สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คู่มือการพิจารณาเบื้องต้นงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก

สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน

คำนำ

งานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ปัจจุบันมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน ที่มีความแห้งแล้ง ขาดแคลนแหล่งน้ำอย่างมาก เนื่องจากในหลายพื้นที่อยู่ใกล้ต้นน้ำลำธาร ที่มีสภาพป่าต้นน้ำถูกทำลายไปมากแล้ว ประกอบกับคุณภาพของดินค่อนข้างต่ำ ทำให้เกษตรกรเดือดร้อน ทั้งน้ำเพื่อการเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภค การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ในเขตพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน จึงทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากพื้นที่ไม่อำนวย โดยเฉพาะในเขตปฏิรูปที่ดินภาคเหนือและภาคใต้

คู่มือการพิจารณาเบื้องต้นงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กนี้ จัดทำขึ้นตามภารกิจที่ สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน ได้รับผิดชอบให้ดำเนินการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ตามกรอบภารกิจที่ได้รับจาก คณะกรรมการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้เขียนได้เรียบเรียงและสรุปเนื้อหาให้ง่าย เพื่อเป็นแนวทางสำหรับวิศวกรโยธาที่ยังขาดประสบการณ์ หรือผู้สนใจใช้เป็นคู่มือ ในการพิจารณาความเหมาะสมและออกแบบเบื้องต้นทางด้านวิศวกรรม สามารถตัดสินใจเลือก ประเภทงาน ตำแหน่ง และขนาดของแหล่งน้ำ ซึ่งมีลักษณะงานแตกต่างกันไปหลายประเภท เช่น งานสระเก็บน้ำ ฝาย ทำนบดินกั้นน้ำ และอ่างเก็บน้ำ โดยผู้เขียนได้เพิ่มเติมงานชลประทานแบบจุลภาค ซึ่งเป็นระบบการให้น้ำแบบประหยัดและให้ผลคุ้มค่าแก่การลงทุน เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในพื้นที่ ส.ป.ก. ทั้งนี้คู่มือนี้จะไม่กล่าวถึงงานพัฒนาแหล่งน้ำใต้ดินส่วนการออกแบบ โดยละเอียดเพื่อจัดทำแบบก่อสร้างผู้ออกแบบสามารถค้นคว้าจากหนังสือตำราเรียน หรือ คู่มือการออกแบบอื่นๆได้

นายบัณฑิต พันธาสุ
วิศวกรโยธา ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มพัฒนาพื้นที่ภาคใต้

สารบัญ

หน้า

คำนำ

บทที่ 1 งานพัฒนาแหล่งน้ำต้นทุน

1. ประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน 1
2. การพิจารณาความเหมาะสมแหล่งน้ำเบื้องต้น 3
3. การหาพื้นที่รับน้ำ 4
4. การคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ , สระเก็บน้ำ 4
5. การคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุด 5

บทที่ 2 สระเก็บน้ำ

1. การประมาณการปริมาณน้ำต้นทุนที่ต้องการ 9
2. การหาขนาดสระเก็บน้ำ 9
3. ประเภทของสระเก็บน้ำ 11

บทที่ 3 ฝาย

1. ฝายต้นน้ำลำธาร 13
2. ฝายเพื่อการเกษตร 14

บทที่ 4 อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก

1. การพิจารณาจุดที่ตั้งโครงการ 19
2. การประมาณการน้ำใช้เพื่อชลประทาน 20
3. การคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ 22
4. อาคารประกอบ 27
5. การออกแบบน้ำไหลผ่านท่อลอด 29

บทที่ 5 การชลประทานแบบจุลภาค

1. ข้อดีของระบบให้น้ำแบบจุลภาค 32
2. ข้อเสียและปัญหาในชลประทานแบบจุลภาค 33
3. การจำแนกประเภทของระบบการให้น้ำแบบจุลภาค 33
4. องค์ประกอบของระบบให้น้ำแบบจุลภาค 34
5. การเลือกหัวจ่ายน้ำ 35
6. ความดันและอัตราการจ่ายน้ำที่หัวจ่ายน้ำ 36
7. สรุปการพิจารณาเลือกใช้หัวจ่ายน้ำ 36
8. ชนิดของท่อ 38
9. การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ 39
10. รูปแบบแปลนติดตั้งระบบให้น้ำ 40

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1	ตารางแสดงปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่ – พืชสวน - พืชผัก
ภาคผนวก 2	ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี - ภาคเหนือ
	ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
	ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี - ภาคกลาง
	ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี - ภาคใต้
ภาคผนวก 3	ตารางข้อมูลอุทกวิทยาในประเทศไทยแยกตามรายภาค
	Rainfall Intensity – Duration - Frequency Curve
ภาคผนวก 4	แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่ดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำ (ฝาย)
	แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่ดำเนินการระบบส่งน้ำ

บทที่ 1 งานพัฒนาแหล่งน้ำต้นทุน

แหล่งน้ำต้นทุน ในที่นี้หมายถึง แหล่งน้ำที่คนสร้างขึ้นหรือแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีปริมาณน้ำ และศักยภาพเพียงพอ ที่จะนำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรมเป็นหลัก

งานพัฒนาแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดินฯ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน (ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแหล่งน้ำผิวดิน)

*1. **ประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน*** มี 2 ชนิด คือ แหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ห้วย , หนอง , คลอง , บึง และแหล่งน้ำที่ก่อสร้างพัฒนาขึ้น ซึ่งในเขตปฏิรูปที่ดินฯการพัฒนาแหล่งน้ำส่วนใหญ่ จะเป็นการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก เนื่องจาก การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น อ่างเก็บน้ำหรือขุดสระเก็บน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ มักจะต้องใช้พื้นที่เพื่อรองรับน้ำเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ต้องสูญเสียพื้นที่มาก ในบางครั้งเกษตรกรจำเป็นต้องสละที่ทำกินบางส่วนในการก่อสร้าง ซึ่ง ส.ป.ก. ได้จัดที่ดินทำกินให้เกษตรกรแต่ละรายน้อยอยู่แล้ว ดังนั้นงานพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก จึงเป็นงานพัฒนาที่น่าจะเหมาะสมกว่า โดยสามารถแยกประเภทและการใช้ประโยชน์ได้สังเขป , ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *ประเภทของแหล่งน้ำและการใช้ประโยชน์*

ลำดับที่	ประเภทแหล่งน้ำ	การใช้ประโยชน์	ระบบส่งน้ำ
1	อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (ความจุ 200,000 - 2,000,000 ลบ.ม.)	- พื้นที่รับประโยชน์ ประมาณ 200 – 3,000 ไร่ - นาข้าว , พืชสวน , พืชไร่	- คลองส่งน้ำ - ท่อส่งน้ำ
2	ฝาย 2.1. ฝายต้นน้ำลำธาร - ฝายชั่วคราว - ฝายกึ่งถาวร - ฝายถาวร	- ชะลอน้ำ - อนุรักษ์ดินและน้ำ - การเกษตรริมห้วย	- เครื่องส่งน้ำขนาดเล็ก - คูส่งน้ำ
	2.2. ฝายทดน้ำเพื่อการเกษตร - ฝายสันมน - ฝายสันคม - ฝายสันกว้าง	-พื้นที่รับประโยชน์มากกว่า 100 ไร่ - การเกษตรริมห้วย - ข้าว , พืชไร่ , ผัก	- คลองส่งน้ำ - ท่อส่งน้ำ - ชลประทานจุลภาค
3	สระเก็บน้ำสาธารณะ (หนอง , บึง) 3.1. สระเก็บน้ำสาธารณะ (หนอง , บึง) ขนาดใหญ่ (ขนาดความจุมากกว่า 20,000 ลบ.ม.)	-พื้นที่รับประโยชน์มากกว่า100ไร่ - พืชผัก - พืชสวน, นา , ไร่	- ระบบสูบน้ำขนาดเล็ก - ชลประทานจุลภาค
	3.2.สระเก็บน้ำสาธารณะ (หนอง , บึง) ขนาดเล็ก (ขนาดความจุน้อยกว่า 20,000 ลบ.ม.)	-พื้นที่รับประโยชน์น้อยกว่า 100 ไร่ - พืชผัก - พืชสวน, นา , ไร่	- ระบบสูบน้ำขนาดเล็ก - ชลประทานจุลภาค
4	สระเก็บน้ำประจำไร่นา 4.1. สระเก็บน้ำประจำไร่นา ขนาด 1,260 ลบ.ม.	- พื้นที่รับประโยชน์ 1 - 2 ไร่ - พืชผักสวนครัว	- เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก - ชลประทานจุลภาค
	4.2. สระเก็บน้ำประจำไร่นา ขนาด 4,000 - 6,000 ลบ.ม.(สระขยาย)	- พื้นที่รับประโยชน์ ประมาณ 3-5 ไร่ - พืชผักสวนครัว	- เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก - ชลประทานจุลภาค

2. <u>การพิจารณาความเหมาะสมแหล่งน้ำเบื้องต้น</u>

การพิจารณาสภาพพื้นที่ภูมิประเทศต่างๆ ว่ามีความเหมาะสมจะก่อสร้างเป็นแหล่งน้ำต้นทุนหรือไม่ จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลพิจารณาหลายด้าน เช่น แผนที่ภูมิประเทศ , ข้อมูลอุทกวิทยา , ความต้องการใช้น้ำของเกษตรกร และ ข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นในพื้นที่สนาม เพื่อให้สามารถกำหนดชนิด , ขนาด ของแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของเกษตรกร มีความประหยัดและปลอดภัย ซึ่งสามารถดำเนินการได้ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบข้อมูลในสำนักงาน ต้องจัดเตรียมและตรวจสอบดังนี้

2.1.1. จัดเตรียมแผนที่ภูมิประเทศ มาตรส่วน 1: 50,000 และ 1 : 4,000 (ถ้ามี) ให้นำแผนที่มาตรวจสอบแนวเขตปฏิรูปที่ดิน พร้อมทั้งพิจารณาตำแหน่งของแหล่งน้ำต่างๆที่มีอยู่และพิจารณาตรวจสอบหาตำแหน่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำ

2.1.2. หาขนาดของพื้นที่รับน้ำ จากแผนที่

2.1.3. จัดเตรียมข้อมูลอุทกวิทยา เช่น ปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ยรายเดือน – ปี , อัตราการระเหยของน้ำ , กราฟแสดงความเข้มของฝนต่อช่วงเวลา

2.1.4. คำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงมายังตำแหน่งของแหล่งน้ำทั้งปีและช่วงฤดูแล้ง (ประมาณ 6 เดือน) เพื่อนำมาใช้พิจารณาว่ามีน้ำเพียงพอกับปริมาณความต้องการใช้น้ำของเกษตรกรหรือไม่

2.1.5. ติดต่อขอข้อมูลเบื้องต้นกับ ส.ป.ก. จังหวัด เพื่อขอทราบพื้นที่เป้าหมายและความต้องการใช้น้ำของเกษตรกร

2.2. การตรวจสอบพื้นที่ภาคสนาม มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้ทราบสภาพภูมิประเทศจริง ทราบขนาดของลำน้ำ ความลาดเอียงของพื้นที่ ลักษณะของดินซึ่งจะทำให้ทราบถึงความสามารถในการเก็บกักน้ำ การรั่วซึม และความมั่นคงของการรับน้ำน้ำหนัก รวมทั้งความต้องการและปัญหาของเกษตรกร ชนิดของพืชที่เพาะปลูก และสภาพของแหล่งน้ำต่างๆ บริเวณใกล้เคียง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะทำให้เราตัดสินใจเลือกประเภทและตำแหน่งของแหล่งน้ำได้

2.3. จากข้อมูลในข้อ 2.1. และ 2.2. ทำให้เราสามารถคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำต้นทุนของเกษตรกร เพื่อนำมาคำนวณหาขนาดของแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อไปได้

ส่วนการพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมในการก่อสร้าง แหล่งน้ำต่างๆ เช่น สระเก็บน้ำ ฝาย และอ่างเก็บน้ำ จะกล่าวถึงในบทต่อๆไป

3. <u>การหาพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area)</u>

หาได้จากพื้นที่แสดงเส้นชั้นความสูง (Contour line) มาตราส่วน 1: 4,000 หรือ 1:16,000 และ 1:50,000 สำหรับแหล่งน้ำที่มีลำห้วยสายหลักยาวและมีพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่

วิธีการหาพื้นที่รับน้ำ ทำได้โดยลากเส้นขอบเขตของพื้นที่รับน้ำในแผนที่โดยเริ่มจากตำแหน่งที่ตั้งโครงการฯ วนซ้ายหรือขวาก็ได้ โดยลากเส้นขอบเขตไปตามแนวสันปันน้ำ แล้ววนกลับมาบรรจบที่เดิม(ตำแหน่งที่ตั้งโครงการฯ) ทั้งนี้การลากเส้นขอบเขตจะอยู่ในดุลพินิจของผู้ดำเนินการ ซึ่งเมื่อคิดขนาดของพื้นที่ออกมาแล้วอาจแตกต่างกันได้เล็กน้อยในแต่ละบุคคล

4.<u>การคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ , สระเก็บน้ำ</u>

ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยทั้งปี

= ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า x ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี x พื้นที่รับน้ำ

= C x R x A

ทั้งนี้ค่า **C** = ส.ป.ส. น้ำท่า

R =ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี(หาได้จากข้อมูลสถานีวัดระดับปริมาณน้ำฝน,กรมอุตุนิยมวิทยา) มีหน่วยเป็นเมตร

A = พื้นที่รับน้ำ หน่วยเป็น ตารางเมตร

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ต้องการหาปริมาณไหลลงอ่างเก็บน้ำ ขนาดพื้นที่รับน้ำ 1.5 กม.^{2} มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี = 1,120 มม. /ปี ให้ค่า ส.ป.ส. น้ำท่า = 0.2

$R = \frac{1,120}{1,000} = 1.12$ ม /ปี

$A = 1.5 \times 1,000 \times 1,000 = 1.5 \times 10^6$ ม^2

ดังนั้น ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง $= 0.2 \times 1.12 \times 1.5 \times 10^6 = 336,000$ ลบ.ม./ปี

ตาราง สัมประสิทธิ์น้ำท่า

พื้นที่รับน้ำฝน (กม)^2	สัมประสิทธิ์น้ำท่าเฉลี่ย , C		
	A	B	C
น้อยกว่า 1.0	0.40	0.325	0.225
1.0 - 5.0	0.375	0.275	0.225
5.0 - 10.0	0.325	0.225	0.20
มากกว่า 10.0	0.30	0.20	0.15

โดยที่ A = พื้นที่รับน้ำฝนที่มีความลาดชันมาก (ความลาดชันตั้งแต่ 8 % ขึ้นไป)

B = พื้นที่รับน้ำฝนที่มีความลาดชันปานกลางถึงมาก (ความลาด 3-8 % ขึ้นไป)

C = พื้นที่รับน้ำฝนค่อนข้างราบ (ความลาด 0-3 % ขึ้นไป)

5. <u>การคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุด (Flood discharge)</u>

ปริมาณน้ำนองสูงสุด หมายถึง น้ำจำนวนมากที่สุดที่ไหลมาในลำน้ำ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลาติดต่อกัน การคำนวณหา Flood discharge เพื่อใช้เป็น Max Flood สำหรับคำนวณหาขนาดของฝาย หรือทางระบายน้ำล้น สามารถคำนวณหาได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่รับน้ำ และประเภทของแหล่งน้ำ ที่ต้องการพัฒนา สำหรับพื้นที่เขตปฏิรูปที่ดิน ที่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร มีขนาดพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) น้อย การคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุด (Max Flood) สามารถเลือกใช้สูตรได้ดังนี้

