้นทุนน้อย หรือโครงการชลประทานที่ได้รับน้ำโดยการผันจากแหล่งน้ำซึ่งอยู่ภายนอกโครงการ นอกจากผู้ใช้น้ำจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการส่งน้ำหมุนเวียนแล้วระบบแจกจ่ายน้ำจะต้องมีอาคารควบคุมน้ำที่มีประสิทธิภาพด้วย

การพิจารณาเลือกใช้วิธีการส่งน้ำแบบใดจะต้องพิจารณาจากองค์ประกอบต่างๆ หลายด้านดังกล่าวมาแล้วและควรที่จะกำหนดวิธีการส่งน้ำตั้งแต่ขั้นวางแผนโครงการเพื่อจะได้ออกแบบระบบส่งน้ำได้อย่างถูกต้อง

2.2.1 วิธีการส่งน้ำแบบตลอดเวลา

ในระบบส่งน้ำแบบตลอดเวลา น้ำชลประทานจะส่งไปยังพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรทุกๆ แปลงอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา (ตลอด 24 ชั่วโมง) ติดต่อกันตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

การส่งน้ำแบบตลอดเวลาที่ลงทุนก่อสร้างระบบส่งน้ำ และระบบแจกจ่ายน้ำจะมีราคาถูกกว่าการส่งน้ำโดยวิธีอื่นๆ เพราะขนาดของระบบจะเล็กลงไปเรื่อยๆ แต่การใช้น้ำจากระบบนี้จะได้ผลดีและมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกเป็นแปลงใหญ่สามารถจะขุดสระเก็บน้ำสำรองไว้ในพื้นที่เพาะปลูกเพื่อเก็บน้ำไว้ในช่วงที่ต้องการน้ำมากได้มีฉะนั้นจะต้องออกแบบขนาดระบบส่งน้ำจากความต้องการน้ำสูงสุด ซึ่งโอกาสที่จะทำการส่งน้ำในช่วงที่มีความต้องการน้ำสูงสุดมีเพียงไม่กี่วันตลอดฤดูกาล และมีผลทำให้การส่งน้ำในช่วงที่ต้องการน้ำน้อยทำได้ลำบากเพราะระดับน้ำปกติ (Normal Depth) ในคูส่งน้ำ

จะต่ำกว่าระดับน้ำใช้การ (Full Supply Level) ต้องใช้อาคารอัดน้ำเป็นช่วงๆ ซึ่งการอัดน้ำดังกล่าว อาจจะมีผลต่อปริมาณการไหลของน้ำเข้าคูส่งน้ำหรือคลอง ซึ่งยากแก่การควบคุม แต่ถ้าเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกน้อยๆ การขุดสระเก็บน้ำสำรองก็ไม่สามารถจะทำได้เพราะทำให้เสียพื้นที่เพาะปลูก และค่าลงทุนสูงเกินไป เว้นแต่ว่าเกษตรกรจะรวมกันเป็นกลุ่มแล้วขุดสระเก็บน้ำสำรองใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามถ้าไม่มีสระเก็บน้ำสำรอง การส่งน้ำแบบนี้จะทำให้การใช้น้ำไม่ค่อยมีประสิทธิภาพนัก

การส่งน้ำแบบตลอดเวลาเป็นวิธีการส่งน้ำที่ง่ายที่สุดใช้คนน้อย แต่โดยทั่วๆ ไปแล้วจะมีประสิทธิภาพต่ำเพราะเกิดการสูญเสียอย่างมาก และในช่วงที่การเพาะปลูกในระบบต้องการน้ำมากจะเกิดปัญหาการแย่งแย่งน้ำระหว่างเกษตรกรปริมาณน้ำที่ต้องการในระบบส่งน้ำสำหรับการส่งแบบตลอดเวลาจะสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = \frac{A \cdot d}{54 E_i} \dots\dots\dots (1.1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำที่ต้องการ (ลิตร/วินาที)

A = พื้นที่ส่งน้ำ (ไร่)

d = ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (มม./วัน)

E_i = ประสิทธิภาพของการชลประทาน (เป็นทศนิยม)

ในแง่ของการออกแบบ ถ้าสมมติว่า E_i และ d มีค่าคงที่ ขนาดของคลองส่งน้ำหรือคูส่งน้ำจะแปรผันไปตามส่วนของพื้นที่ (A) ที่จะต้องส่งน้ำให้ นั่นคือขนาดของคลองหรือคูส่งน้ำจะค่อยๆ เล็กลงจากคันคลองหรือคูส่งน้ำไปยังปลายคลองหรือคูส่งน้ำ

2.2.2 วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำ

วิธีการส่งน้ำตามความต้องการของผู้ใช้น้ำนี้จะปฏิบัติกันเฉพาะในประเทศได้พัฒนาทางด้านการเกษตรแล้วซึ่งเกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมาก และรู้จักการใช้น้ำชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพประกอบกับโครงการชลประทานนั้นจะต้องมีอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำที่สามารถจะส่งน้ำให้แก่เกษตรกรได้อย่างเพียงพอตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเมื่อเกษตรกรต้องการน้ำชลประทานก็ต้องแจ้งความต้องการปริมาณน้ำชลประทานที่จะใช้แต่ละครั้งให้เจ้าหน้าที่ชลประทานทราบล่วงหน้าประมาณ 2-3 วัน วิธีการส่งน้ำแบบนี้จะใช้ ได้ผลดีต่อเมื่อมีการเก็บกักน้ำตามปริมาณที่เกษตรกรใช้ และต้องมีมาตรการป้องกันการลักขโมยน้ำอย่างมีประสิทธิภาพการออกแบบระบบชลประทานตามวิธีการส่งน้ำแบบนี้ต้องให้สามารถส่งน้ำได้เพียงพอ กับความต้องการน้ำสูงสุดของฤดูกาลเพาะปลูกได้ ซึ่งจะทำให้ระบบส่งน้ำมีขนาดใหญ่และราคาแพงกว่าแบบอื่นๆ ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามถ้าได้มีการวางแผนการปลูกพืชที่เหมาะสมโดยพยายามให้ช่วงที่ต้องการน้ำสูงสุดของพื้นที่แต่ละแปลงเกิดไม่พร้อมกันก็จะช่วยให้สามารถลดขนาดของระบบลงได้มาก และถ้าเป็นโครงการไม่ใหญ่นักสามารถที่จะปรับระยะเวลาการส่งน้ำแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการได้ก็จะช่วยลดค่าลงทุนในการก่อสร้างอาคารอัดน้ำลงได้มากเพราะสามารถที่จะส่งน้ำที่ระดับน้ำใช้การได้ตลอดเวลา เช่น ถ้าสมมติว่าออกแบบคลองหรือคูส่งน้ำจากความต้องการน้ำสูงสุด 15 มม./วัน

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

ในกรณีที่พืชต้องการน้ำเพียง 3 มม./วัน ก็ยังสามารถส่งน้ำที่ระดับน้ำใช้การเต็มที่ในแต่ละระยะเวลาการส่งน้ำจะเหลือเพียง

$$\begin{aligned} T &= \frac{1600 \times A \times 3}{Ei \times Q} \\ &= \frac{1600 \times A \times 3}{Ei} \times \frac{54Ei}{15A} \\ &= 17,280 \text{ วินาที หรือ } 4.8 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

แต่อย่างไรก็ตามวิธีการส่งน้ำแบบนี้จะต้องมีอาคารควบคุมน้ำอย่างทั่วถึง เพื่อให้สามารถส่งน้ำกับพื้นที่ที่กำลังต้องการน้ำโดยเฉพาะ

2.2.3 วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียน

การส่งน้ำแบบหมุนเวียน หมายถึง วิธีการส่งน้ำให้ผู้ใช้น้ำตามจำนวนและเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเป็นช่วงๆ ด้วยวิธีการนี้ผู้ใช้น้ำชลประทานจะไม่ได้รับน้ำชลประทานพร้อมกันทั้งโครงการ แต่เจ้าหน้าที่ชลประทานจะเป็นผู้กำหนดจำนวนน้ำชลประทานและจัดระยะเวลาส่งน้ำให้โดยการแบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วกำหนดรอบเวลาการส่งน้ำตามความเหมาะสมซึ่งจำนวนน้ำที่ส่งให้แต่ละครั้งจะต้องมากพอให้พืชใช้ไปจนกว่าจะถึงกำหนดการส่งน้ำครั้งต่อไป