5.1 <u>กรณีพื้นที่รับน้ำ < 25 กม.^{2}</u>

FORMULA ; Q = 0.278 **CIA**

เมื่อ **Q** = อัตราการไหลสูงสุด (m^3/s)

C = ส.ป.ส. น้ำหลาก

I = ความเข้มข้นจาก rainfall intensity ($^{มม}/_{ชม.}$)

A = พื้นที่รับน้ำ (km^2)

หาได้จาก Intensity – Duration Curue ใช้ Return Peroid 20 หรือ 25 ปี

การหาค่า I จาก Rainfall intensity - Duration Curue จะต้องหาค่า Tc (Duration)

จาก **Tc** = $(0.8 L^3 / H)^{0.385}$ หน่วยเป็นชั่วโมง

H = ผลต่างของความสูงระหว่างจุดที่จะออกแบบอาคารกับผนังขอบพื้นที่รับน้ำ ของลำน้ำสายใหญ่

L = ความยาวของลำน้ำสายใหญ่จากจุดที่จะออกแบบ

5.2. <u>กรณีพื้นที่รับน้ำ > 25 กม.</u>

จะไม่กล่าวถึงในที่นี้ เนื่องจากมีรายละเอียดขั้นตอนมาก และมีหลากหลายวิธีเช่นวิธี Unit Hydrograph, วิธี Manning และวิธี Slope-Area เป็นต้น

ตัวอย่างการคำนวณ

กรณี Catchment Area < 25 Km^2 (จ.พิษณุโลก)

Catchment Area = 1.50 Km^2 , **L** = 1.5 , **H** = 3

	C	=	0.20
จาก	**Tc**	=	$(0.80 L^3 / H)^{0.385}$
ได้	**Tc**	=	0.96 hrs.
	I	=	หาจาก Rainfall Intensity – Duration Curve
			ใช้ Return Peroid 25 ปี (ดูภาคผนวก 2)
ที่	**Tc**	=	0.96 hrs. อ่านค่า I ได้ 87 mm/hr
จากสูตร	**Q**	=	0.278 CIA
ได้	**Q**	=	0.278x 0.20x87x1.50
		=	7.25 m^3 / s

5.3 ใช้ตัวคูณปรับค่า หาปริมาณน้ำนองสูงสุด ตามข้อมูลอุทกวิทยาที่ปรากฏในภาคผนวก 3 โดยใช้ขนาดของพื้นที่รับน้ำ และ รอบปีในการกำหนดค่า ทั้งนี้รอบปีที่ใช้ขึ้นอยู่ในดุลย์พินิจของผู้ออกแบบ ซึ่งจะกำหนดตามประเภทของอาคารระบายน้ำที่จะออกแบบ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

- ท่อกลม ค.ส.ล. ใช้รอบปี 5-10
- ท่อสี่เหลี่ยม ค.ส.ล. ใช้รอบปี 25
- สะพาน ค.ส.ล. ใช้รอบปี 25-50
- ฝาย, อ่างเก็บน้ำ ใช้รอบปี 25

ตารางที่ 2 *: ค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราน้ำหลาก (COEFFICIENT OF RUNOFF)*

KIND OF WATERSHED	SLOPE %	VALUE OF C
Cultivated Gentle	0.00-5.00	0.40
Cultivated Rolling	5.00-10.00	0.60
Cultivated Hilly	10.00-30.00	0.72
Pasture Gentle	0.00-5.00	0.25
Pasture Rolling	5.00-10.00	0.36
Pasture Hilly	10.00-30.00	0.42
Timber Gentle	0.00-5.00	0.15
Timber Rolling	5.00-10.00	0.18
Timber Hilly	10.00-30.00	0.21
ที่อยู่อาศัย หนาแน่นน้อย		0.40- 0.45
ที่อยู่อาศัย หนาแน่นปานกลาง		0.50-0.55
ที่อยู่อาศัย หนาแน่นมาก		0.55-0.60
ย่านการค้า		0.50-0.70
โรงเรียน – โรงพยาบาล		0.40-0.70
ย่านอุตสาหกรรม		0.50-0.70
สวนสาธารณะ – สนามหญ้า		0.20-0.30
พื้นที่เกษตรกรรม		0.20-0.30
พื้นที่รกร้าง		0.10-0.30
ที่มาของข้อมูล : HAND BOOK OF APPLIED HYDRAULICS / DAVIS		

5.4 *กรณีไม่มีสถิติข้อมูลอุทกวิทยา*

FORMULA ; Q = KA^n

เมื่อ **n ,K** = ตัวแปร , ตัวคูณปรับค่า (ใช้ตามตารางที่ 3)

การใช้สูตรนี้คำนวณหา Max Flood เหมาะสำหรับการใช้ในกรณีไม่มีข้อมูล น้ำฝนจากสถานีวัดน้ำ โดยมากใช้เพื่อตรวจสอบการคำนวณจากสูตรอื่น หรือใช้ในกรณีตรวจสอบความเหมาะสมเบื้องต้น การใช้ให้พิจารณาตำแหน่งของลำน้ำว่าอยู่ในกลุ่มน้ำหลักใด เช่น ลำห้วยในภาคเหนือที่เป็นสาขาของแม่น้ำปิง ก็ให้ใช้สูตร ลำดับที่ 1 เป็นต้น

ตารางที่ 3 *สูตรสำหรับคำนวณหา Max Flood ของลุ่มแม่น้ำต่างๆ ในประเทศไทย*

ลำดับที่	ลุ่มน้ำ	ภาค	สูตร $Q = KA^n$		
			บริเวณที่ป่าต้นน้ำถูกทำลายน้อย (1)	บริเวณที่ป่าต้นน้ำถูกเปิดเป็นที่ทำกินแล้วบางส่วน (2)	บริเวณที่ป่าต้นน้ำถูกเปิดเป็นที่ทำนาแล้วเป็นส่วนใหญ่ (3)
1	แม่น้ำปิง	น.	$9.77A^{0.65}$	$4.45A^{0.65}$	-
2	แม่น้ำวัง	น.	$13.58A^{0.61}$	$6.75A^{0.61}$	-
3	แม่น้ำยม	น.	$41.88A^{0.61}$	$12.27A^{0.61}$	-
4	แม่น้ำน่าน	น.	$6.25A^{0.63}$	$2.00A^{0.63}$	-
5	แม่น้ำโขง (ลำน้ำสาขา)	น. , ตอน.	$13.12A^{0.64}$	$6.41A^{0.64}$	-
6	แม่น้ำมูล	ตอน	$10.23A^{0.69}$	$2.18A^{0.69}$	$0.19A^{0.69}$
7	แม่น้ำชี	ตอน	$19.95A^{0.66}$	$5.65A^{0.66}$	$1.39A^{0.66}$
8	แม่น้ำป่าสัก สะแกกรัง และลำน้ำในภาคกลาง	น. , ก.	$9.66A^{0.75}$	$4.08A^{0.75}$	-
9	แม่กลอง , เพชรบุรี ,ปราณ	ตก.	$4.95A^{0.79}$	$2.47A^{0.79}$	-
10	บางปะกง และลำน้ำในภาคตะวันออก	อ.	$18.45A^{0.74}$	$4.51A^{0.74}$	-
11	แม่น้ำตาปี , ปัตตานี และลำน้ำในภาคใต้	ต.	$18.60A^{0.71}$	$8.90A^{0.71}$	-

Q = Max Peak Discharge - cms.

A = Drainage Area - km.^{2}

หมายเหตุ 1. สูตรดังกล่าว Derived มาจากผลการวัดน้ำของลุ่มน้ำต่างๆ ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณได้จากงานรวบรวมและประมวลผลสถิติกองอุทกวิทยา

2. สูตรเหล่านี้ใช้สำหรับลุ่มน้ำที่ไม่เคยมีการวัดน้ำมาก่อน

3. ถ้าเป็นลำน้ำที่มีการวัดน้ำอยู่แล้ว ให้คำนวณหา Q โดยวิธีอื่น และใช้สูตรนี้ตรวจสอบ

ที่มา : กองวางโครงการ กรมชลประทาน

บทที่ 2 สระเก็บน้ำ

1. การประมาณการปริมาณน้ำต้นทุนที่ต้องการ

ความต้องการใช้น้ำ องค์การยูนิเซฟกำหนดเกณฑ์ สำหรับประชากรในชนบทของประเทศไทย ดังนี้

คน	ต้องการน้ำ	45	ลิตร / คน / วัน
วัวควาย	ต้องการน้ำ	50	ลิตร / ตัว / วัน
หมู	ต้องการน้ำ	20	ลิตร / ตัว / วัน
เป็ด , ไก่	ต้องการน้ำ	0.15	ลิตร / ตัว / วัน
พืชผัก	ต้องการน้ำ	400-700	ลบ.ม. / ไร่

ตัวอย่างการประมาณการ

มีจำนวนครัวเรือนที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง 30 ครัวเรือน แต่ละครัวเรือนต้องเพาะปลูกพืชผักฤดูแล้งพื้นที่ 2 ไร่ (1 ครัวเรือนมีสมาชิก 5 คน)

การประมาณการความต้องการใช้น้ำของคนทั้งหมด	=	30x5 = 150	คน
ระยะเวลาขาดแคลนน้ำ ธ.ค. – พ.ค. (6 เดือน)	=	30x6 = 180	วัน
- ความต้องการใช้น้ำของคน = 150x180x45/1,000	=	1,215	ลบ.ม.
ฤดูแล้งเกษตรกรต้องการน้ำปลูกพืชผักประมาณ		600	ลบ.ม./ไร่
- ความต้องการใช้น้ำปลูกพืช = 30x2x600	=	36,000	ลบ.ม.
ดังนั้นปริมาณน้ำที่ต้องการในฤดูแล้ง	=	37,215	ลบ.ม.

2. การหาขนาดสระเก็บน้ำ

2.1 การคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงสระ

สูตรที่ใช้คำนวณ $V = C \times R \times A$

เมื่อ V = ปริมาณน้ำไหลลงสระ หน่วยเป็น ลบ.ม.

C = สัมประสิทธิ์น้ำ ในกรณีสระใช้ = 0.25

R = ปริมาณฝนที่ตกระหว่างเดือน พ.ค. ถึง ต.ค. หน่วยเป็นเมตร

หรือR = 80% ของฝนเฉลี่ยทั้งปี ในกรณีที่มีเฉพาะค่าฝนเฉลี่ยรายปี

A = พื้นที่รับน้ำหน่วยเป็นตารางเมตร

การประมาณการปริมาณน้ำไหลลงสระกรณีไม่ทราบข้อมูลน้ำฝนหรือกรณีต้องการตรวจสอบพื้นที่ขุดสระเก็บน้ำในพื้นที่จริงว่าจะมีปริมาณน้ำไหลลงสระในจุดที่ต้องการขุดเท่าไร สามารถประมาณการได้อย่างคร่าวๆ โดยคิดพื้นที่รับน้ำขนาด 1 ไร่ ให้ปริมาณน้ำไหลลงจุดที่จะขุดสระประมาณ 400-500 ลบ.ม. เช่นต้องการขุดสระเก็บน้ำขนาด 4,500 ลบ.ม. จะต้องมีพื้นที่รับน้ำบริเวณนั้นประมาณ 10 ไร่ หรือ ไม่น้อยกว่า 15,000 ตร.ม.

2.2 การหาปริมาตรของสระเก็บน้ำ

หาได้จากสูตร $V = \frac{H}{3}\left(A_1 + A_2 + \sqrt{A_2 A_2} \right)$

โดยที่ V = ปริมาตรสระเก็บน้ำหรือปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บกัก (ลบ.ม.)

H = ความลึกสระเก็บน้ำ (ม.)

A_1 = พื้นที่ก้นสระเก็บน้ำ (ตร.ม.)

A_2 = พื้นที่ปากขอบสระเก็บน้ำ (ตร.ม.)

ทั้งนี้ การหาขนาดสระเก็บน้ำ จะต้องประมาณการความต้องการใช้น้ำก่อนแล้วค่อยคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงสระ เพื่อตรวจสอบว่าเพียงพอหรือไม่ จากนั้นจึงคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บกัก (V) ซึ่ง จะต้องเผื่อปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการระเหยและการซึมลงลึก ซึ่งสามารถหาปริมาณน้ำสูญเสียจากการระเหยในช่วงฤดูฝน 6 เดือน ได้จากสูตร

$$Evp = \frac{E \times RA}{2000}$$

เมื่อ Evp = ปริมาณน้ำสูญเสียจากการระเหย ($ม^3$)

RA = พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก ($ม^2$).

E = อัตราการระเหย (มม.) ในช่วงฤดูฝน 6 เดือน

และหาปริมาณน้ำรั่วซึม โดยคิดค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 3 มม./วัน ทั้งนี้ให้คิดเฉพาะฤดูแล้ง 6 เดือน (พฤศจิกายน – เมษายน) หรืออาจประมาณการอย่างง่ายๆ โดยเผื่อปริมาณน้ำสูญเสียอย่างน้อยประมาณ 30 – 35 % จากปริมาณความต้องการใช้น้ำ

3. ประเภทของสระเก็บน้ำ

สระเก็บน้ำสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะภูมิประเทศเป็น 3 ประเภท คือ

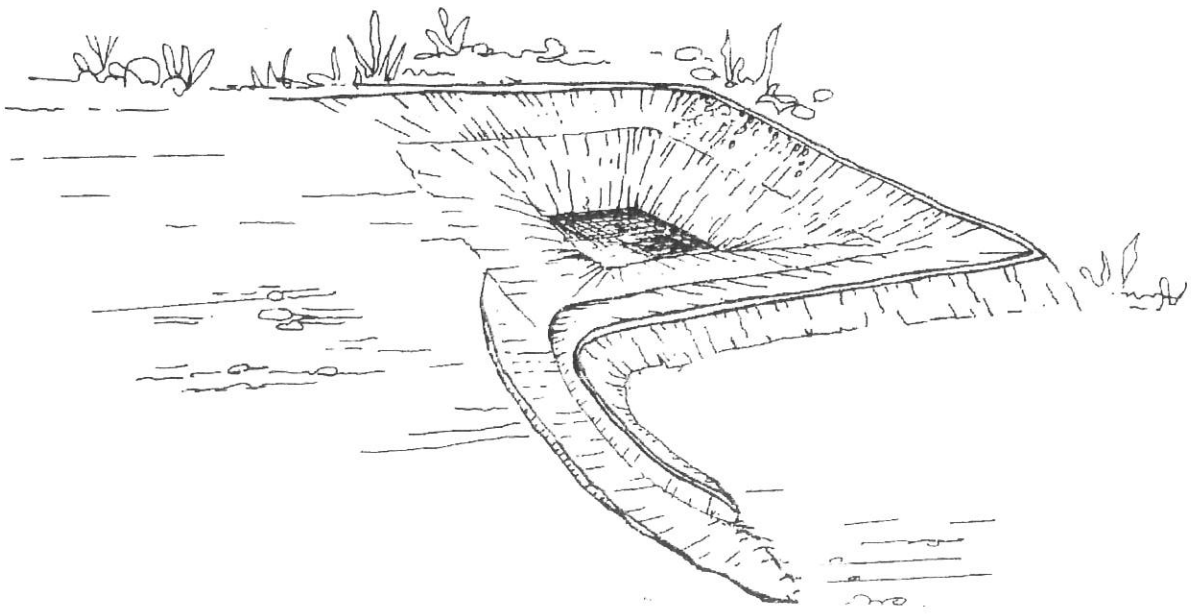
- สระเก็บน้ำบนพื้นราบ
- สระเก็บน้ำในที่ลาดเอียง
- สระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น

3.1 สระเก็บน้ำบนพื้นราบ

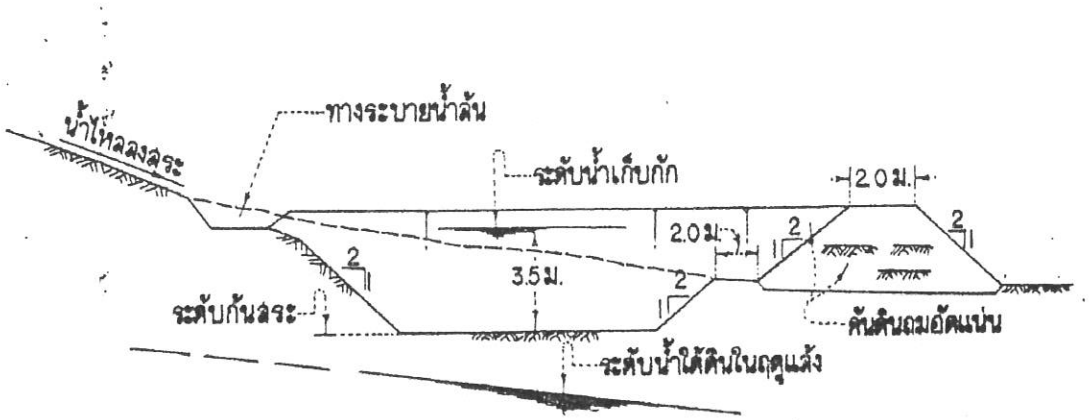
เป็นงานขุดดินออกเพื่อกักเก็บน้ำ อาจก่อสร้างโดยไม่จำเป็นต้องมีคันดินถมรอบสระ หรือจะมีก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการและสภาพการใช้งานสระเก็บน้ำชนิดนี้ ควรจะขุดให้ลึกที่สุดเท่าที่จะลึกได้ แต่ไม่ควรเกิน 5 เมตร ระดับน้ำใต้ดินควรได้รับการพิจารณาด้วย เพราะถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินไม่เกิน 2 เมตร ถึงแม้ฤดูแล้ง น้ำก็จะไม่ขาดแคลน แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาด้วยว่ามีพื้นที่รับน้ำเพียงพอหรือไม่

3.2. สระเก็บน้ำในที่ลาดเอียง

สระเก็บน้ำแบบนี้จำเป็นที่จะต้องมีคันดินถมอย่างน้อย 2 หรือ 3 ด้าน เพื่อเพิ่มระดับน้ำเก็บกัก โดยไม่ต้องขุดดินออกมากเกินไป จุดสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ พื้นที่ที่จะดำเนินการต้องไม่ลาดชันเกินไป ควรมีความลาดชันไม่เกิน 8 % พื้นที่รับน้ำไม่ควรน้อยกว่า 6 เท่าของขนาดสระที่จะขุด และต้องมีทางระบายน้ำออกเพื่อรองรับกรณีมีน้ำไหลหลากเกินความสามารถของสระที่จะรองรับได้



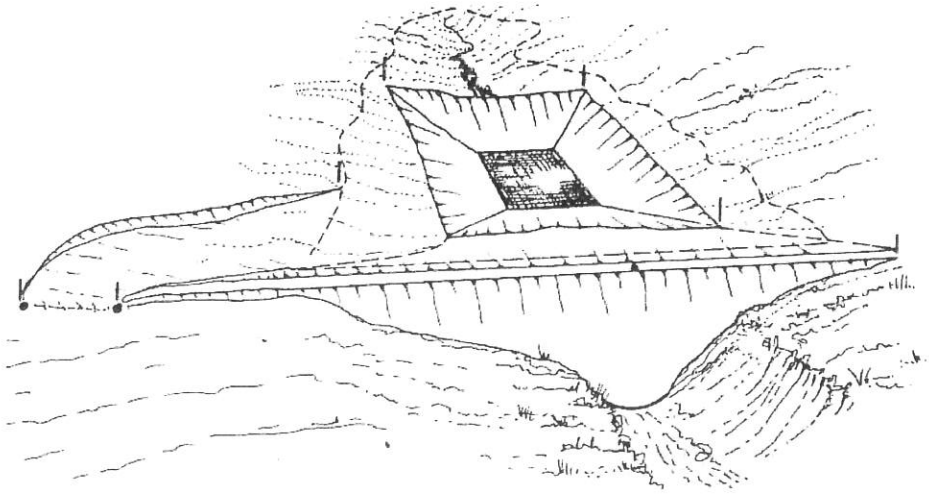
ภาพแสดงสระเก็บน้ำในที่ลาดเอียงข้างเชิงเขา



รูปตัดตามยาว

3.3 สระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น

ในที่ซึ่งเนินเขาเตี้ยๆ 2 ลูกมาบรรจบกัน ก็จะเกิดเป็นร่องน้ำเล็กๆ หรือ ร่องน้ำธรรมชาติขึ้น และเหมาะสมที่จะก่อสร้างสระเก็บน้ำหรือเขื่อนดิน ปริมาณการกักเก็บสอดคล้องกับปริมาณดินขุด น้ำจะถูกกักเก็บในสระเก็บน้ำระหว่าง ดินขุดและคันดินถมโดยคันดินถมจะช่วยยกระดับเก็บกักให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณการกักเก็บ



ภาพแสดงสระเก็บน้ำในร่องน้ำตื้น

เมื่อพิจารณาร่องน้ำตื้นๆ สำหรับก่อสร้างสระเก็บน้ำ สิ่งสำคัญที่สุดก็คือจะต้องแน่ใจว่าพื้นที่รับน้ำฝนจะต้องไม่ใหญ่เกินไป (ไม่เกิน 300 ไร่) และต้องแน่ใจว่าน้ำไม่ไหลในร่องน้ำนานกว่า 6 ชั่วโมงหลังฝนหยุดตกสิ่งสำคัญอีกอย่างก็คือภูมิประเทศจะต้องเอื้ออำนวยที่จะก่อสร้างทางระบายน้ำส่วนเกินทิ้งได้ สถานที่ที่คัดเลือกนี้ต้องให้ปริมาณการกักเก็บสูงสุด โดยขุดดินออกน้อยที่สุด คันดินถมควรสร้างขวางส่วนแคบที่สุดของร่องน้ำธรรมชาติเพื่อลดความยาวของคันดินถม และลดปริมาณงานดินขุดให้น้อยที่สุด ความลาดชันของร่องน้ำทางต้นน้ำของคันดินถมยิ่งต่ำเท่าใด น้ำที่ถูกกักเก็บโดยคันดินถมก็ยิ่งมีความยาวมากขึ้น

บทที่ 3 ฝาย

ฝายก่อสร้างปิดกั้นทางน้ำไหลในลำน้ำต่างๆ มีหลากหลายหน้าที่ด้วยกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งาน แต่ทั้งนี้หน้าที่หลักของฝายส่วนใหญ่ คือ การทดน้ำ การชะลอน้ำ การระบายน้ำ และการผันน้ำ สำหรับฝายในเขตปฏิรูปที่ดินส่วนใหญ่เป็นฝายขนาดเล็ก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของ ส.ป.ก. มักอยู่ในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร มีขนาดพื้นที่รับน้ำน้อย ลำห้วยส่วนใหญ่มีน้ำไหลไม่ตลอดปี แต่เกิดการกัดเซาะพังทลายสูงเพราะพื้นที่มีความลาดเทมาก ดังนั้นรูปแบบการพิจารณาความเหมาะสมของฝาย ส.ป.ก. แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ

1. ฝายต้นน้ำลำธาร (Check dam)

ฝายต้นน้ำลำธาร หรือ ฝายชะลอน้ำ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่อยู่ต้นน้ำ ลำห้วยมักเป็นสาขาลำดับที่ 1- 3 วัตถุประสงค์การก่อสร้าง เพื่อชะลอน้ำเป็นหลัก เนื่องจากลำห้วยมีความลาดชันสูงมาก ลักษณะการหลากของน้ำในหน้าฝน มักจะไหลหลากมาเร็วในระยะเวลาอันสั้น การกัดเซาะพังทลายสูง การก่อสร้างฝายต้นน้ำลำธารเป็นช่วงๆ จะช่วยในการชะลอการไหลของน้ำได้ดีและกักเก็บน้ำตะกอนไม่ให้ไหลลงไปทับถมลำน้ำตอนล่าง ทำให้การกัดเซาะลดน้อยลง และเป็นการเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่ 2 ฝั่งลำห้วย ส่วนลำห้วยที่อยู่ในลำดับที่ 2 – 3 อาจช่วยในด้านการเกษตรบริเวณ 2 ฝั่งได้อีกด้วย ทั้งนี้ฝายต้นน้ำลำธารสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก 3 ชนิด คือ

1.1 ฝายชั่วคราว เป็นฝายที่สร้างขึ้นเป็นการชั่วคราว สามารถทำได้รวดเร็วด้วยวัสดุหาง่ายราคาถูก เช่น กิ่งไม้ เสาไม้ หิน ทราย โดยผสมกับปูนซีเมนต์ ลวดตาข่าย อาทิ ฝายผสมผสานแบบไม้ไผ่ ฝายคอกหมู ฝายผสมผสานแบบหินทิ้ง เป็นต้น ความสูงของฝายชนิดนี้ไม่ควรเกิน 1 ม. มีอายุการใช้งาน 2 - 3 ปี และควรบำรุงรักษาซ่อมแซมทุกปี

1.2 ฝายแบบกึ่งถาวร เป็นฝายที่สร้างด้วยดินถมบดอัดแน่นปูทับด้วยหินเรียงยาแนว หินก่อ หรือ อาจสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กก็ได้ ความกว้างของลำน้ำประมาณ 3 - 4 เมตร ควรสร้างบริเวณลำน้ำสาขาลำดับที่ 2 หรือ 3 มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 – 5 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของฝายที่สร้าง

1.3 ฝายแบบถาวร เป็นฝายที่สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหรือผสมผสานระหว่าง ค.ส.ล. กับหิน มีความมั่นคงแข็งแรงสูง ควรก่อสร้างในลำน้ำสาขาลำดับที่ 3 หรือ 4 ความกว้างของลำน้ำประมาณ 4 – 6 เมตร

ประโยชน์ของฝายต้นน้ำลำธาร

1. ช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน และลดความรุนแรงของกระแสน้ำในลำธาร ทำให้ระยะเวลาการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้น ความชุมชื้นเพิ่มขึ้น และแผ่ขยายกระจายความชุ่มชื้นออกไปออกไปเป็นวงกว้าง ในพื้นที่ทั้งสองฝั่งของลำห้วย นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินบางส่วนด้วย
2. ช่วยกักเก็บตะกอนและวัสดุต่างๆที่ไหลลงมากับน้ำในลำห้วยได้ดี เป็นการช่วยยืดอายุแหล่งน้ำตอนล่างให้ตื้นเขินช้าลง คุณภาพของน้ำมีตะกอนปะปนน้อยลง
3. ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และการทดแทนของสังคมพืชให้แก่พื้นที่โดยรอบ
4. ทำให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และใช้เป็นแหล่งน้ำ เพื่อการอุปโภคบริโภคของมนุษย์ และสัตว์ป่าต่างๆ ตลอดจนนำไปใช้ในการเกษตรได้ดีอีกด้วย
5. ช่วยลดความรุนแรงของการเกิดไฟป่าในฤดูแล้ง

2. ฝายเพื่อการเกษตร

ลักษณะก่อสร้างเป็นฝายถาวรกั้นปิดทางน้ำไหล ให้น้ำที่ไหลมาล้นข้ามสันไปได้ รูปร่างของฝายเพื่อการเกษตรมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งาน ลักษณะภูมิประเทศและ อัตราการไหลของน้ำ ตำแหน่งที่ตั้งของอาคารฝายควรก่อสร้างบริเวณลำน้ำที่มีแนวตรงยาวไปทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ไม่น้อยกว่าข้างละ 30 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกัดเซาะของคลื่นและกระแสน้ำ และควรเลือกตำแหน่งที่สองฝั่งลำห้วยเป็นที่สูงและลำห้วยแคบกว่าบริเวณใกล้เคียง ท้องลำน้ำควรเป็นฐานรากที่ดีไม่ทรุดตัว ไม่ควรเป็นดินทราย หรือ หินโพรง เพราะอาจจะทำให้น้ำลอดใต้ตัวฝายเกิดอันตรายได้ ฐานรากที่ดีควรเป็นหินฝืดที่ไม่มีรอยแตกร้าวหรือเป็นดินดานทึบน้ำ

สถานที่ที่เหมาะสมในการสร้างฝาย ควรจะมีลักษณะดังนี้

1. เป็นบริเวณที่ลำน้ำค่อนข้างตรงในช่วงเหนือฝายและท้ายฝายอย่างน้อยด้านละ30 เมตร เพื่อ ป้องกันไม่ให้น้ำกัดเซาะตลิ่ง
2. ไม่มีกรวดหรือทรายในดินฐานราก เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำ และไม่มีก้อนหินกระจัดกระจาย เพราะยากต่อการก่อสร้าง
3. เป็นสถานที่ที่สามารถเก็บน้ำได้มาก สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง และส่วนที่กักเก็บน้ำควรอยู่ในช่วงที่ชาวบ้านสามารถใช้ได้สะดวก
4. เป็นที่ซึ่งราษฎรหรือกรรมการหมู่บ้านเห็นพ้องต้องกันว่า ไม่มีผลกระทบต่อประโยชน์ส่วนรวมและไม่มีปัญหาทางด้านที่ดิน
5. ควรเป็นบริเวณที่ลำน้ำแคบที่สุด ท้องน้ำไม่มีน้ำขังในช่วงการก่อสร้าง และมีความสะดวกพอสมควรในการลำเลียงวัสดุก่อสร้าง

การพิจารณาระดับสันฝาย ควรกำหนดให้ระดับสันฝายสูงกว่าระดับของพื้นที่เพาะปลูก โดยสันฝายมีระดับสูงพอที่จะทดน้ำในฤดูน้ำน้อยเข้าสู่คลองส่งน้ำได้ ตามปกติระดับสันฝายควรออกแบบให้สูงกว่าระดับธรณีอาคารส่งน้ำที่ปากคลอง ไม่น้อยกว่า 1 เมตร แต่ทั้งนี้จะต้องไม่สูงกว่า ขอบตลิ่งของลำห้วยทั้งสองฝั่ง โดยปกติสูงประมาณ 75% ของความลึกลำห้วยส่วนความยาวของสันฝายต้องไม่น้อยกว่าความกว้างของลำห้วย

ชนิดของฝายเพื่อการเกษตร แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ฝายสันมน (Ogee) จะมีประสิทธิภาพการระบายน้ำสูงกว่าฝายแบบอื่นๆ
2. ฝายสันคม (Sharp crest) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฝายแบบไหลตกตรง
3. ฝายสันกว้าง (Broad crest) จะมีประสิทธิภาพการระบายน้ำต่ำกว่าฝายแบบอื่นๆ ส่วนมากใช้ในกรณี มีความจำเป็นต้องให้ยานพาหนะวิ่งผ่านสันฝาย

การคำนวณหาขนาดของฝาย

จากสูตรอัตราการไหลของน้ำผ่านฝาย

$Q = CLH^{3/2}$ หรือ $0.5522\ CLH^{3/2}$ (กรณีเป็นฝายสันมน)

เมื่อ **C** = ส.ป.ส. ของการไหล (ขึ้นอยู่กับชนิดของฝาย)

L = ความยาวประสิทธิผลของสันฝาย (ม.)