การส่งน้ำแบบหมุนเวียนอาจแบ่งตามลักษณะของการหมุนเวียนได้ 3 ประเภทคือหมุนเวียนในคลองสายใหญ่ หมุนเวียนในคลองซอย และหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

(1) การหมุนเวียนในคลองสายใหญ่

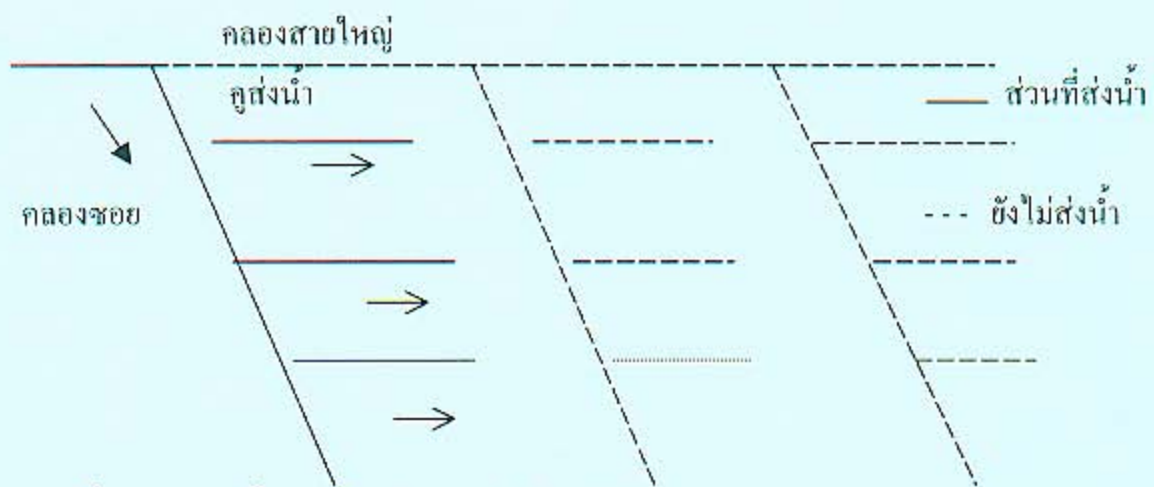
การส่งน้ำโดยวิธีนี้ น้ำจะถูกส่งไปตามคลองสายใหญ่ที่ละส่วนตามที่ได้กำหนดไว้ เมื่อส่งน้ำเข้าไปในตอนใดของคลองสายใหญ่ คลองซอยและคูส่งน้ำในส่วนนั้นจะได้รับน้ำพร้อมกัน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1

(2) การหมุนเวียนในคลองซอย

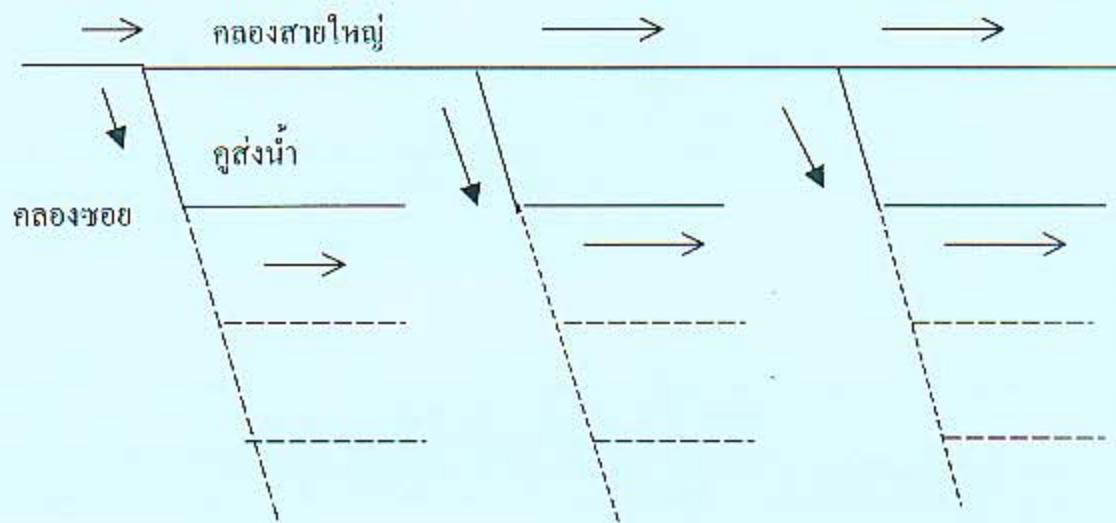
วิธีนี้น้ำจะถูกส่งเข้าคลองสายใหญ่ตลอดเวลาแต่คลองซอยสายต่างๆ จะถูกแบ่งเป็นส่วนๆ และแต่ละส่วนของคลองซอย และคูส่งน้ำที่รับน้ำจากคลองซอยจะได้รับน้ำเป็นช่วงๆ ตาม ระยะเวลาที่กำหนดไว้ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2

(3) การหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

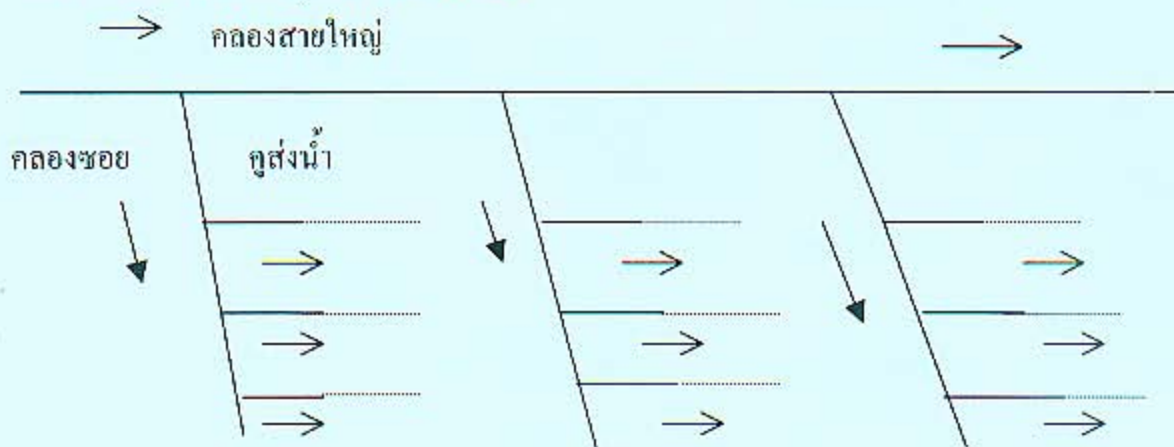
การหมุนเวียนโดยวิธีนี้ คูส่งน้ำจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ แล้วจัดการส่งน้ำให้แต่ละส่วนตามระยะเวลาที่กำหนดไว้โดยวิธีนี้จะมีน้ำในคลองสายใหญ่และคลองซอยตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 1 การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองสายใหญ่



ภาพที่ 2 การส่งน้ำหมุนเวียนในคลองซอย



ภาพที่ 3 การส่งน้ำหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

นอกจากนี้การส่งน้ำแบบหมุนเวียนอาจจะหมุนเวียนกันระหว่างคลองสายใหญ่ ระหว่างคลองซอย หรือระหว่างคูส่งน้ำแต่ละสายก็ได้

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

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการส่งน้ำแบบหมุนเวียนทั้ง 3 ประเภท

ประเภทการ หมุนเวียน	ความจุของคลองและคูส่งน้ำ			ลักษณะการส่งน้ำในคลองและคูส่งน้ำ		
	สายใหญ่	สายซอย	คูส่งน้ำ	สายใหญ่	สายซอย	คูส่งน้ำ
ในคลองสาย ใหญ่	เท่ากัน ตลอดสาย	ลดลงตาม ส่วน	ลดลงตาม ส่วน	หมุนเวียน	หมุนเวียน	หมุนเวียน
ในคลองซอย	ลดลงตาม ส่วน	เท่ากัน ตลอดสาย	ลดลงตาม ส่วน	ตลอดเวลา	หมุนเวียน	หมุนเวียน
ในคูส่งน้ำ	ลดลงตาม ส่วน	ลดลงตาม ส่วน	เท่ากัน ตลอดสาย	ตลอดเวลา	ตลอดเวลา	หมุนเวียน

ในแง่ของการลงทุนถึงแม้ว่า วิธีการหมุนเวียนในคลองสายใหญ่และคลองซอยจะเสียค่าลงทุนในการก่อสร้างมากกว่าแบบที่ 3 แต่จะช่วยลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการรั่วซึมในคลองและคูส่งน้ำได้มาก เพราะระยะเวลาและช่วงความยาวคลองและคูส่งน้ำที่มีน้ำขังน้อยกว่า และตามทฤษฎีแล้วการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในคลองสายใหญ่จะทำการควบคุมน้ำได้สะดวกกว่าแบบอื่นๆ เพราะจำกัดพื้นที่รับน้ำแต่ละครั้งเป็นบริเวณๆ เมื่อเปรียบเทียบกับ การหมุนเวียนในคูส่งน้ำซึ่งพื้นที่รับน้ำกระจายเป็นจุดๆ ออกไปทั่วพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าเป็นโครงการขนาดใหญ่ และเกษตรกรไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการส่งน้ำแบบหมุนเวียนดีพอ ก็จะก่อให้เกิดปัญหาในการบริหารงานส่งน้ำและบำรุงรักษาโครงการซึ่งจะทำให้การส่งน้ำ และให้น้ำไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร เช่น ผู้ใช้น้ำบริเวณปลายคลองหรือคูส่งน้ำอาจไม่ได้รับน้ำตามจำนวนที่ต้องการ เนื่องจากการลักขโมยน้ำบริเวณต้นคลองหรือคูส่งน้ำ

สำหรับการออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา เลือกใช้วิธีการส่งน้ำแบบหมุนเวียนในคูส่งน้ำ

2.3 ขั้นตอนในการออกแบบ

2.3.1 การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design) หมายถึงการออกแบบระบบชลประทานในแปลงนา มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศ และข้อมูลต่างๆ ในสนาม โดยข้อมูลที่ให้ประกอบด้วย

1. การเตรียมข้อมูล

1.1 ข้อมูลจากสำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม

ประกอบด้วย แบบแปลน และรูปตัดตามยาวคลองส่งน้ำ คลองระบายน้ำและแบบแสดงมิติและระดับต่างๆ ของอาคาร (Installation Data) อาคารท่อน้ำเข้านา (Farm Turnout)

1.2 ข้อมูลจากสำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา

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

1.2.2 ข้อมูลผลสำรวจรายละเอียดตำแหน่ง และระดับต่างๆ ของอาคารที่สร้างจริงในคลองส่งน้ำ

1.2.3 แบบหมายเหตุหลักฐาน (Description) ซึ่งแสดงรายละเอียดตำแหน่งและราคาระดับของมาตรฐาน (Bench Mark) เพื่อใช้ในการก่อสร้างคูส่งน้ำ และตรวจสอบความแตกต่างราคามาตรฐานเดิมที่ใช้การก่อสร้างคลอง และอาคารต่างๆ กับมาตรฐานใหม่

2. การวางแผนคูส่งน้ำ หมายถึง การนำน้ำออกจากอาคารท่อน้ำเข้านา (Farm Turnout) กระจายสู่แปลงเพาะปลูกโดยมีหลักการพิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 กำหนดแจกส่งน้ำ โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำของอาคารท่อน้ำเข้านา และรายละเอียดภูมิประเทศ

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและขนาดของพื้นที่รับน้ำ

ปริมาณน้ำ ลิตร / วินาที	ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ไร่)		
30	น้อยกว่า	130	
60	131	-	260
90	281	-	390
120	391	-	520
150	521	-	650
180	651	-	780

2.2 ในกรณีพื้นที่แฉ่งส่งน้ำมากกว่า 780 ไร่ ควรออกแบบเป็นคูส่งน้ำ (Feeder ditch)

2.3 แนวคูส่งน้ำต้องตัดเลาะตามแนวเขตแปลงกรรมสิทธิ์ให้มากที่สุดและพยายามยึดแนวสันเนินของเส้นชั้นความสูงของดิน

2.4 แนวคูส่งน้ำไม่ควรข้ามถนนโดยเฉพาะถนนลาดยางหลายๆ จุดควรจะต้องลดจำนวนที่ข้ามให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นโดยพยายามใช้ประโยชน์จากจุดข้ามแต่ละจุดให้มากที่สุดเพราะจะมีปัญหาทางด้านการก่อสร้าง, งบประมาณ และที่สำคัญ คือ ระดับน้ำที่จะสูญเสียในคูส่งน้ำ

2.5 กรณีที่สันเนินอยู่กลางแปลง และขนาดใหญ่ แนวคูส่งน้ำอาจจะวางแผนให้ผ่าแปลงได้ จะไม่มีปัญหากับราษฎรที่เป็นเจ้าของแปลงมากนัก แต่ถ้าเป็นแปลงเล็กมักจะเกิดปัญหาจึงควรหลีกเลี่ยงการผ่าแปลง และการวางแผนผ่าแปลงนั้นควรจะได้พิจารณาว่าไม่มีปัญหากับเจ้าของแปลง คือไม่ให้เจ้าของแปลงเสียประโยชน์ และไม่เสียรูปร่างแปลงจนบางส่วนที่ถูกผ่าไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้

2.6 ความยาวคูส่งน้ำไม่ควรเกิน 1.5 กิโลเมตร

2.7 กำหนดอาคารใส่ที่ตำแหน่งต่างๆ โดยคร่าวๆ ตามแนวที่คูส่งน้ำผ่าน เช่น ผ่านถนน ใส่อาคารท่อลอดถนนผ่านร่องน้ำก็ใส่อาคาร Drain culvert และถ้ามีคูแยกก็ใส่อาคารปากคูซอย เป็นต้น

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

3. ตรวจสอบสภาพภูมิประเทศ หมายถึง การนำแผนที่การวางแผนคูส่งน้ำไปตรวจสอบกับสภาพภูมิประเทศ ซึ่งมีข้อมูลที่ต้องตรวจสอบดังนี้

3.1 แหล่งน้ำ ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำและอาคารประกอบต่างๆ

3.2 ตรวจสอบบริเวณที่มีปัญหาในระหว่างการวางแผนคูส่งน้ำเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาปรับแก้ให้เหมาะสมตามสภาพภูมิประเทศที่เป็นจริง

4. สำรวจเพื่อออกแบบในการออกแบบขั้นรายละเอียดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และตรงกับสภาพภูมิประเทศมากที่สุดจำเป็นต้องส่งแบบการวางแผนคูส่งน้ำเบื้องต้นให้โครงการปฏิบัติการกันคูน้ำต่างๆ ไปดำเนินการดังนี้

4.1 ขอความเห็นชอบแนวคูส่งน้ำกับราษฎรเจ้าของที่ดิน

4.2 สำรวจระดับต่างๆ ของท่อส่งน้ำเข้านา และระดับดินธรรมชาติตามแนวศูนย์กลางคูส่งน้ำ

4.3 ตำราจรรยาบรรณตามแนวคูส่งน้ำ เช่น

4.3.1 เมื่อแนวคูส่งน้ำตัดผ่าน ถนน ร่องน้ำธรรมชาติ ต้องสำรวจรูปตัดตามขวาง

4.3.2 ตำแหน่งและความกว้างของทางข้ามที่คูส่งน้ำตัดผ่าน โดยพิจารณาตามความเหมาะสมหรือราษฎรต้องการ