H = Head บนสันฝาย (รวม Velocity Head ของน้ำที่ไหล)

ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหล (**C**) จะใช้ได้ดังนี้

- ฝายสันมน ค่า **C** อ่านได้จากกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{P}{H}$ และ C
- ฝายสันคม ค่า **C** = 1.84
- ฝายสันกว้าง ค่า **C** = 1.71

<u>การคำนวณเพื่อหาขนาดของฝาย</u> มีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาอัตราการไหลผ่านสูงสุด (Max Flood) โดยคำนวณจากสูตร ในบทที่ 1 หัวข้อ 5 หรือใช้อีกวิธีหนึ่ง คือการคำนวณจาก สมการ Manning ซึ่งเป็นสมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการไหลในสภาพคงที่และสม่ำเสมอ

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

โดยที่ **Q** = อัตราการไหล (ลบ.ม / วินาที)

A = พื้นที่ตัดขวางลำน้ำ (ตร.ม.)

R = A / P

P = ความยาวตามหน้าตัดของท้องน้ำที่สัมผัสกับน้ำ (ม.) (Wetted perimenter)

S = ความลาดเอียงของท้องน้ำ (ม. / ม.)

n = สปส. ของ " ความขรุขระ" ค่าโดยทั่วไป สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 0.03 – 0.04

ทั้งนี้การจะหาค่า A , P และ S จะต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจลำน้ำในภาคสนามดังนี้

- ความลาดเอียงท้องน้ำ บริเวณที่จะก่อสร้างฝาย ยาวประมาณ 500 – 1,000 ม.
- CROSS- SECTION ลำน้ำอย่างน้อย 3 จุด บริเวณที่จะสร้างฝายระยะห่างไม่เกิน 50 ม.
- ระดับน้ำสูงสุดปกติ

2. กำหนดความสูงของสันฝาย โดยพิจารณาจากระดับของพื้นที่รับประโยชน์ตามที่กล่าวมาแล้ว
3. หาความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (**H**) โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำสูงสุด ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ลบด้วยความสูงของสันฝาย
4. คำนวณหา Velocity Head จากสูตร $ha = \frac{Va^2}{2g}$ โดย Va หาได้จากสูตร **Q = VA**

เมื่อ **A** = พื้นที่ตัดหน้าของลำน้ำ ที่ระดับน้ำสูงสุดปกติ

Va = ความเร็วของน้ำไหลเข้าสู่ฝาย

จะได้ Head ทั้งหมด = H + ha

5. แทนค่าที่ได้ในสูตร $Q = CLH^{3/2}$ โดยใช้ค่า **C** ตามชนิดของฝายที่กำหนด จะได้ค่า **L** คือความยาวของสันฝาย ซึ่งจะต้องไม่น้อยกว่าความกว้างของลำห้วย ดังนั้นถ้าคำนวณได้ค่าความยาวสันฝายน้อยกว่าความกว้างของลำห้วยให้กำหนดความยาวสันฝายใหม่ตามความเหมาะสม

<u>ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดฝาย</u>

ต้องการหาขนาดฝาย ในลำน้ำกว้าง 10 เมตร ลึก 3 เมตร ระดับน้ำสูงสุดปกติสูงกว่าขอบตลิ่ง 0.50 เมตร มีปริมาณน้ำนองสูงสุด 30 ลบ.ม. / วินาที และระดับพื้นที่รับประโยชน์ต่ำกว่าระดับพื้นที่ก่อสร้างฝาย 2 เมตร

1. กำหนดความสูงของสันฝาย เนื่องจาก พื้นที่รับประโยชน์มีระดับต่ำกว่าพื้นที่ที่จะดำเนินการก่อสร้างฝาย ประมาณ 2 เมตร ทำให้ระดับท้องน้ำบริเวณก่อสร้างฝายจะอยู่ต่ำกว่าพื้นที่รับประโยชน์ประมาณ 1 เมตร

ดังนั้นควรกำหนดความสูงของสันฝาย ไม่น้อยกว่า 2 เมตร ในที่นี้ใช้ 2.25 เมตร

2. ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (H) เท่ากับ 3.5 – 2.25 = 1.25 เมตร

3. หา Velocity Head

$$\mathbf{Ha} = \frac{V^2a}{2g}$$

$$\mathbf{Va} = \frac{30}{10x3} = 1 \text{ เมตร/ วินาที}$$

(ขนาดตัดหน้าลำน้ำโดยประมาณ)

$$\mathbf{Ha} = \frac{1}{2x9.81} = 0.05 \text{ เมตร}$$

หรือคำนวณหา $\mathbf{V_a}$ ได้จากสมการ Manning ในกรณีที่มีข้อมูลสำรวจภาคสนามและทราบค่าความลาดเอียงของท้องน้ำ ซึ่งจะให้ค่าที่ใกล้เคียงกว่า

4. Head ทั้งหมด = 1.25 + 0.05

= 1.30 เมตร

5. หาความยาวสันฝาย $\mathbf{Q = CLH^{3/2}}$

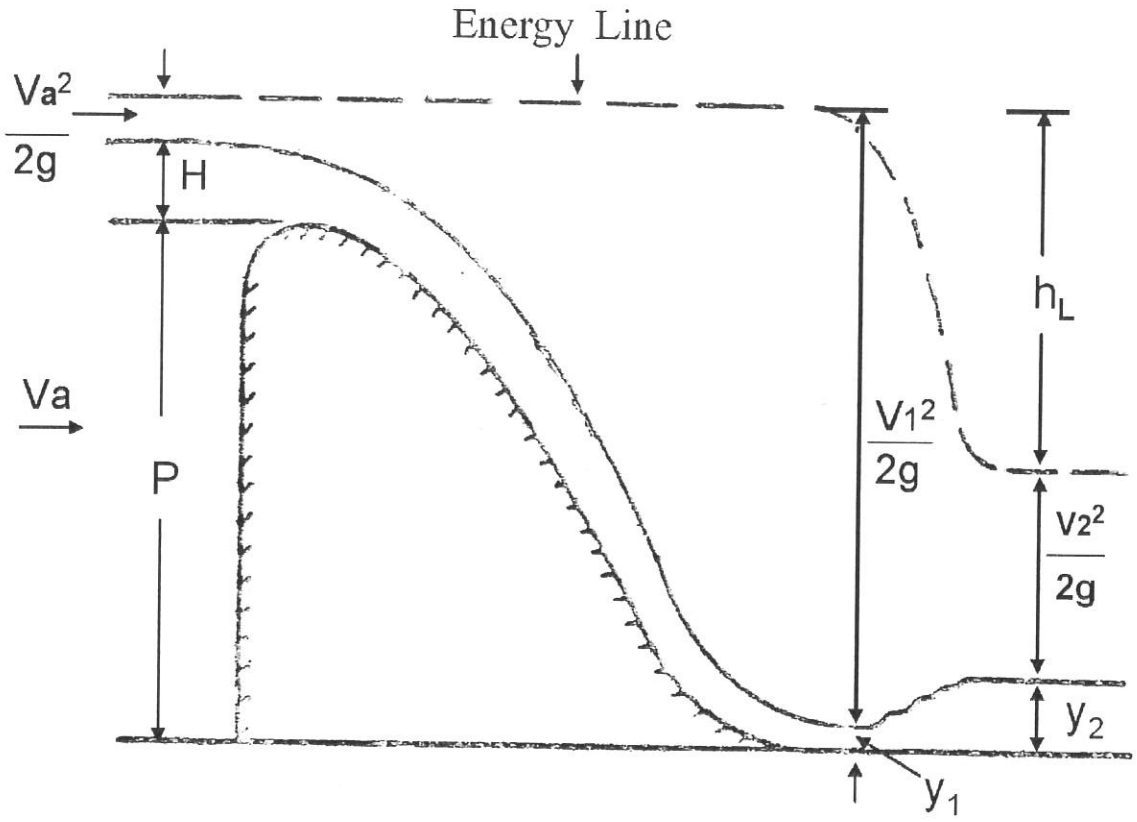
กำหนดให้เป็นฝายชนิดฝายสันคม

$$30 = 1.84 (1.30)^{3/2} \mathbf{L}$$

$$\mathbf{L} = 10.99 \text{ เมตร}$$

ใช้ความยาวสันฝาย = 12 เมตร

ดังนั้นขนาดของฝายสันคม ยาว 12 เมตร สูง 2.20 เมตร



ลักษณะการเกิด Hydraulic Jump ของน้ำผ่านฝาย

ส่วนการออกแบบอ่างน้ำนิ่ง (Stilling Basin) จะไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้ ผู้ออกแบบสามารถค้นคว้าจาก Design Small Dam หรือ คู่มือการออกแบบอื่นๆ

บทที่ 4 อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก

อ่างเก็บน้ำ หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บกักน้ำฝนที่ไหลมาบนผิวดิน และที่ไหลมาตามร่องน้ำหรือลำน้ำตามธรรมชาติ ให้ขังรวมกันไว้เป็นบริเวณกว้างระหว่างหุบเขาหรือลูกเนินโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการส่งน้ำเพื่อการชลประทาน อ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่ จะประกอบด้วย ทำนบดินกั้นน้ำหรือเขื่อนดิน และอาคารประกอบต่างๆ เช่น อาคารระบายน้ำล้น อาคารท่อส่งน้ำ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ และมีความมั่นคงแข็งแรง

อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก จะมีความสูงของเขื่อนหรือทำนบดินไม่มากนักประมาณ 4 -15 เมตร ส่วนใหญ่ จึงการก่อสร้างด้วยดินถมบดอัดแน่นและปูทับส่วนลาดด้านหน้าเขื่อนด้วยหินทิ้ง

ความจุของอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก มักจะมีขนาดความจุประมาณ 40,000 ลบ.ม ถึง 2,000,000 ลบ.ม.

1. การพิจารณาจุดที่ตั้งโครงการ

1.1.ตรวจสอบแผนที่ภูมิประเทศ 1 :4,000 หรือ 1 :16,000 หรือ 1 : 50,000 แล้วแต่ข้อมูลที่มีและขนาดความต้องการใช้น้ำ โดยตรวจสอบเบื้องต้นจากแผนที่ว่าตำแหน่งใดบ้างในแผนที่ ที่จะก่อสร้างอ่างเก็บน้ำได้ และสามารถบริการพื้นที่รับประโยชน์เป้าหมายได้ พร้อมทั้งคำนวณหาพื้นที่รับน้ำ และปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยทั้งปี ในแต่ละจุด

1.2 ตรวจสอบพื้นที่จริงในสนาม เพื่อพิจารณาสภาพภูมิประเทศ ลำน้ำ พื้นน้ำท่วม พื้นที่รับประโยชน์ เป็นต้น เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของจุดที่จะดำเนินการสำรวจออกแบบ

1.3 ตำแหน่งที่เหมาะสม ควรเป็นจุดระหว่างช่องเขาหรือเนินเขาที่แคบเพื่อให้ความยาวของทำนบดินสั้นที่สุด เป็นการประหยัดงบประมาณค่าก่อสร้าง

1.4 ควรมีพื้นที่รับรองการเก็บกักน้ำด้านหน้าทำนบดิน เป็นบริเวณกว้าง

1.5 พื้นที่น้ำท่วม ต้องไม่มีผลกระทบต่อพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ หรือให้มีผลกระทบน้อยที่สุด

1.6 ระดับธรณีอาคารส่งน้ำ ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าพื้นที่รับประโยชน์อย่างน้อย 1 เมตร และไม่ควรอยู่ห่างไกลจากพื้นที่รับประโยชน์มากเกินไป เพื่อสะดวกและประหยัดในการก่อสร้างระบบส่งน้ำ

1.7 ทำนบดินหรือเขื่อนดินไม่ควรสร้างบนฐานรากที่เป็นหินแตก หินผุ หรือมีชั้นกรวดทรายเป็นบริเวณกว้าง เพราะจะทำให้เกิดน้ำซึมไหลลอดแกนเขื่อน การแก้ไขโดยการอุดด้วยปูนซีเมนต์จะทำให้ค่าก่อสร้างมีราคาแพง

1.8 ควรหลีกเลี่ยงการก่อสร้างทำนบดินในที่ดินฐานรากเป็นดินอ่อน ดินที่มีพุน้ำ เพราะจะเป็นอันตรายต่อตัวทำนบดิน

2. *การประมาณการน้ำใช้เพื่อชลประทาน*

ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการ หมายถึง จำนวนน้ำที่จัดหาเพื่อส่งให้พื้นที่เพาะปลูกเป็นการเพิ่มเติมจากปริมาณน้ำฝนที่พื้นที่เพาะปลูกสามารถนำไปใช้ได้ เช่น ในฤดูฝนทำการปลูกข้าวด้วยการขังน้ำฝนอยู่ในแปลงนา แต่เมื่อถึงช่วงฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน จะทำให้นาข้าวขาดแคลนน้ำ จำเป็นต้องส่งน้ำชลประทานไปเสริมการทำนา หรือ การใช้น้ำชลประทานจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการเกษตรในฤดูแล้ง

ความต้องการน้ำในนาข้าว ในระยะแรกปลูกข้าวจะต้องการน้ำไม่มากนักแล้วจึงค่อยๆเพิ่มมากขึ้น จนต้องการมากที่สุดในระยะต้นข้าวออกรวง จนถึงระยะเมล็ดข้าวเริ่มแก่ จึงเริ่มระบายน้ำออก ความต้องการน้ำในนาข้าวแบ่งเป็นช่วงระยะเวลาต่างๆดังนี้

- ระยะตกกล้า ต้องการน้ำลึกเฉลี่ย 40 มม.
- ระยะเตรียมแปลง ต้องการน้ำลึกเฉลี่ย 200 มม.
- ระยะปักดำ ถึงระยะเก็บเกี่ยว ต้องการน้ำลึกเฉลี่ย 1,000 มม. หรือ เฉลี่ยวันละ 8 มม.
- ดังนั้นตลอดอายุของการปลูกข้าว จะต้องการน้ำรวมทั้งหมด 1,240 มม.

ตัวอย่างการประมาณการ

พื้นที่ทำนา 300 ไร่ ตลอดระยะการทำนามีฝนตกรวมเฉลี่ย 1,100 มม. และประมาณได้ว่าจำนวนน้ำฝนที่สามารถจะใช้เป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกมีประมาณ 60% ของฝนตกในช่วงนี้ทั้งหมด

1. อยากทราบว่าจะต้องใช้น้ำชลประทานเพิ่ม จำนวนทั้งหมดเท่าไหร่ จึงจะทำให้ข้าวได้รับน้ำเพียงพอตามที่ต้องการ

2. ถ้าหากฝนทิ้งช่วงนาน 1 เดือน น้ำฝนในแปลงนาที่ขังไว้ใช้ได้นานเพียง10วัน สมมุติว่าขณะนั้นอ่างเก็บน้ำมีน้ำเต็มที่ระดับน้ำเก็บกัก และไม่มีน้ำไหลลงอ่างขณะที่ฝนหยุด อยากทราบว่าอ่างเก็บน้ำควรจะมีขนาดความจุเท่าไร จึงเก็บน้ำได้เพียงพอแก่การช่วยเหลือการทำนาในระยะวิกฤติดังกล่าว

วิธีคำนวณ

1. ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องเพิ่ม

- จำนวนน้ำใช้ในการตกกล้า $= 300 \times 1,600 \times \frac{40}{1,000}$

$= 19,200$ ลบ.ม.

- จำนวนน้ำใช้ในการเตรียมแปลง $= 300 \times 1,600 \times \frac{200}{1,000}$

= 96,000 ลบ.ม.

- จำนวนน้ำใช้ตั้งแต่ปักดำถึงระยะเก็บเกี่ยว = $300 \times 1,600 \times \frac{1,000}{1,000}$

= 480,000 ลบ.ม.

- จำนวนน้ำที่ข้าวต้องการที่แปลงนารวมทั้งสิ้น = 19,200+96,000+480,000

= 595,200 ลบ.ม.

- จำนวนน้ำฝนที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ = $300 \times 1,600 \times \frac{1,100 \times 0.6}{1,000}$

= 316,800 ลบ.ม.

- จะต้องใช้น้ำชลประทานเพิ่ม = 595,200 – 316,800

= 278,400 ลบ.ม.

2. ถ้าหากว่าฝนไม่ตกนาน 1 เดือน น้ำฝนที่ขังในแปลงนาใช้ต่อไปได้อีก 10 วัน ซึ่งจะต้องส่งน้ำชลประทานช่วยเหลือนาน 20 วัน

- ต้องการน้ำชลประทานที่แปลงนาจำนวน = $300 \times 1,600 \times \frac{8}{1,000} \times 20$

= 76,800 ลบ.ม.

- เผื่อการสูญเสียน้ำขณะส่งน้ำชลประทานและที่แปลงเพาะปลูก = 40 %

- จำนวนน้ำในอ่างเก็บน้ำจะถูกใช้ในช่วง 20 วัน = 76,800 + (76,800x0.4)

= 107,520 ลบ.ม.

- ขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำจะต้องเก็บน้ำได้อย่างน้อย

= 107,520 + จำนวนน้ำที่ระเหยและรั่วซึมไปจากอ่างในช่วงเวลา 20 วัน

+ ปริมาตรอ่างที่จัดไว้สำหรับการตกตะกอน ลบ.ม.

3. *การคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ*

ก่อนอื่นจะต้องคำนวณหาปริมาณน้ำไหลลงอ่างเฉลี่ยทั้งปี โดยคำนวณหาจากวิธีการในบทที่ 1 หัวข้อ 4 เพื่อประมาณการว่าอ่างเก็บน้ำควรมีขนาดความจุอย่างมากที่สุดเท่าไร จากนั้นจึงคำนวณหาความจุของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้วิธีการหาปริมาตรน้ำสะสม ทุกระดับความสูง 1 เมตร ซึ่งต้องการข้อมูลแผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงทุกระยะ 1 เมตร ขนาดมาตราส่วน 1 : 500 , 1 : 1,000 หรือ 1 : 4,000 เพื่อหาพื้นที่ผิวน้ำเก็บกักทุกความสูง 1 เมตร แล้วนำมาหาปริมาตรน้ำสะสมทั้งนี้ต้องคำนวณหาปริมาณตะกอนสะสมตลอดอายุการใช้งานของอ่างเก็บน้ำประกอบการพิจารณาระดับน้ำเก็บกัก

โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

V = c*d*DA*n*1,000

ให้ c = Coefficient of Terrain's slope = 1.00

d = อัตราการกัดเซาะผิวดิน = 0.20 - 0.25 มม./ปี

DA = พื้นที่รับน้ำฝน (หน่วยเป็น ตร.กม.)

N = อายุการใช้งานของอ่างฯ (ใช้ 30 - 50 ปี)

รายละเอียดดูตามตารางการคำนวณโค้งความจุและพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ

ตัวอย่างการคำนวณ

ให้พื้นที่รับน้ำฝนเหนือจดที่ตั้งโครงการอ่างเก็บน้ำ = 7.87 ตร.กม

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี = 1,625 มม.

- ดังนั้นปริมาณน้ำไหลลงอ่าง ณ. จุดก่อสร้างทั้งปี

$$= 0.20 \times \frac{1,625}{1,000} \times 7.87 \times 10^{6}$$

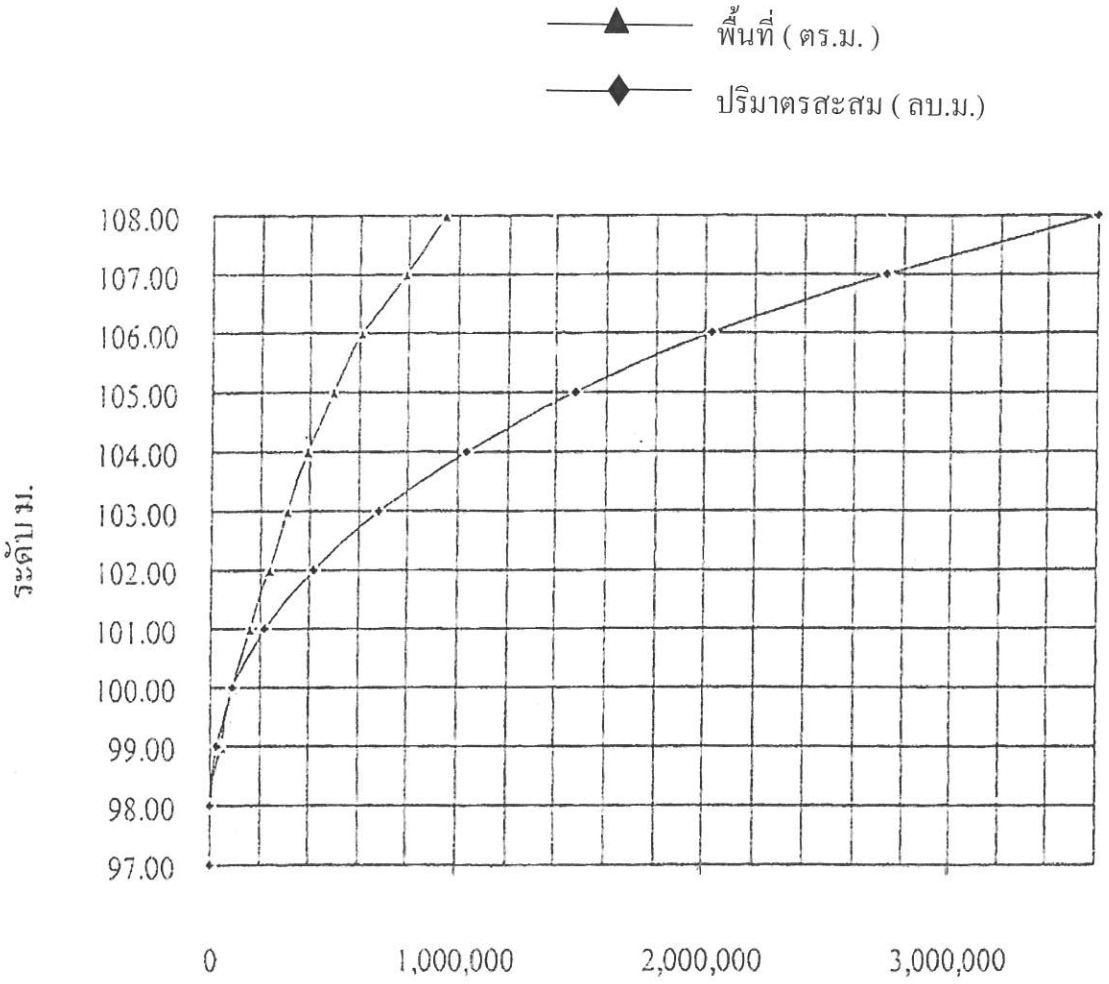
= 2,557,750 ลบ.ม.

- หาระดับเก็บกักและความจุของอ่างเก็บน้ำ จากตารางการคำนวณโค้งความจุและพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ

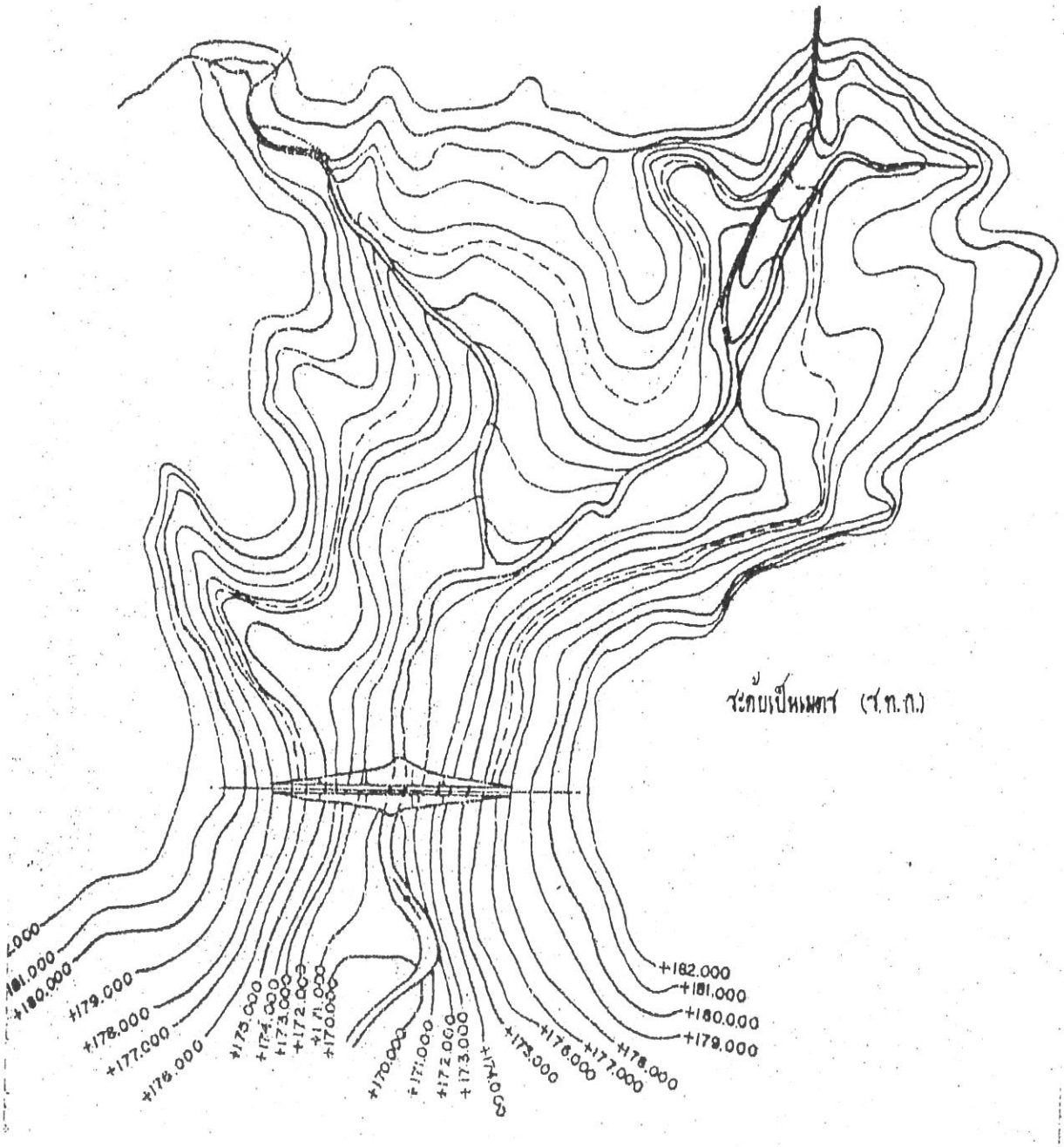
ตารางการคำนวณโค้งความจุและพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ

ระดับ (ม.รทก.)	พื้นที่ผิวน้ำ ($ม^2$.)	พื้นที่เฉลี่ย ($ม^2$.)	ปริมาตร ($ม^3$.)	ปริมาตรสะสม ($ม^3$.)	การคำนวณปริมาณตะกอน V=c*d*DA*n*1,000
+97.00	0	0	0	0	
+98.00	3,946	1,973	1,973	1,973	c = Coefficient of Terrain's slope = 1.00
+99.00	43,706	23,826	23,826	25,799	d = อัตราการกัดเซาะผิวดิน = 0.25 มม./ปี
+100.00	90,120	66,913	66,913	92,712	DA = พื้นที่รับน้ำฝน = 7.87 ตร.กม.
+101.00	160,000	125,060	125,060	217,772	n = อายุการใช้งานของอ่าง ฯ = 50 ปี
+102.00	234,546	197,273	197,273	415,045	แทนค่า v =1.00x0.25x7.87x50x1,000
+103.00	306,173	270,360	270,360	685,405	= 98,375 ลบ.ม.
+104.00	391,546	348,860	348,860	1,034,264	กำหนดความจุที่ระดับต่ำสุด (Dead Storage)
+105.00	491,486	441,516	441,516	1,475,780	ประมาณ = 100,000 ลบ.ม.
+106.00	611,486	551,486	551,486	2,027,266	รนต. = + 100.00 ม. (รทก.)
+107.00	791,486	701,486	701,486	2,728,752	รนก. = + 106.00 ม. (รทก.)
+108.00	950,000	870,743	870,743	3,599,495	
กำหนด ความจุที่ระดับต่ำสุด (Dead Storage) และกำหนดความจุที่ระดับเก็บกักน้ำ					= 100,000 $ม^2$. = 2,000,000 $ม^3$.

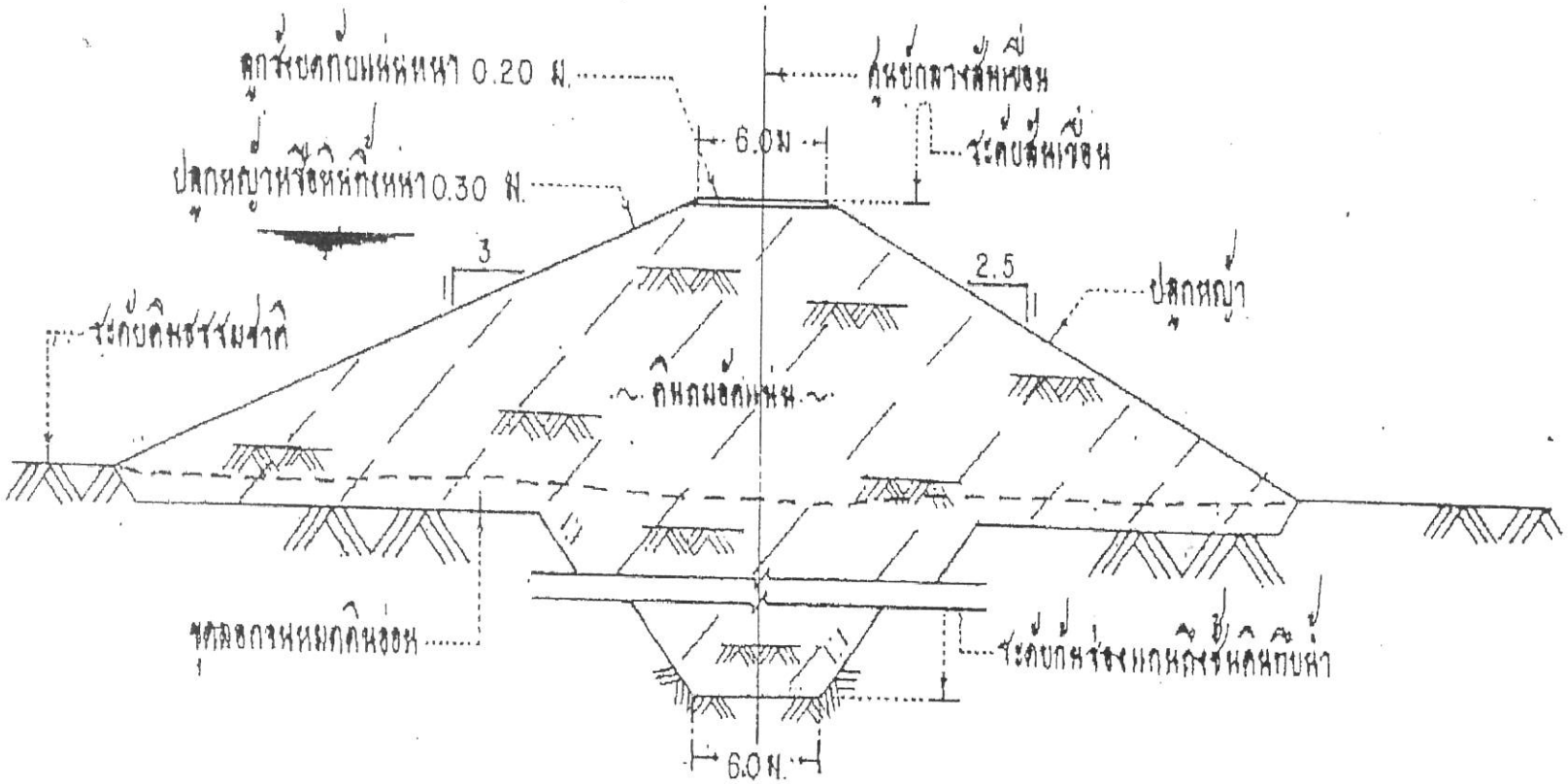
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โค้งความจุ , พื้นที่ผิวน้ำกับระดับความสูงอ่างเก็บน้ำ