4.3.3 รายละเอียดอื่นๆ

2.3.2 การออกแบบขั้นรายละเอียด (Detail Design) ประกอบด้วย

1. แบบแปลนคูส่งน้ำ

1.1 โดยปกติใช้กระดาษไขเขียนแบบขนาด A1 น้ำหนัก 145 - 155 กรัม/ตารางเมตร

1.2 แผนที่แสดงภูมิประเทศ และแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดิน มาตรฐาน 1:4,000 ซึ่งกำหนดขอบเขตของแฉกส่งน้ำและแนวคูส่งน้ำ พร้อมทั้งตำแหน่งของอาคารประกอบต่างๆ

1.3 ตารางแสดงพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ส่งน้ำของแต่ละแฉกส่งน้ำ

1.4 ตารางแสดง ชนิด หมายเลขแบบ และจำนวนของอาคารประกอบในแต่ละแฉกส่งน้ำ

2. แบบรูปตัดตามยาว คูส่งน้ำ

2.1 โดยปกติใช้กระดาษไขเขียนแบบขนาด A1 น้ำหนัก 145 - 155 กรัม/ตารางเมตร

2.2 แสดงรายละเอียดรูปตัดตามยาว ตามแนวศูนย์กลางคูส่งน้ำ มาตรฐานทางตั้ง 1:50 ทางราบ 1:4,000 ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับดินธรรมชาติ เส้นและระดับของกันคู ระดับน้ำ ระดับหลังคันคู และตำแหน่งของอาคารประกอบ

2.3 ตารางแสดงรายละเอียดทางด้านชลศาสตร์ ของคูส่งน้ำ

2.4 เกณฑ์การออกแบบคูส่งน้ำ

2.4.1 กม. 0 + 000 ของคูส่งน้ำสายหลักให้นับเริ่มจากศูนย์กลางคลองส่งน้ำ

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

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

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

2.4.5 ระดับ F.S.L. ของคูส่งน้ำควรสูงกว่าระดับดินเฉลี่ยในแปลงไร่นาประมาณ

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

3. แบบตารางแสดงมิติและระดับต่างๆของอาคาร

3.1 โดยปกติใช้กระดาษเขียนแบบขนาด 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

บทที่ 3

การออกแบบอาคารมาตรฐาน

3.1 การคำนวณทางด้านชลศาสตร์

1. สูตรของการไหล (ปรากฏการณ์ อมาตยกุล)

- รางเปิด (open channel) โดยปกติใช้ Manning's Formula

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

$$n = \text{สัมประสิทธิ์ของความขรุขระของวัสดุที่น้ำไหล}$$

$$= 0.030 \text{ สำหรับคูดิน}$$

$$= 0.016 \text{ สำหรับคูลาดคอนกรีต}$$

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดทางน้ำ (ตารางเมตร)}$$

$$S = \text{ความลาดของ Energy Gradient}$$

$$= \text{ความลาดของผิวน้ำที่ไหลในคลอง}$$

$$= \text{ความลาดของกันคูส่งน้ำกรณีที่มีน้ำไหลแบบ Uniform Flow}$$

$$R = \text{รัศมีอุทกศาสตร์ (เมตร)}$$

$$= A/P$$

$$P = \text{ความยาวของเส้นขอบเปียก (เมตร)}$$

- การไหลในท่อภายใต้แรงดันใช้สูตรของ Hazen William (คู่มือการออกแบบและการใช้งานงานผลิตภัณฑ์ท่อ พีวีซี “ตราช้าง”)

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

$$\text{เมื่อ } Q = \text{อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)}$$

$$C = \text{สัมประสิทธิ์การเคลื่อนตัวของน้ำ}$$

$$d = \text{เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (เมตร)}$$

$$I = \text{Hydraulic Gradient (การสูญเสียของความดันคิดเป็นความสูงของการไหลต่อความยาวของท่อ)}$$

ค่า C ของ Hazen & William สำหรับท่อชนิดต่างๆ จะเลือกใช้ได้ดังนี้

$$C = 150 \text{ สำหรับท่อ PVC.}$$

$$C = 140 \text{ สำหรับท่อแอสเบสตอสซีเมนต์}$$

$$C = 130 \text{ สำหรับท่อคอนกรีต และท่อเหล็กหล่อในสภาพยังใหม่}$$

$$C = 120 \text{ สำหรับท่อไม้ (Wood Stave) และท่อเหล็กเหนียวเชื่อมเข้าด้วยกัน (Welded Steel)}$$

C	=	110 สำหรับท่อดินเหนียว และท่อเหล็กเหนียวที่เย็บติดด้วยหมุด (Riveted Steel)
C	=	100 สำหรับท่อเหล็กหล่อที่ใช้หลายปีแล้ว
C	=	95 สำหรับท่อเหล็กเหนียวที่เย็บติดด้วยหมุดที่ใช้หลายปีแล้ว
C	=	60 ถึง 80 สำหรับท่อเก่าที่สภาพแย่

1. การสูญเสีย Head

- น้ำไหลผ่านท่อ

dh_f	=	$(V_p^2 n^2 L) / (0.25 D)^{4/3}$
dh_f	=	Loss เนื่องจากความฝืดทั้งหมด (เมตร)
V_p	=	ความเร็วของน้ำในท่อ (เมตร/วินาที)
n	=	สัมประสิทธิ์ความฝืดของท่อ
	=	0.012 สำหรับท่อ AC.
	=	0.013 สำหรับท่อ คอนกรีตเสริมเหล็ก
	=	0.014 สำหรับท่อเหล็ก
D	=	เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของท่อ (เมตร)
L	=	ความยาวของท่อ (เมตร)

Loss เนื่องจากการลดและการขยายของท่อ

dh_1	=	$(1+k_1) \frac{(V_p^2 - V_1^2)}{2g}$
dh_2	=	$(k_2 - 1) \frac{(V_p^2 - V_2^2)}{2g}$
dh_1	=	Loss เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของทางเข้า (เมตร)
dh_2	=	Loss เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของทางออก (เมตร)
V_1	=	ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลองด้านเหนือน้ำของอาคาร (เมตร/วินาที)
V_2	=	ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลองด้านท้ายน้ำของอาคาร (เมตร/วินาที)
V_p	=	ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในท่อ (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 (สำหรับงานคันกั้นน้ำ)

ถ้า V_u มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ V_p ค่า Loss เนื่องจากการลดขนาดจะเป็น

$$dh_v = dh_u = (1+0.5) \frac{V_p^2}{2g} = \frac{1.5V_p^2}{2g}$$

$$\text{หรือ } dh_v = 1.5 \frac{V_p^2}{2g}$$

เมื่อ V_p = ความเร็วของน้ำในท่อ (เมตร/วินาที)

- น้ำผ่านฝาย

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

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/วินาที²)

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

Culvert Drops

Vertical Drops เป็นอาคารลดระดับน้ำที่ไหลลงจากระดับบนลงสู่ระดับล่างที่

ต้องการในแนวตั้งโดยมี Basin รองรับด้านล่าง

$$L_p = c \sqrt{2h_c} \frac{h_c}{Z} + 0.7 \frac{(h_c)^3}{Z}$$

$$c = 2.5 + 1.1 \frac{h_c}{Z}$$

L_p = ความยาวของ Basin (เมตร)

h_c	=	Critical depth (เมตร)
Z	=	ระยะความสูงของ Drop (เมตร)
h_c	=	$\sqrt[3]{\frac{Q^2}{w^2g}}$
Q	=	ปริมาณน้ำไหลผ่าน (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
w	=	ความกว้างของ Drop (เมตร)
g	=	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที ²)

- อาการลดระดับด้วยท่อ (Culvert Drop)

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

V_p	=	ความเร็วเฉลี่ยของน้ำในท่อ (เมตร/วินาที)
g	=	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 เมตร/วินาที ²)

2. Freeboard สำหรับงานออกแบบระบบชลประทานในแปลงไรนา ใช้ค่า Freeboard ไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร

3.2 การคำนวณทางด้านโยธา (จรรยา กมลรัตน์ และ คณะ 2538)

1. น้ำหนักบรรทุก (Load)