พื้นที่ ม^2. , ปริมาตรสะสม



แผนที่บริเวณอ่างเก็บน้ำ



แสดงรูปตัดตามขวางทำนบดิน

4. <u>อาคารประกอบ</u>

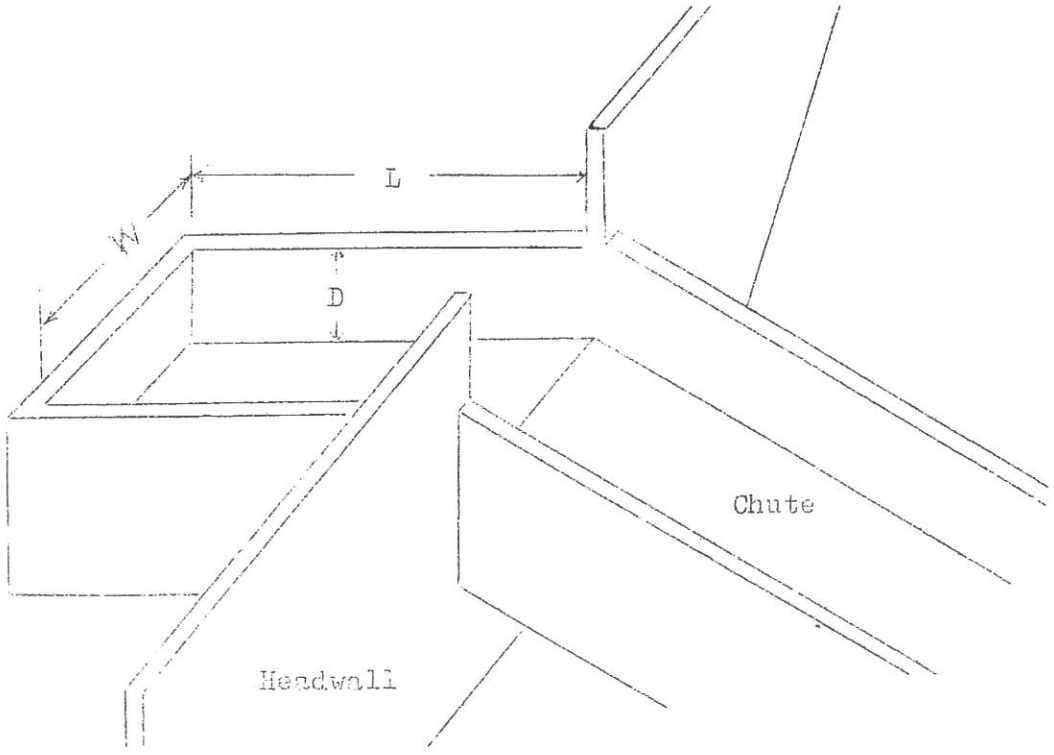
4.1. อาคารระบายน้ำล้น (Spillway) หมายถึง อาคารที่สร้างสำหรับทำหน้าที่ระบายน้ำที่ไหลลงมากจนอ่างเก็บน้ำรับไว้ไม่ได้แล้ว โดยระบายทิ้งไปยังด้านท้ายเขื่อนให้ไหลลงไปในลำน้ำเดิม เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำล้นสันเขื่อน ซึ่งเป็นอันตรายต่อความมั่งคงของเขื่อนดิน

ลักษณะของอาคารระบายน้ำล้นมีหลายชนิด เช่น

4.1.1 ทางระบายน้ำล้นแบบทางน้ำเปิด ส่วนมากมักจะขุดเปิดดินบริเวณเนินเขาที่ตัวเขื่อนดินมาบรรจบ ทางระบายน้ำล้นแบบนี้มักจะปูทับด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือ หินก่อ, หินเรียงยาแนว

4.2.2 แบบRectangular Box Inlet Spillway ลักษณะเป็นกล่อง ค.ส.ล. ให้น้ำไหลเข้า 3 ด้าน ซึ่งก่อสร้างได้หลากหลายรูปแบบ โดยมากมักก่อสร้างพร้อมกับรางเท(Chute) และStilling basin ทางระบายน้ำล้นแบบนี้ จะออกแบบเหมือนกับฝายสันคม แต่จะมีประสิทธิภาพของการระบายสูงกว่า คือ มีค่า **C** ประมาณ 2.8 -3.55

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ ; $\mathbf{Q = C\ (W + 2L)\ H^{3/2}}$



รูป Rectangular Box Inlet Spillway

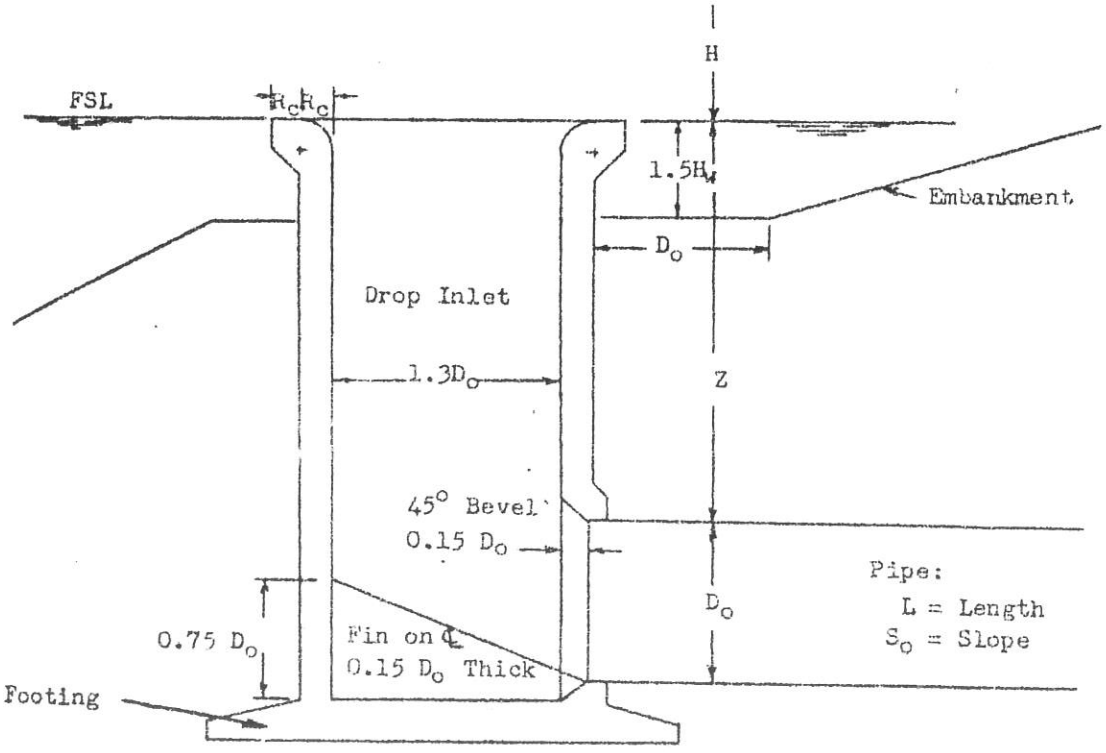
4.1.3 แบบ Drop Inlet Pipe Spillway ลักษณะเป็นกล่อง ค.ส.ล. ให้น้ำไหลเข้าทั้ง 4 ด้าน แล้วระบายน้ำออกไปด้านท้ายน้ำด้วย ท่อ ค.ส.ล. หรือ ท่อเหล็ก เหมาะสำหรับใช้ระบายน้ำจากทำนบดินที่ความสูงไม่เกิน 30 ฟุต Spillway แบบนี้ส่วนมากใช้ในกรณีที่ทำนบดินไม่เหมาะในการก่อสร้างทางระบายน้ำล้นแบบ Chute spillway

สูตร $Q = 5.2\ CDoH^{3/2}$

โดยที่ $C = 4 + \frac{2Rc}{Do} + \frac{H}{6R_c}$

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อระบายน้ำ

R_C = รัศมีส่วนโค้งของปากกล่องทางน้ำเข้า



Definition Sketch for a Drop Inlet Pipe Spillway

4.2 อาคารท่อส่งน้ำ (Out let) ทำหน้าที่ระบายน้ำและส่งน้ำเข้าสู่คลองส่งน้ำ เพื่อส่งไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้านท้ายน้ำ โดยมากจะสร้างเพียงแห่งเดียว หรืออาจสร้างไว้ทั้งสองฝั่งลำน้ำ

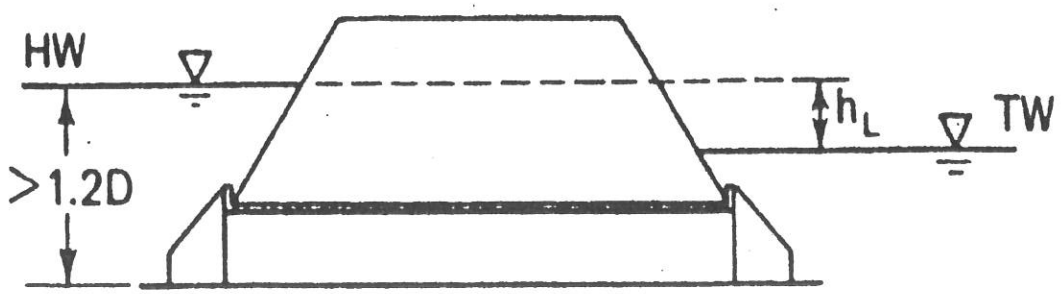
ลักษณะของอาคารท่อส่งน้ำ จะประกอบด้วย BOX INLET , ท่อเหล็กหรือท่อ ค.ส.ล. ขนาดเล็ก, ประตูน้ำ เช่น Gate Value , อาคารสลายพลังงาน

5. *การออกแบบน้ำไหลผ่านท่อลอด*

การออกแบบทางชลศาสตร์ของท่อลอด จะต้องคำนึงถึงอัตราการไหลที่ออกแบบ ระดับน้ำสูงสุดจะต้องไม่ล้นข้ามถนน บริเวณทางเข้าท่อ และบริเวณทางออกจากท่อลอด ซึ่งพฤติกรรมการไหลผ่านท่อลอดมี 3 รูปแบบ คือ

- การไหลด้วยความดันของน้ำภายในท่อ (pressure pipe flow)
- การไหลแบบรูระบายน้ำ (orifice flow)
- การไหลในทางน้ำเปิด (open channel flow)

กรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ (Head Water , HW) และระดับน้ำด้านท้ายน้ำ (Tail Water , TW) อยู่สูงกว่าระดับสันท่อ ทำให้บริเวณทางเข้าและทางออกของท่อจมอยู่ใต้น้ำ โดยมีความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำ H > 1.2 D ลักษณะสภาพการไหลจะเป็นการไหลด้วยความดันในท่อ



ที่มา : Ned H.C. Hwang , (57)

รูปท่อลอดทางเข้าและทางออกจม เป็นการไหลด้วยความดันในท่อ

การสูญเสียพลังงานของการไหลผ่านท่อลอด (h_L) สามารถหาได้จากผลรวมของการสูญเสียพลังงานที่ทางเข้า (entrance loss , h_{ent}) การสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อ (friction loss , h_f) และ หัวความเร็วในท่อ (velocity head) ดังสมการ

$$h_L = h_{ent} + h_f + \frac{V^2}{2g}$$

หรือ $$h_L = K_{ent}\left[\frac{V^2}{2g}\right] + \frac{n^2V^2L}{R^{4/3}} + \frac{V^2}{2g}$$

หรือ $$h_L = \left[K_{ent} + \left[\frac{n^2L}{R^{4/3}}\right](2g) + 1\right]\frac{8Q^2}{\pi^2 g D^4}$$ (ในกรณีท่อกลม)

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลในท่อลอด

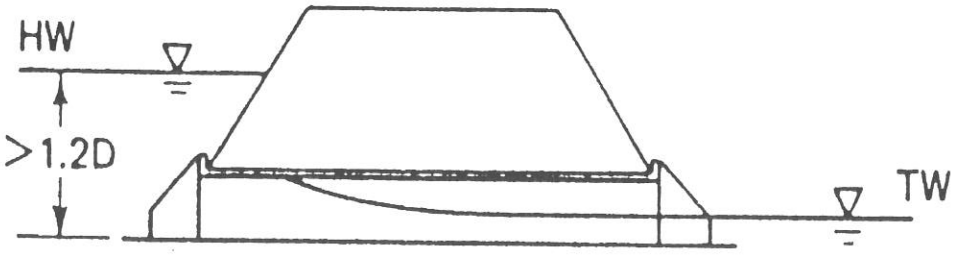
D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลอด

L คือ ความยาวท่อ

และ R คือ รัศมีชลศาสตร์ (R = D/4 สำหรับท่อกลม)

ค่าสัมประสิทธิ์ที่ทางเข้า (entrance coefficient, K_{ent}) จะมีค่าประมาณ 0.5 สำหรับทางเข้าที่โค้งมน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ปกติใช้ n = 0.012-0.014 สำหรับท่อคอนกรีต และ n = 0.024 สำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสี (Corrugated steel pipe)

กรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือน้ำมีความลึก H > 1.2 D ซึ่งทางเข้าจมน้ำทั้งหมดส่วนน้ำที่ไหลในท่อเป็นแบบเต็มบางส่วน (partially full pipe) ถ้าความลึกปกติมีค่าน้อยกว่าความสูงท่อ จะทำให้อัตราการไหลในท่อถูกควบคุมโดยเงื่อนไขที่ทางเข้า (entrance control) สภาพการไหลจึงเป็นการไหลแบบรูระบาย



ที่มา : Ned H.C. Hwang , (57)

รูปท่อลอดทางเข้าจมและทางออกไม่จม เป็นการไหลแบบรูระบาย

หาอัตราการไหลในท่อได้จากสมการการไหลผ่านรูระบาย คือ

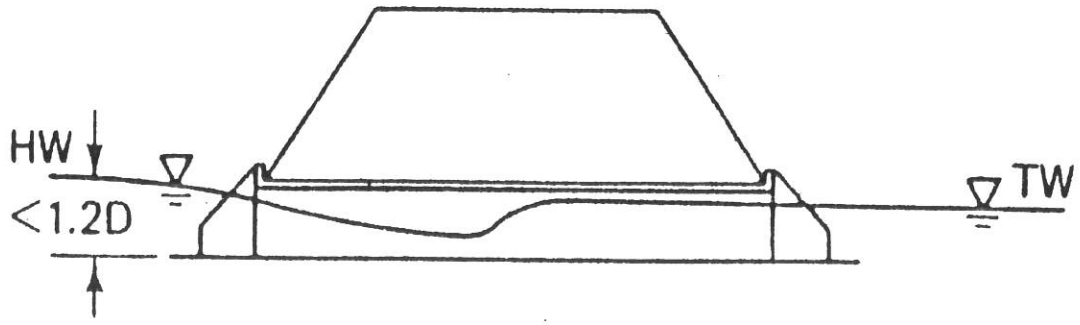
$$Q = C_d A \sqrt{2gh}$$

เมื่อ h คือ หัวความดันสถิต (hydrostatic head) เหนือจุดศูนย์กลางของท่อลอด

A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อลอด

และ C_d คือ สัมประสิทธิ์อัตราการไหล ซึ่งในทางปฏิบัติค่า $C_d = 0.62$ สำหรับทางเข้าที่มีขอบฉากคม และ $C_d = 1.0$ สำหรับทางเข้าที่โค้งมน

5.3 กรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือมีความลึก H<1.2D โดยที่ทั้งทางเข้า ภายในท่อ และที่ทางออก มีความลึกของน้ำน้อยกว่าความสูงของท่อลอด ซึ่งมีอากาศอยู่เหนือผิวน้ำทั้งหมด การไหลในท่อจึงไม่ใช่การไหลด้วยความดัน ในกรณีเช่นนี้ จะเป็นการไหลในทางน้ำเปิด ซึ่งเงื่อนไขในการไหลจะขึ้นอยู่กับระดับน้ำในท่อ ขนาด รูปร่าง ความลาด และความขรุขระของผนังท่อ



ที่มา : Ned H.C. Hwang , (57)

รูปท่อลอดทางเข้าและทางออกไม่จม เป็นการไหลในทางน้ำเปิด

สำหรับพฤติกรรมของการไหลนั้น ที่ทางเข้าจะมีการลดระดับน้ำลงอย่างรวดเร็วและสภาพการไหลในท่อมักจะเป็นการไหลเหนือวิกฤต (supercritical flow) ดังนั้นที่ทางเข้าจึงมีความลึกวิกฤต (critical depth) นอกจากนี้สภาพการไหลยังขึ้นอยู่กับระดับน้ำด้านท้ายน้ำ ซึ่งถ้ามีมากพอก็อาจจะทำให้การไหลในท่อต้องเปลี่ยนจากการไหลเหนือวิกฤตเป็นการไหลใต้วิกฤต และเกิดปรากฏการณ์น้ำกระโดด (hydraulic jump) ในท่อ ซึ่งการไหลในท่อจะมีสภาพเช่นใด ก็สามารถคำนวณได้โดยการประยุกต์การคำนวณเส้นแนวผิวน้ำ (water surface profile) ในทางน้ำเปิด

บทที่ 5 การชลประทานแบบจุลภาค

(Micro Irrigation)

เป็นการให้น้ำแก่พืช ในปริมาณน้อยๆ อย่างช้าๆ แต่ให้น้ำบ่อยๆ ครั้งตามความต้องการของพืช และให้น้ำเฉพาะจุดบริเวณเขตรากพืชเท่านั้น วิธีให้น้ำแบบนี้อาจจะเป็นแบบหยดหรือแบบฉีดฝอยขนาดเล็กก็ได้

จุดมุ่งหมายสำคัญของการให้น้ำแบบนี้ เพื่อที่จะรักษาระดับความชื้นของดินบริเวณเขตรากพืชให้อยู่ในระดับที่พืชสามารถดูดความชื้นไปใช้ สร้างความเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ พอเหมาะสมกับความต้องการตลอดเวลา การรักษาระดับความชื้นให้คงที่พอเหมาะนี้ ระบบนี้จึงต้องมีการควบคุมเวลาและอัตราการให้น้ำในแต่ละจุด เพื่อที่จะไม่ทำให้ดินอิ่มน้ำหรือแห้งเกินไป นับว่าเป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชที่ทันสมัย เพราะช่วยประหยัดน้ำ ประหยัดพลังงาน ได้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพดีขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการให้น้ำแบบอื่นๆเหมาะที่จะนำมาใช้ในเขต ส.ป.ก.

1. ข้อดีของระบบให้น้ำแบบจุลภาค

1.1 ประหยัดน้ำ

เนื่องจากการให้น้ำแบบนี้ เป็นการให้น้ำเปียกเฉพาะบริเวณเขตราก ซึ่งจะน้อยมากเมื่อพืชยังเล็ก หรือพืชที่ปลูกใหม่ วิธีการให้น้ำแบบนี้จะประหยัดได้มากกว่าแบบการให้บนผิวดิน เพราะดินที่อยู่ระหว่างต้นพืชจะไม่ถูกให้น้ำ

1.2 ประหยัดพลังงาน

เนื่องจากใช้น้ำน้อยกว่าการให้น้ำแบบวิธีอื่น จึงใช้พลังงานในการสูบน้อยลง

1.3 การเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต

พืชที่ปลูกได้รับน้ำสม่ำเสมอและทั่วถึงกัน ดินมีความชื้นอยู่ตลอดเวลา เพราะเป็นการให้น้ำครั้งละน้อยแต่บ่อยครั้ง อัตราการเจริญเติบโตจึงสูงและให้ผลผลิตมากกว่าการให้น้ำโดยวิธีอื่น

1.4 ประสิทธิภาพการให้ปุ๋ย

สำหรับพื้นที่ที่มีฝนตกน้อย การให้น้ำแบบไมโครจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายปุ๋ยเข้าไปในดิน แต่ปุ๋ยที่ให้พร้อมกับการจ่ายน้ำนี้ จะต้องเป็นปุ๋ยที่ละลายน้ำได้หมดหรือเกือบหมด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาอุดตันแก่ระบบ

1.5 ใช้แรงงานน้อย

เนื่องจากระบบการให้น้ำแบบนี้ ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆค่อนข้างถาวรพร้อมที่จะให้น้ำได้ทุกเมื่อ โดยการเปิดและปิดวาล์วในการให้น้ำแต่ละส่วน เป็นผลให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ

2. ข้อเสียและปัญหาในชลประทานแบบจุลภาค

2.1 การอุดตันที่หัวจ่ายน้ำ

นับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่ทำให้ระบบการให้น้ำแบบไมโครต้องล้มเหลว ถึงแม้การกรองน้ำจะเป็นวิธีที่ดี ในการลดปัญหาการอุดตัน แต่บางกรณีใช้วิธีการกรองอย่างเดียวไม่เพียงพอ จะต้องมีการใช้น้ำยาเคมีเข้าช่วย เนื่องจากการอุดตันอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่นตะกอน ทราย โคลนตมพอกรองได้ แต่สำหรับการตกตะกอนของสารเคมีที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำ เช่น แคลเซี่ยมและเมือกสนิมเหล็ก หรือเกิดจากการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในท่อ หรือที่หัวปล่อยน้ำ เช่น ตะไคร่ แบคทีเรีย กำมะถัน หรือเหล็ก ต้องใช้น้ำยาเคมีเข้าช่วย เป็นต้น

2.2 ความเสียหายของระบบท่อ

เนื่องจากระบบนี้มีท่อจ่ายน้ำเป็นจำนวนมาก ท่อที่วางบนดินอาจจะได้รับความเสียหายจากการทำงานของคนงาน หรือเครื่องจักรในการปราบวัชพืช หรือจากสัตว์ต่างๆ เช่น หนู กระรอก กระต่าย หรือสุนัข มากัดแทะท่อหรือหัวจ่ายน้ำและมดแมลง อาจเข้าไปสู่หัวจ่ายน้ำขณะที่หยุดส่งน้ำเป็นต้น

2.3 ค่าลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง

เนื่องจากระบบนี้ต้องใช้ท่อแขนง ท่อแยกประธานและท่อประธานเป็นจำนวนมาก และก็ต้องใช้หัวจ่ายน้ำเป็นจำนวนมากด้วย เฉพาะค่าหัวจ่ายน้ำชนิดที่พอเชื่อถือได้คิดเป็นเงินประมาณ 25 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ของเงินทุนทั้งระบบ และยังต้องมีเครื่องกรองน้ำและอุปกรณ์อื่นๆอีก ค่าลงทุนเฉลี่ยสำหรับพืชสวนตกไร่ละ 6,000 – 9,000 บาท ยังไม่รวมเครื่องสูบน้ำและท่อประธาน ฉะนั้นระบบนี้เหมาะที่จะใช้กับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง

3. การจำแนกประเภทของระบบการให้น้ำแบบจุลภาค

การให้น้ำแบบไมโครพอที่จะแบ่งแยกลักษณะการให้น้ำที่แตกต่างกันออกได้พอเข้าใจตามประเภทของหัวจ่ายน้ำ คือ

1. หัวน้ำหยด (Dripper)
2. หัวฉีดละอองขนาดเล็ก (Mini Spray) และ หัวฉีดละอองขนาดใหญ่ (Spray)
3. หัวไมโครสปริงเกลอร์ (Micro Sprinkler)
4. หัวฉีดน้ำเป็นจังหวะ (Pulsator)

4. <u>องค์ประกอบของระบบให้น้ำแบบจุลภาค</u>

อุปกรณ์ที่สำคัญจะต้องมีในระบบได้แก่ หัวจ่ายน้ำ ท่อแขนง ท่อประธานย่อย ท่อประธาน ประตูน้ำ เครื่องกรองน้ำ และ เครื่องสูบน้ำเป็นต้น

4.1 หัวจ่ายน้ำ

โดยทั่วไปแล้วพิจารณาแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ตามที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3

4.2 ท่อแขนง

เป็นท่อต่อแยกจากท่อประธานย่อย หรือบางครั้งก็ต่อจากท่อประธาน โดยตรง และเป็นท่อซึ่งติดตั้งหัวจ่ายน้ำ วางชิดขนานไปกับแถวของต้นพืช อาจใช้ท่อแขนง 1 แนว สำหรับพืช 1-2 แถว หรือท่อแขนง 1-2 แนว สำหรับพืช 1 แถว ก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม ท่อแขนงโดยทั่วไปทำด้วยพลาสติกประเภท พีวีซี (Polyvinyl chloride , PVC) และพีอี ชนิดความดัน (Polyethylene , LDPE) เป็นต้น

4.3 ท่อประธานย่อย

เป็นท่อที่ มีท่อแขนงหลายสายต่ออยู่ และท่อนี้ต่อแยกจากท่อประธานเพื่อแบ่งการควบคุมเป็นส่วนๆ ท่อนี้ถ้าระบบไม่ใหญ่มากนัก ก็ไม่จำเป็นต้องมี

4.4 ท่อประธาน

เป็นท่อซึ่งเชื่อมโยงท่อประธานย่อย หรือท่อแขนงในแต่ละสายให้ต่อไปยังแหล่งน้ำ ท่อประธานจะทำจากวัสดุดังต่อไปนี้ พีอี (Polyethylene) ชนิดความดัน (HDPE) และท่อพีวีซีแข็ง (rigid PVC)

4.5 เครื่องกรองน้ำ

เป็นอุปกรณ์สำคัญมากสำหรับระบบการให้น้ำแบบไมโคร เพราะน้ำที่ใช้สำหรับระบบนี้ จะต้องเป็นน้ำสะอาดจริงๆ เพื่อขจัดปัญหาการอุดตันซึ่งมักจะเกิดขึ้นเสมอ

4.6 เครื่องควบคุมการจ่ายน้ำต้นทางและเครื่องสูบน้ำ

เป็นอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งไว้ใกล้กับแหล่งน้ำตรงจุดเริ่มต้นของระบบ เพื่อควบคุมความดัน ปริมาณน้ำ และคุณภาพน้ำเป็นต้น

5. <u>การเลือกหัวจ่ายน้ำ</u>

หัวจ่ายน้ำแบ่งออกเป็นหลายลักษณะดังได้กล่าวมาแล้วซึ่งจะนำมาพิจารณาเลือกใช้ในแต่ละแบบคือ

5.1 หัวน้ำหยด

มีการผลิตจำหน่ายกันหลายแบบตั้งแต่ราคาถูกๆ ทำง่ายๆ เป็นหัวชนิดปรับอัตราการไหลของน้ำที่หัวให้มากน้อยได้ จะนิยมใช้กับพื้นที่เล็กๆ เพราะมีประสิทธิภาพต่ำ โดยใช้กับการปลูกพืชหลายชนิดอยู่ในแถวเดียวกัน ซึ่งต้องการน้ำแตกต่างกันสำหรับหัวน้ำหยดที่ติดตั้งบนท่อแขนง สามารถจะติดตั้งด้วยระยะห่างเท่าใดก็ได้ตามต้องการเพราะจะติดตั้งได้เอง

สำหรับในกรณีที่ใช้กับแปลงผักต้องมีการยกออกเพื่อเตรียมแปลงใหม่หรือเอาเก็บทุกฤดูกาล ควรใช้หัวน้ำหยดแบบที่ต่ออยู่ภายในเส้นท่อ หรือในสาย ซึ่งสะดวกในการเก็บย้าย มีจำหน่ายอยู่หลายชนิด ทั้งที่เป็นท่อบางๆ คล้ายๆเทป มีแทบให้น้ำไหลออกข้างๆท่อ อายุการใช้งานอาจจะประมาณ 2 – 3 ฤดูกาล เหมาะที่จะใช้ปลูกพืชผัก หรือเป็นชนิดผนังท่อหนาขึ้นมีหัวน้ำหยดติดอยู่ภายในตามระยะที่ต้องการ มีอายุการใช้งานนานกว่า 5 ปี เหมาะที่จะใช้กับพืชที่ปลูกเป็นแถว เช่นผัก และพืชผักที่มีราคาแพงปลูกหมุนเวียนกันตลอด

นอกจากนี้ยังมีหัวน้ำหยดชนิดที่สามารถถอดทำความสะอาดได้ จะช่วยแก้ปัญหาการอุดตันได้มาก กรณีที่น้ำมีปัญหาถ้าเป็นชนิดถอดไม่ได้ก็จะเสียหายง่าย เพราะล้างทำความสะอาดยาก

5.2 หัวฉีดละอองและหัวไมโครสปริงเกลอร์

ปกติหัวฉีดละออง ซึ่งไม่มีส่วนใดหมุนในการฉีดน้ำก็มีละอองละเอียดมากจะนิยมใช้ในโรงเรือนที่มีแปลงปลูกพืชชิดกันอย่างหนาแน่น หรือในแปลงที่ไม่มีปัญหาเรื่องลม สำหรับหัวที่มีละอองขนาดใหญ่ใช้กับต้นไม้ที่ระยะปลูกแคบและควบคุมไม่ให้ต้นมีขนาดใหญ่เกินไป

สำหรับไมโครสปริงเกลอร์ใช้กับต้นไม้ขนาดใหญ่ หรือพื้นที่ต้องให้น้ำที่มีวงกว้าง หรือถ้าสามารถเปลี่ยนเฉพาะส่วนจ่ายน้ำ ให้สามารถกระจายน้ำได้กว้างขึ้นก็จะประหยัดได้ เดี๋ยว นี้หัวจ่ายน้ำมักจะผลิตมาให้สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวได้ และเป็นที่นิยมใช้กันคือ ใช้หัวไมโครสปริงเกลอร์ 1 หัว ที่มีอัตราการให้น้ำมาก แต่สามารถเปลี่ยนเป็นฉีดละอองเมื่อต้นไม้ยังเล็ก และเปลี่ยนเป็นไมโครสปริงเกลอร์เมื่อต้นไม้ใหญ่ขึ้น

6. ***ความดันและอัตราการจ่ายน้ำที่หัวจ่ายน้ำ***

สำหรับหัวน้ำหยดใช้ความดันประมาณ 5 - 10 เมตร แต่ปกติจะกำหนดอัตราการจ่ายน้ำที่ความดัน 10 เมตร และอัตราการจ่ายน้ำหัวที่นิยมใช้ คือ 2 , 4 , 8 ลิตร / ชม.