- น้ำหนักคงที่ (Dead Load) ประกอบด้วย น้ำหนักของสิ่งก่อสร้างและน้ำหนักอื่นที่อยู่อย่างถาวรต่อสิ่งก่อสร้าง

ตารางที่ 6 แสดงน้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยปริมาตร

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
อะลูมิเนียมผสม	2,800
หินแกรนิต	2,700
หิน (Sandstone)	2,600
ดินถมอัดแน่นแห้ง	1,900
ดินถมอัดแน่นเปียก	2,200
พื้นถนนชนิดราดยาง	2,300

การเรียกดินและทรายตามตารางข้างบนว่า เปียกและแห้งนั้นเพื่อให้สะดวกในการจำแนกว่าอยู่เหนือหรือใต้ระดับน้ำได้ดิน

- น้ำหนักจร (Live Load) คือ น้ำหนักที่ไม่ได้เกิดอย่างถาวรต่อสิ่งก่อสร้าง

2. การกระจายน้ำหนัก (Distribute Load)

ก. กรณีที่ล้อถ่ายน้ำหนักสู่พื้นโดยตรง

1. ช่วงความยาวน้อยกว่า 3.50 เมตร

$$E = 0.175 S + 1.05$$

เมื่อ E = ความกว้างของพื้นที่แต่ละล้อกระจายน้ำหนักลง

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 การคิदन้หนักทั้งหมดจะต้องพิจารณาเป็นน้ำหนักแผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ลงสู่พื้นที่ซึ่งถูกกำหนดขอบเขตโดยขอบนอกของพื้นที่ย่อย

2. สำหรับพื้นที่ช่วงเดียวผลของน้ำหนักจราจรไม่นำมาคิด เมื่อความลึกของการถมเกิน 2.50 เมตร และเกินความยาวของช่วงพื้น สำหรับหลายช่วงจะไม่นำมาคิดเมื่อความลึกของการถมเกินกว่าระยะทางระหว่างจุดรับน้ำหนักด้านปลายหรือต่อม่อ

3. การแผ่กระจายของน้ำหนักจรที่คิดตามวิธีข้างบนจะต้องไม่เกินกว่าเมื่อคิดว่าล้อถ่ายน้ำหนักลงสู่อาคารโดยตรง

ค. ความกว้างรวมของการกระจายน้ำหนักจะต้องไม่เกินความกว้างรวมของช่วงพื้น

แรงกระแทก

สำหรับการถม 0 เมตร - 0.30 เมตร แรงกระแทก = 30 %

สำหรับการถม 0.31 เมตร - 0.60 เมตร แรงกระแทก = 20 %

แรงดึงใช้งานของเหล็ก (Tensile Stress) เท่ากับ 1,200 กก./ซม.²

คอนกรีตต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม.² โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก $\varnothing 15 \times 30$ ซม. เมื่ออายุครบ 28 วัน

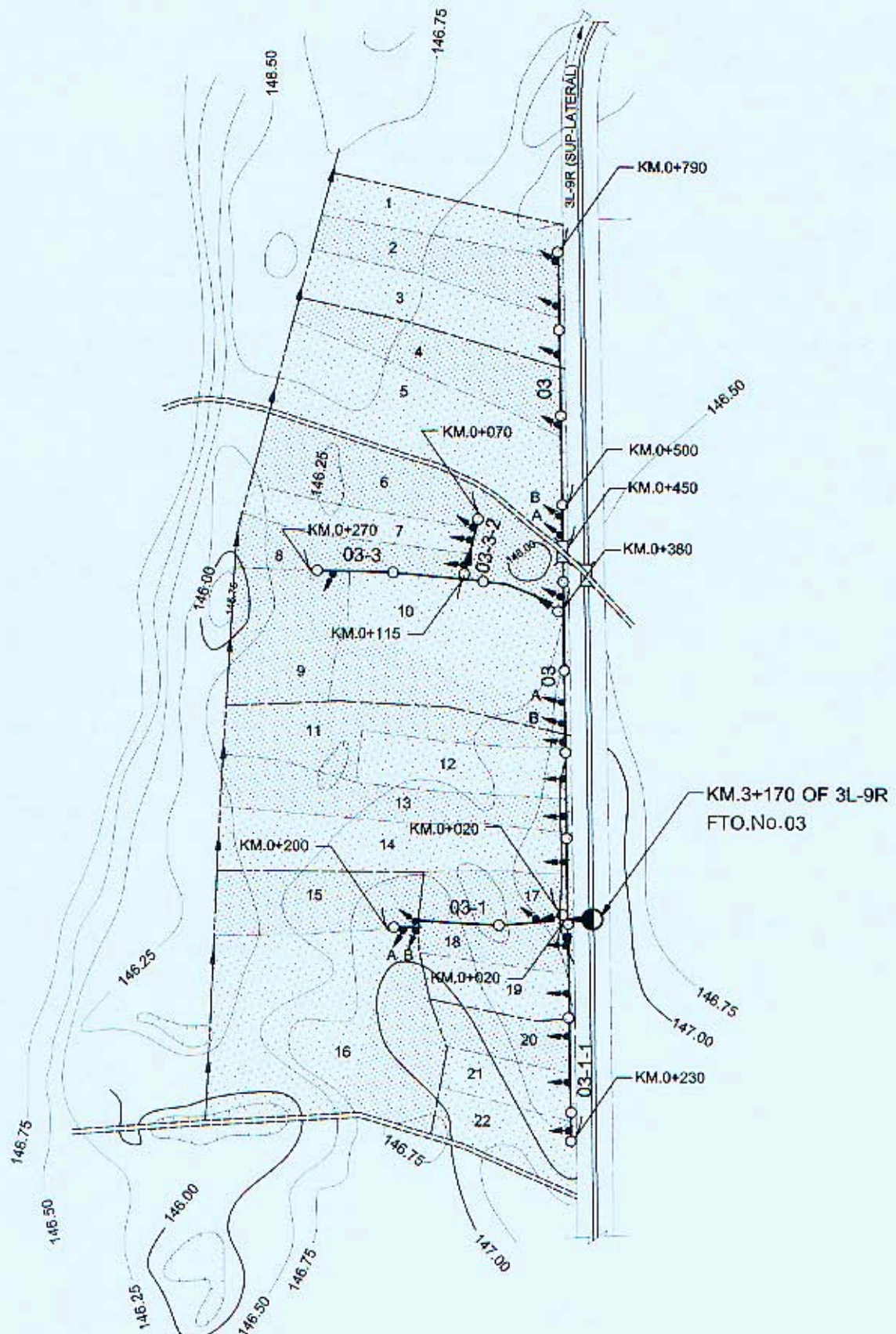
มาตรฐานรายละเอียดเหล็กเสริมให้ดูจากหนังสือมาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กในอาคารคอนกรีตของกรมชลประทาน มีนาคม 2535

บทที่ 4

ตัวอย่างวิธีการส่งน้ำระบบชลประทานในแปลงไรนา

วิธีการจัดตารางส่งน้ำแบบที่ใช้ในงานออกแบบระบบชลประทานในแปลงไรนา

- 1) นำแผนที่แจกส่งน้ำที่จัดตารางการส่งน้ำมาลงหมายเลขแปลง แล้วแบ่งส่วนของคูน้ำ โดยใช้อาคารอัดน้ำ หรืออาคารกลางคู เช่น ท่อลอดที่สามารถอัดน้ำได้ โดยคิดระยะทางน้ำเดินทางจากปากคู ถึงอาคารต่างๆ ว่ามีระยะทางเท่าไร แล้วกำหนดเป็นส่วนเพื่อคิดเวลาการรับน้ำ
- 2) ทำบัญชีแสดงพื้นที่ว่าแปลงหมายเลขใดมีพื้นที่เท่าไร อยู่ในส่วนไหนของคูส่งน้ำ
- 3) จากบัญชีข้อ 2 เปิดตารางที่ 8 ว่าแปลงใดต้องการ เวลารับน้ำเท่าใด
- 4) เมื่อเสร็จข้อ 3 นำมาจัดเวลาวันส่งน้ำของแต่ละแปลงต่อไปซึ่งมีวิธีการพอสังเขปดังนี้
 - 4.1 พยายามส่งน้ำให้เสร็จในแต่ละช่วงการส่งน้ำ หรือระหว่างอาคารกลางคู 2 ตัวติดต่อกันไป
 - 4.2 พยายามให้มีการเปลี่ยนการปิด-เปิดบานในเวลากลางวันให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ไม่สามารถทำได้ทุก Unit)
 - 4.3 การจัดเวลาควรแยกกลุ่มไว้ดังนี้ ถ้ารับน้ำน้อยชั่วโมง เช่น ต่ำกว่า 12 ชม. รับน้ำกลางวัน ถ้าเกินควรจัดเป็นกลุ่ม รับน้ำกลางคืน
 - 4.4 ถ้าจัดการส่งน้ำในช่วงระหว่างอาคารอัดน้ำ 2 ตัวให้เสร็จรวดเดียวไม่ได้ก็ให้พิจารณาแบ่งไป ส่วนที่ใกล้ที่สุดในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วกลับมาส่งช่วงเดิมต่อไป
 - 4.5 การกำหนดปริมาณน้ำในคูส่งน้ำ ควรมีเกินไว้บ้าง เพื่อเพิ่มเติมบางแปลงที่อาจได้รับน้ำน้อยกว่าปกติ



ภาพที่ 4 แสดงแผนส่งน้ำที่ต้องการส่งน้ำแบบหมุนเวียน

ตารางที่ 7 แสดงตัวอย่างการจัดตารางส่งน้ำ

คูสาย	แปลง หมายเลข	พื้นที่ ไร่	อยู่ในส่วน ของคู	ต้องการเวลา รับน้ำ - ชม.
03-1-2 (มีระยะห่างจากปากคูสายใหญ่ 230 เมตร)	17	5.6	1	6.0
	18	4.9	1	5.5
	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 (มีระยะห่างจากปากคูสายใหญ่ 200 เมตร)	15	12.1	1	13.0
	16	34.4	1	47.0
	รวม	46.5		60.0
03 ช่วงแรก (จากปากคูสายใหญ่ 380 เมตร)	14	15.4	2	17.5
	13	10.2	2	11.5
	12	7.7	2	9.0
	11	12.7	2	14.5
	10	24.1	2	27.0
	รวม	70.1		79.5
03-3 และ 03-3-2 (มีระยะห่างจากปากคูสายใหญ่ 565- 650 เมตร)	9	11.7	3	14.0
	8	6.7	3	8.0
	7	5.6	3	7.0
	รวม	24.0		29.0
03 ช่วงท้าย (มีระยะห่างจากปากคูสายใหญ่ 790 เมตร)	6	17.8	4	23.0
	5	2.0	4	26.0
	4	11.0	4	14.5
	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 ต่างๆ

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	5.6	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
25.0	24.7	24.2	22.7	21.2	19.7	18.3	16.5	14.8

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
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

จากพื้นที่รวมที่ได้ค้นหา ปริมาณน้ำของคูส่งน้ำได้โดยคูณด้วยชลภาวะที่หาได้

$$\begin{aligned}\text{จะได้ } Q &= 230.6 \times 0.00023 \\ &= 0.053 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}\end{aligned}$$

$$\text{ใช้ } Q = 0.08 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที หรือ } 80 \text{ ลิตร/วินาที}$$

ดังนั้นคูส่งน้ำจะสามารถส่งน้ำพร้อมๆ กันได้ 2 Farm Inlets (ที่รับน้ำเข้าแปลงไร่นา)

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 วันเวลาค่ำๆ ก่อน ดังนี้

คู 03-1-1 ต้องการ 18 ชม. ถ้าเริ่ม 07.00 น. จะเสร็จเวลา 01.00 น. ของวันใหม่ ซึ่งไม่เหมาะสม จึงควรเริ่มใหม่ โดยหมุนเวียนร่วมกับ คู 03-1

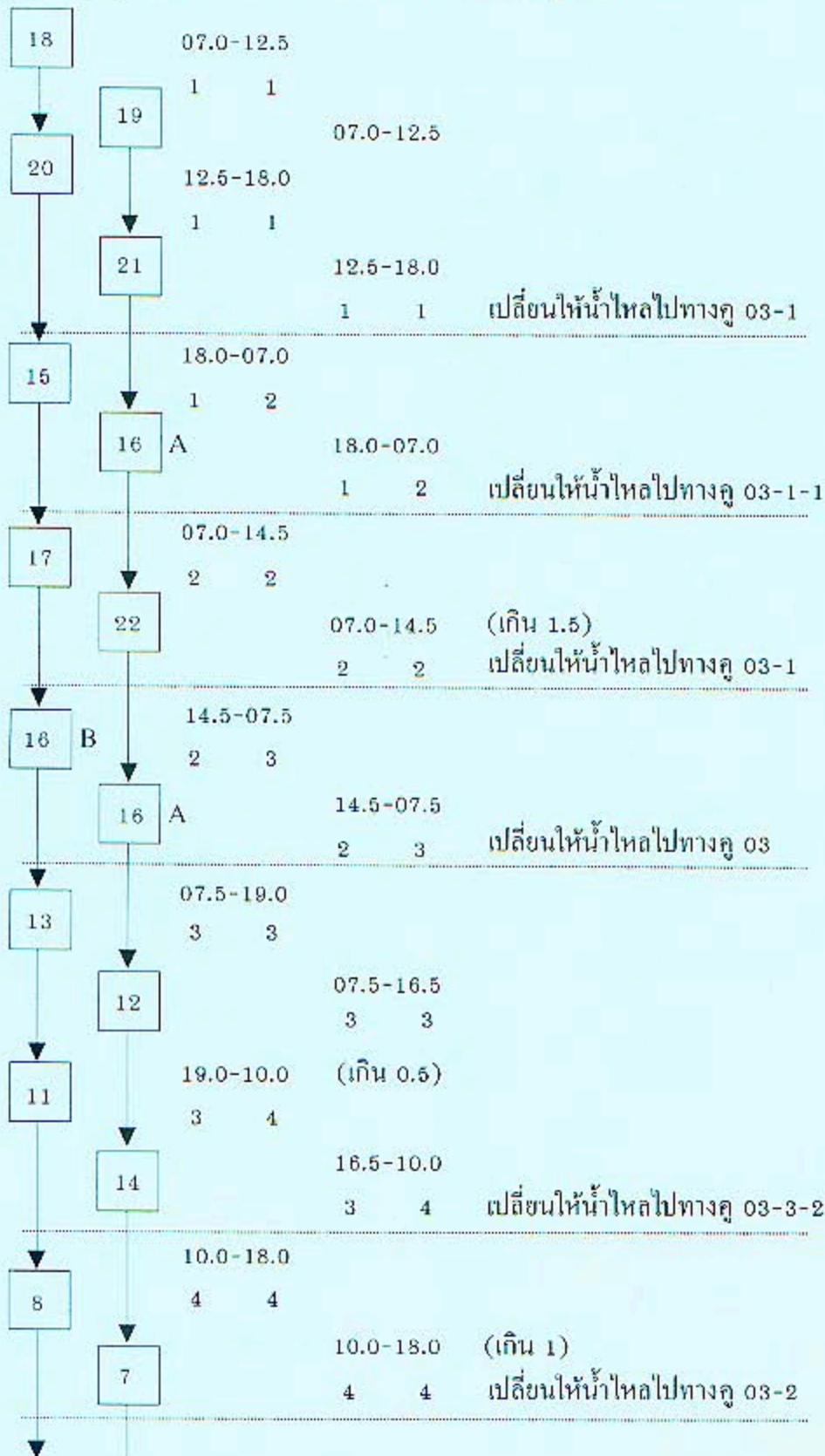
คู 03-1 เวลา = 18 + 30 = 48 ชม. ถ้าเริ่ม 07.00 น. จะเสร็จ เวลา 07.00 น. พอดี และเป็นเวลา 2 วัน ต่อจากนี้ในช่วงคู 03 มาคิดต่อ

คู 03 ช่วงแรก ต้องการ 40 ชม. เริ่ม 07.00 น. จะเสร็จเวลา 23.00 น. ซึ่งเป็นเวลากลางคืน จึงไม่เหมาะสม ต้องพิจารณาร่วมกับ คู 03-3 และ 03-3-2

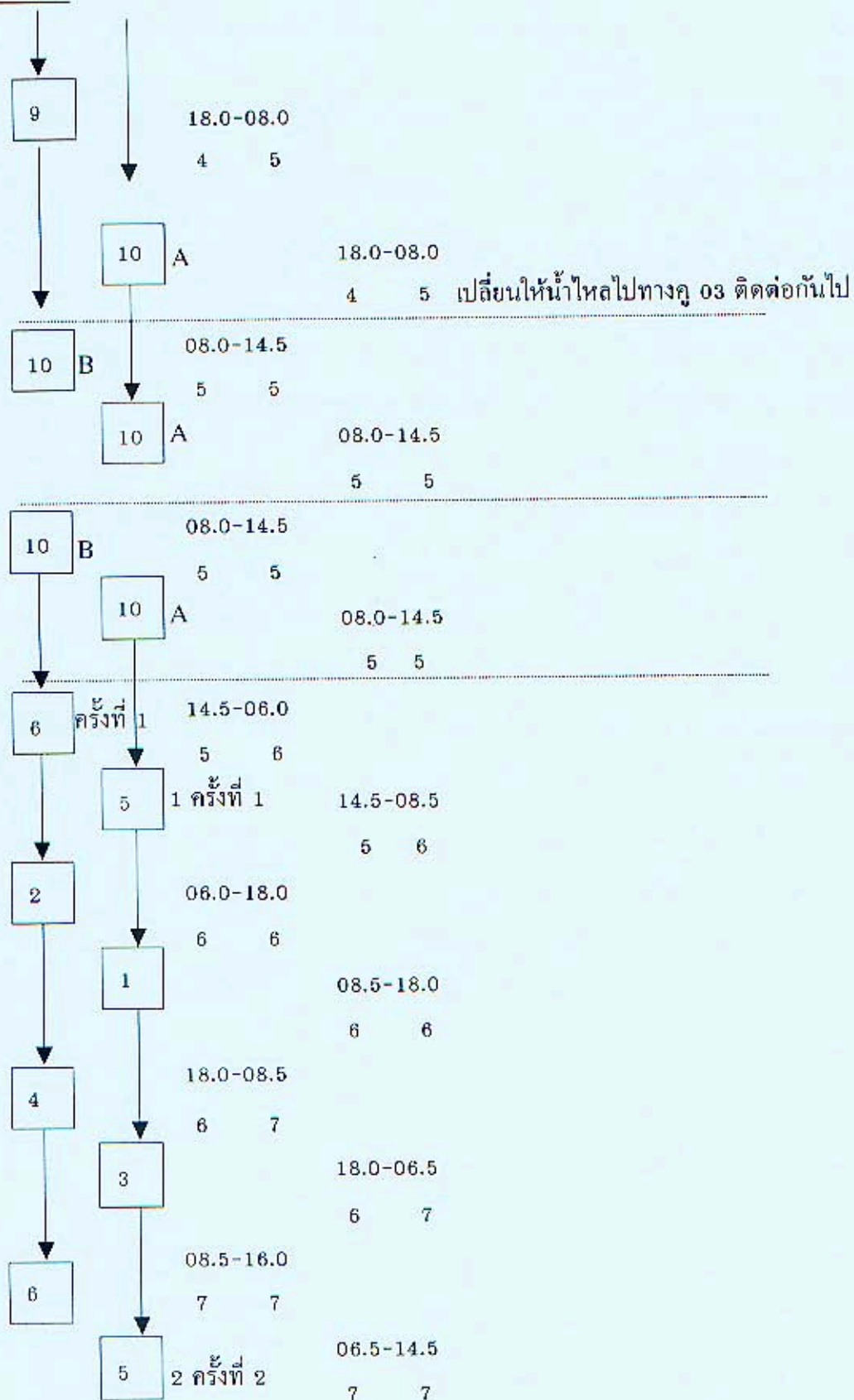
คู 03-3 และ 03-3-2 จะเป็นเวลารวม = 40 + 14.5 = 54.5 ชม. ถ้าเริ่มจาก 07.00 น. จะเสร็จเวลา 13.30 น.

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

ตารางที่ 9 แสดงตัวอย่างการจัดเวลาส่งน้ำแบบหมุนเวียน



ตารางที่ 9 (ต่อ)



หมายเหตุ

ช่วงเวลา 18.0 - 14.5 เดิมน้ำเข้าบางท่อที่คิดว่าได้น้ำน้อยในช่วงท้ายของคู 03
7 7

หลัง 14.5 - 07.0 นำน้ำส่วนเกินไปเติมที่ใดก็ได้หรือปิดเสียเลย
7 7

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

เมื่อเจ้าหน้าที่ชลประทานเปิดประตูปากคู หรือท่อส่งน้ำเข้ามา แล้วขอให้การควบคุมบังคับน้ำในคูเป็นของชาวนาควบคุมบังคับน้ำกันเอง ซึ่งตามตัวอย่างจะแยกหน้าที่กันทำได้ ดังนี้

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 18

1) ปิดบาน อาคารทดน้ำ ของคู 03 ทางด้านคู 03 และ 03-1 แล้วเปิดทางด้านคู 03-1-1 เพื่อให้ น้ำเข้าคู 03-1-1 ด้านเดียว

2) เปิดบาน Farm Inlet ของตน (หมายเลข 18) ในทุกวัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 07.00 น.
เจ้าของนาแปลงหมายเลข 19

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

2) เปิดบานในทุกๆ วัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 07.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 20

1) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 20 และปิดบานหมายเลข 18

2) เปิดบานในทุกๆ วัน 1 หรือ วันจันทร์ เวลา 12.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 21

1) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 21 และปิดบานหมายเลข 19

2) เปิดบานในทุกๆ 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 ในทุกๆ 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 เปิดไว้แล้วและยังเปิดต่อไป) ในวัน 2 หรือ อังคารถัดไป

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 17

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

2) เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 17 ในทุก ๆ วัน 2 หรือวันอังคารเวลา 07.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 22

เปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 22 แล้วเปิดบาน Farm Inlet หมายเลข 20 และ 21 ทุก ๆ วัน 2 หรือ วันอังคาร เวลา 07.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 13

1) เปิดบาน อาคารทดน้ำ ด้านคู 03 ปิดทางด้านคู 03-1

2) เปิดบาน Farm Inlet ของตน ทุก ๆ วัน 3 หรือวันพุธ เวลา 07.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 12

เปิดบาน Farm Inlet ของตนทุก ๆ วัน 3 หรือ วันพุธ เวลา 07.30 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 03 ทางด้านคู 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) เปิดบาน Farm Inlet ของตนครั้งแรกหมายเลข 10A ในวัน 4 หรือวันพฤหัสบดีเวลา 18.00 น. ปิดบาน Division Box กม. 0+380 ทางด้านคู 03-3 และเปิดบาน Farm Inlet 10 B ในวัน 5 หรือวันศุกร์ เวลา 08.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 6

- 1) เปิดบาน อาคารทดน้ำ กม. 0+380 ของคู 03 ทางด้านคู 03 แล้วปิดบานทางด้านคู 03-3
- 2) เปิดบาน Farm Inlet ทุกๆ วัน 5 หรือวันศุกร์ เวลา 14.30 น.
- 3) เปิดบาน Farm Inlet วัน 7 หรือวันอาทิตย์ เวลา 08.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 5

- 1) เปิดบาน Farm Inlet ของตนในวัน 5 หรือวันศุกร์ เวลา 14.30 น.
- 2) เปิดบาน Farm Inlet ของตนในวัน 7 หรือวันอาทิตย์ เวลา 06.30 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 2

เปิดบาน Farm Inlet ของตนและเปิดบานเลขที่ 6 ในวัน 6 หรือวันเสาร์ เวลา 06.00 น.

เจ้าของนาแปลงหมายเลข 1

เปิดบาน Farm Inlet ของตนและเปิดบานหมายเลข 5 ในวัน 6 หรือวันเสาร์ เวลา 08.30 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 ซึ่งปกติหน้าที่รับน้ำนั้นจะต้องทำประมาณ 16-20 ครั้งต่อ 1 ฤดูกาลเพาะปลูกเท่านั้น การกำหนดหน้าที่จึงพยายามให้ปฏิบัติงานเท่าๆ กันให้มากที่สุดที่จะทำได้ แต่เมื่อมีความจำเป็นก็ต้องให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันได้บ้างเล็กน้อย ตามตัวอย่างจะพบว่าแต่ละกลุ่มจะปฏิบัติงานด้านการส่งน้ำมากน้อยกว่ากัน ดังนี้

1) กลุ่มที่ทำหน้าที่เพียงเปิดบาน Farm Inlet ของตน และปิดบาน Farm Inlet ของผู้อื่น ที่ใช้น้ำอยู่ก่อน

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 เพราะในฤดูกาลเพาะปลูกครั้งหนึ่งจะต้องทำหน้าที่ดังกล่าวเพียงประมาณ 20 ครั้งเท่านั้น

ก่อนเริ่มทำการส่งน้ำควรมีการประชุมผู้ทำนาทุก ๆ แปลง เพื่อชี้แจงหน้าที่ของแต่ละคน มอบตารางการส่งน้ำและหน้าที่ของทุก ๆ คนให้แต่ละคนได้ทราบ รวมทั้งการทดลองซักซ้อมความเข้าใจว่าใครจะต้องทำอะไรบ้างในสนาม

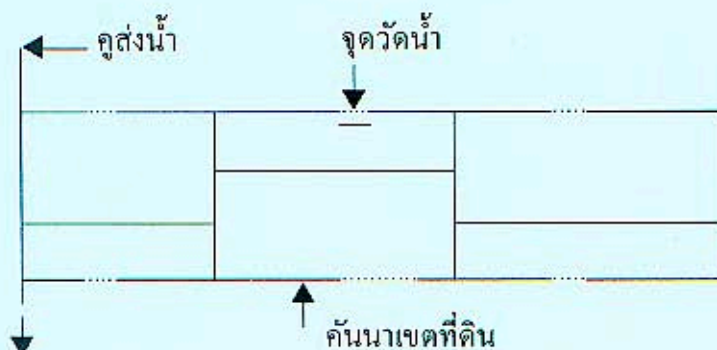
เนื่องจาก วิธีการส่งน้ำดังกล่าวนี้เป็นวิธีการแบบลูกทุ่งซึ่งไม่ได้มีเกณฑ์กำหนดที่แน่นอนพอเชื่อถือได้มาก่อน จึงต้องทำการส่งน้ำไปหาข้อมูลไป เพื่อหาความเหมาะสมในแต่ละท้องที่ โดยมีค่าสมมุติอยู่ 2 ค่าที่ต้องการตรวจสอบในสนามต่อไปอีก ดังนี้คือ

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

2. โดยที่จริงแล้วค่าต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจมีวิธีการคำนวณออกมาได้หรือทำการทดลองหา แต่ก็ยังเป็นวิธีการซับซ้อนยุ่งยากพอสมควรและที่สำคัญที่สุดคือ อาจได้ค่าจากการทดลองของที่หนึ่งแล้วนำไปใช้ในอีกที่หนึ่งเป็นส่วนใหญ่ตัวเลขที่ได้ อาจเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมแก่พื้นที่ที่ทำการส่งน้ำอยู่ก็ได้

ดังนั้นเมื่อทำการส่งน้ำจนปักดำเสร็จเรียบร้อยแล้วเราอาจหาตัวเลขความต้องการน้ำชลประทานได้ โดยเริ่มจากวิธีง่าย ๆ โดยไม่หวังผลแน่นอนเพื่อประโยชน์ทางวิชาการนัก แต่ใช้สำหรับการส่งน้ำเฉพาะแห่งเท่านั้น

วิธีดังกล่าวอาจทำได้โดยการหา แผ่นอิฐ หรือ คอนกรีตบล็อก วางกลลงในพื้นนาจนผิวบนอยู่ในระดับเดียวกันกับพื้นนาบริเวณที่วางแผ่นอิฐหรือคอนกรีตบล็อก คือริมคันนาส่วนที่อยู่ประมาณกลางแปลงทางริมใดริมหนึ่ง (ดังภาพ) ทำจุดวัดเช่นนี้ไว้ทุก ๆ เจ้าของนาเพื่อว่าต่อไปอาจขอร้องขานาทำการวัดให้ก็ได้



การจัดจะเริ่มวัดโดยใช้ไม้บรรทัดพลาสติกธรรมดาที่มี Scale มิลลิเมตร โดยเริ่มวัดระดับน้ำ ภายหลังที่ชาวนาแบ่งน้ำเข้าแปลงย่อยเสร็จแล้ว ซึ่งควรเป็นหลังจากวันรับน้ำ 1 วัน ครั้งหนึ่ง และอีกครั้งหนึ่ง ก่อนรับน้ำ 1 วัน ซึ่งเวลาจะห่างกันประมาณ 5 วัน แล้วนำผลต่างของการวัดปริมาณน้ำทั้ง 2 ครั้ง มาหารด้วย จำนวนวัน เราก็สามารถรู้ได้คร่าวๆ ว่า มีการสูญเสียน้ำในนาไปวันละเท่าใดในช่วงนั้น โดยนำค่าที่วัดได้ อย่างหยาบๆ นี้นี้ทุกๆ แปลงมาหาส่วนเฉลี่ย ถ้าทำได้เช่นนี้ไปทุกสัปดาห์ จนตลอดช่วงเวลาการส่งน้ำ เราจะสามารถนำมาพิจารณาถึงมาตรการประหยัดน้ำในปีต่อไปได้

2. ค่า Conveyance loss การหาค่าการสูญเสียระหว่างทางนี้ ยังไม่มีวิธีการที่จะหาค่าดังกล่าว ได้ง่ายๆ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการวัดน้ำผ่านอาคารอัดน้ำต่างๆ ทุกๆ แห่ง เพื่อนำมาตรวจสอบว่าค่าสมมุติ ที่ตั้งไว้นั้น จะต้องแก้ไขอย่างไร เพื่อจะได้แก้ไขตารางส่งน้ำให้เหมาะสมที่สุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- คู่มือการออกแบบและการทำงานผลิตภัณฑ์ท่อพีวีซี “ตราช้าง”
- จรุง กมลรัตน์และ คณะ 2538 มาตรฐานและคู่มือการออกแบบอาคารชลประทานในระบบส่งน้ำ และระบายน้ำ กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- จุลอง เกิดพิทักษ์ และ ชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ 2523 การศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการเตรียมแปลงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก รายงานของ Ilaco/Empire M & T เสนอดกรมชลประทาน
- เนาวรัตน์ ป้อมทอง 2526 หลักเกณฑ์การออกแบบระบบชลประทานในแปลงนา, ในคณะกรรมการจัดสัมมนาทางวิชาการ (ผู้รวบรวม) เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด 2533 ตำราออกแบบโครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนา อ. เมือง จ. นราธิวาส
- ปฏิภาณ อมาตยกุล ออกแบบอาคารชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ไพฑูรย์ พะลาชะสุต 2535 อนุสรณ์เกษียณ
- วราวุธ วุฒินิชย์ 2538 การออกแบบระบบชลประทานในระดับไร่นา ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม
- SVER DRUP & PARCELAND ASSOCIATES INC. RESOURCES ENGINEERING CONSULTANT CO, LTD. 1981. PATTANI MULTIPURPOSE PROJECT DESIGN CRITERIA. CONTRACT NO. 1787 TH-3-2

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
ถนนสามเสน เขตดุสิต กทม. 10300 โทร. 0 2243 0611 โทรสาร 0 2243 1820
นางสาวสุดาวดี แสงสุริย์ฉาย ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา พ.ศ. 2546