หัวฉีดละอองใช้ความดันประมาณ 10 - 15 เมตร นิยมกำหนดอัตราการจ่ายน้ำที่ความดัน 15 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 20 – 70 ลิตร /ชม. และหัวไมโครสปริงเกลอร์ใช้ความดันประมาณ 15-20 เมตร นิยมกำหนดอัตราการจ่ายน้ำที่ความดัน 20 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 40 -120 ลิตร/ชม.

7. ***สรุปการพิจารณาเลือกใช้หัวจ่ายน้ำ***

การให้น้ำแบบหยดนั้น มีข้อจำกัดมากกว่าระบบอื่นๆ คือหัวจ่ายมีโอกาสอุดตันได้ง่ายต้องใช้ระบบกรองน้ำที่มีประสิทธิภาพเป็นที่เชื่อถือได้ ต้องหมั่นตรวจสอบดูแลอย่างสม่ำเสมอพืชที่ปลูกจะต้องเป็นแถวเป็นแนว แต่มีข้อดีก็คือต้องการความดันต่ำ อัตราการจ่ายน้ำน้อย จึงใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ที่มีกำลังต่ำ ประหยัดน้ำและประหยัดพลังงาน แต่ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ แล้วเกษตรกรรายย่อยยังไม่ควรแนะนำให้ใช้ระบบน้ำหยด เพราะจะเกิดปัญหาได้ง่าย

แบบฉีดละอองนั้นเหมาะกับพืชที่ปลูกชนิดต้องการความชื้นสูง ในโรงเรือนเพาะชำโดยเฉพาะที่ฉีดเป็นฝอยละเอียดจะต้องไม่ใช้ในพื้นที่โล่งๆที่มีลมแรง และใช้ได้ดีกับไม้ผลที่ต้นเล็กๆหรือปลูกห่างกัน 2 – 4 เมตรเป็นต้น แต่ถ้าต้นใหญ่อาจต้องใช้ 2 – 3 หัวต่อต้น อุปกรณ์ไม่มีส่วนหมุนอายุการใช้งานจะนานกว่าแบบที่มีส่วนหมุน

สำหรับหัวไมโครสปริงเกลอร์นั้น ใช้ได้อย่างกว้างขวางใช้ได้กับพืชทั้งที่ปลูกระยะชิด และระยะห่าง โดยเฉพาะใช้ได้ดีกับไม้ผล ถ้าต้นยังเล็กอยู่ให้ติดตั้งกลับหัวลง เพื่อลดรัศมีการฉีด หรือใช้หัวที่สามารถปรับเปลี่ยนระยะเหวี่ยงให้ไกลๆได้ เช่นตอนแรกใช้แบบฉีดเป็นละอองก่อนแล้วเปลี่ยนเฉพาะส่วนบนเป็นแบบไมโครสปริงเกลอร์ก็จะใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ยิ่งขึ้น แต่ระบบนี้จะใช้ความดันสูงใช้น้ำมาก ต้องใช้ท่อขนาดใหญ่กว่า ลงทุนสูงกว่า แต่เกิดปัญหาการอุดตันที่หัวน้อยกว่าใช้งานได้คล่องตัวกว่า

ตารางการเปรียบเทียบหัวจ่ายน้ำ

ข้อกำหนด	น้ำหยด	มินิสเปรย์	ไมโครสปริงเกลอร์
- ขนาดรูจ่ายน้ำ	0.5 – 1.5 มม.	0.8 – 2.4 มม.	1.0 – 2.8 มม.
- ปริมาณน้ำ	1 – 12 ลิตร / ชม.	10 – 200 ลิตร / ชม.	20 – 250 ลิตร/ชม.
- ความดันใช้งาน	5 – 10 ม.	10 -20 ม.	10 – 25 ม.
(Head , ม.)	-	(ปกติ 10 – 15 ม.)	(ปกติ 10 -15 ม.)
- เส้นผ่าศูนย์กลางการให้น้ำ	-	1 – 6 ม.	3 – 10 ม.
- ความต้องการในด้านการกรอง	ตะแกรงขนาด 120 – 155 mesh (อาจต้องใช้ทรายในการกรอง)	ตะแกรงขนาด 80-120 mesh หรือเทียบเท่า	ตะแกรงขนาด 40-120 mesh หรือเทียบเท่า
- ประสิทธิภาพการให้น้ำ	90 – 95 %	85 – 90 %	80 – 85 %
- ชนิดของดิน	การแผ่กระจายของน้ำมีข้อจำกัดเมื่อใช้กับดินทรายและเหมาะที่จะใช้กับดินร่วน	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด
- ระยะระหว่างต้นพืช	เหมาะกับพืชที่ปลูกเป็นแถว หรือไม้เล็ก	เหมาะกับพืชที่ปลูกเป็นแถว โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 2 – 4 ม.	ใช้กับต้นไม้ที่ปลูกแถวชิด หรือต้นไม้ใหญ่ที่มีระยะห่างมาก
- ความสามารถในการใช้งาน	ใช้ในขอบเขตที่จำกัด	สามารถกำหนดช่วงเปียกได้เป็นช่วงๆบางชนิดมีจุกให้เปลี่ยนได้ง่าย	บางชนิดใช้เป็นทั้งมินิสเปรย์หรือไมโครสปริงเกลอร์
- ความเร็วลม	ไม่มีปัญหา	ปานกลาง	มากกว่า
- ราคาลงทุน	น้อย	ปานกลาง	มากกว่า

8. <u>ชนิดของท่อ</u>

ในที่นี้จะขอกล่าวชนิดของท่อที่นิยมมาใช้ในระบบให้น้ำแบบไมโคร คือ ท่อพีวีซี และ ท่อพีอี ท่อทั้งสองชนิดนี้ต่างมีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกัน

สำหรับท่อประธาน (Mainline) มักใช้ท่อพีวีซี ส่วนท่อแขนง (Lateral) นิยมใช้ท่อพีอี ซึ่งสะดวกในการติดตั้งเป็นต้น

8.1 <u>ท่อพีวีซี (PVC)</u>

เป็นท่อที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน **จุดเด่น** ก็คือ

- ราคาถูก
- หาซื้อได้ง่าย
- มีน้ำหนักเบา
- เชื่อมต่อง่ายมีทั้งชนิดทากาว และแหวนยาง
- ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือสูงหรือต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการติดตั้ง
- สามารถต่อกับท่ออื่นๆได้ ด้วยข้อต่อพิเศษ
- ไม่เป็นสนิม และทนต่อการกัดกร่อนสารเคมี และปุ๋ย

ข้อด้อย

- เมื่อตากแดดเป็นเวลานานทำให้อายุการใช้งานสั้นลง
- แตกหักง่ายถ้ามีน้ำหนักมากๆกดทับหรือกระแทกตอนขนส่งหรือขนย้าย

ท่อพีวีซีผลิตในประเทศไทย ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 17-2523 มีระดับชั้นทนความดัน 3 ระดับชั้นความดันคือ ชั้น 5 (บาง) 8.5 (ปานกลาง) 13.5 (หนา) ปกติโดยทั่วไปจะใช้ท่อหนาปานกลางคือ ชั้น 8.5 แต่ถ้าต้องการประหยัดเกษตรกรบางส่วนก็ใช้ท่อบางชั้น 5 ซึ่งก็พอใช้ได้ แล้วควรฝังใต้ผิวดิน 20 – 30 ซม. และที่สำคัญมักจะเกิดตะไคร่น้ำได้ ถ้าไม่ฝังใต้ผิวดิน เพราะแสงผ่านได้

8.2 <u>ท่อพีอี (PE)</u>

ท่อพีอี (ท่อโพลีเอทอีลีน) เป็นท่อสีดำซึ่งนิยมใส่สารผงถ่านดำ (Carbon Black) เพื่อป้องกันแสงอาทิตย์ทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น และไม่ทำให้เกิดตะไคร่น้ำที่อาจทำให้หัวจ่ายน้ำอุดตัน

ข้อเด่นของท่อ PE

- ตัดต่อได้ง่าย แต่ต้องใช้ข้อต่อโดยเฉพาะ เพราะทากาวไม่ได้
- สะดวกและรวดเร็วในการเจาะติดตั้งหัวจ่ายน้ำ
- มีน้ำหนักเบา และสามารถขดเป็นม้วนได้ ทำให้สะดวกในการขนย้าย
- ผลิตให้ความยาว 50 , 100 , หรือ 200 เมตร จึงลดจำนวนข้อต่อที่ใช้ลงได้ดีมาก
- มีความหยุ่นตัวสูงกว่าท่อพีวีซี สามารถรับน้ำหนักกดทับได้ดีกว่าท่อพีวีซี

ปัจจุบันคุณภาพในการผลิตมีทั้งผลิตจากต่างประเทศ และผลิตภายในประเทศ ขณะนี้ยังไม่มี มอก. ท่อพีอีแบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1. ชนิดความดัน (LDPE) ท่อจะอ่อนตัว ตัดขาดได้ไม่ยาก เช่นใช้มีด เมื่อถูกแสงแดดมากๆก็จะเสื่อมคุณภาพลง ต้องใส่สารป้องกันแสงอุตราไวโอเลต (UV) ส่วนใหญ่จะนิยมทำเป็นท่อแขนง (Lateral) ที่จะติดตั้งหัวจ่ายน้ำ ชั้นความดันใช้งานที่ผลิตมี 3 ระดับด้วยกันคือ PN 2.5 PN 4 และ PN 6

2. ชนิดความดัน (MDPE) หรือ (LLDPE) คุณสมบัติคล้ายท่อ LDPE แต่การจับตัวของโมเลกุลแตกต่างกัน ซึ่งจะมีเนื้อแน่นกว่าท่อ LDPE แต่ยังน้อยกว่า HDPE การใช้งานเหมือนท่อ LDPE ทุกประการ แต่คุณภาพและราคาจะแพงกว่าท่อ LDPE เล็กน้อย

3. ชนิดความดัน (HDPE) เนื้อท่อจะแน่นและ ค่อนข้างแข็ง ท่อชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นท่อรองประธาน (Sub-main) หรือ ท่อประธาน (Main) มีขนาดตั้งแต่ 32 มม. ขึ้นไป มีความยืดหยุ่นน้อยกว่าท่อ LPDE ตัดด้วยมีดยาก ชั้นความดันมี 4 ระดับ คือ PN 6 , PN 8 , PN 10 และ PN 12

9. *การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ*

เครื่องสูบน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอันดับหนึ่ง ของระบบการให้น้ำแบบไมโคร เพื่อทำหน้าที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำ เช่น ลำน้ำธรรมชาติ สระ บ่อ และน้ำบาดาล เข้าสู่ระบบท่อประธานผ่านท่อประธานย่อยและท่อแขนง ไปสู่หัวจ่ายน้ำเพื่อจ่ายน้ำออกสู่พื้นที่เพาะปลูกพลังงานที่เครื่องสูบน้ำ ใช้จะต้องมากพอที่จะส่งน้ำให้แก่ระดับพื้นที่แตกต่างของพื้นที่และเนื่องจากความฝืดในระบบท่อตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆและที่สำคัญต้องให้น้ำที่หัวจ่ายน้ำด้วยความดันที่ออกแบบไว้ด้วย เครื่องสูบน้ำแต่ละประเภทจะมีลักษณะการใช้งานและคุณสมบัติไม่เหมือนกัน ซึ่งส่วนใหญ่พอจะจำแนกได้ดังนี้

- **เครื่องสูบน้ำที่เรียกว่าท่อพญานาค** เหมาะที่จะสูบน้ำปริมาณมากๆ แต่ยกระดับน้ำไม่ได้สูงมากนัก ประมาณ 4 – 6 เมตร เหมาะที่จะสูบน้ำทำนาที่ใช้น้ำมากๆ หรือการสูบน้ำระบายออกทิ้ง เป็นต้น

- **เครื่องสูบน้ำประเภทแรงเหวี่ยงหนีศูนย์** หรือเรียกกันทั่วไปว่าเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งโดยอาศัยการหมุนของใบผิดที่ได้รับการถ่ายเทกำลังจากเครื่องยนต์ หรือมอร์เตอร์ไฟฟ้า ปั๊มแบบนี้จะสามารถเพิ่มความดันของน้ำได้ด้วยการเพิ่มความเร็วในการหมุน แต่ความดันของน้ำจะเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณน้ำที่สูงได้เสมอ เป็นเครื่องสูบน้ำที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการเกษตร ใช้ในระบบการให้น้ำทางท่อหรือภายใต้ความดัน เช่น น้ำหยด ไมโครสปริงเกลอร์ สปริงเกลอร์

- **เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์** ใช้สูบน้ำจากบ่อบาดาลมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ข้างบน

- **เครื่องสูบน้ำแบบมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่ใต้น้ำ** ที่เรียกว่า Submersible เป็นปั๊มที่สูบน้ำจากบ่อบาดาลน้ำลึก

นอกจากนี้ยังมีเครื่องสูบน้ำแบบอื่นๆอีก เช่น เครื่องสูบน้ำแบบสูบชัก อัตราการดูดน้ำจะไม่มากแต่จะส่งน้ำได้สูงมาก ซึ่งบางรายใช้ในการเกษตรขนาดเล็ก แต่ความเหมาะสมแล้วควรใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคมากกว่าการเกษตร หรือไม่ก็ต้องสูบขึ้นไปเก็บบนถังที่อยู่ระดับสูงๆก่อนแล้วปล่อยน้ำลงมาใช้

<u>สมการคำนวณหาขนาดของกำลังเครื่องสูบน้ำเป็นแรงม้า</u>

$$\text{แรงม้า} = \frac{\mathbf{Q}\ (\text{ม}^3/\text{ชม})\ \text{x}\ \mathbf{H}\ (\text{เมตร})}{273\ \text{x}\ \mathbf{Eff}}$$

ในเมื่อ

Q = อัตราการจ่ายน้ำของปั๊ม $\text{ม}^3/\text{ชม.}$

H = ความดันรวมที่ปั๊มทำงานได้ เมตร

Eff = ประสิทธิภาพของตัวปั๊ม และต้นกำลัง

ถ้าเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพรวมประมาณ 40 - 65%

ถ้าเป็นเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพรวมประมาณ 25 - 45%

<u>สมการคำนวณหาเวลาในการให้น้ำ</u>

$$\text{เวลาในการให้น้ำ (ชม./วัน)} = \frac{\text{ความต้องการน้ำสูงสุดของพืช (ลิตร / วัน)}}{\text{อัตราจ่ายน้ำต่อต้น (ลิตร/ชม.) x ประสิทธิภาพการให้น้ำ}}$$

กำหนดให้ประสิทธิภาพการให้น้ำ

สำหรับ ระบบหัวน้ำหยด 90 % = 0.90

ระบบหัวฉีดละออง 85% = 0.85

ระบบหัวไมโครสปริงเกลอร์ 80% = 0.80

10. <u>รูปแบบแปลนติดตั้งระบบให้น้ำ</u>

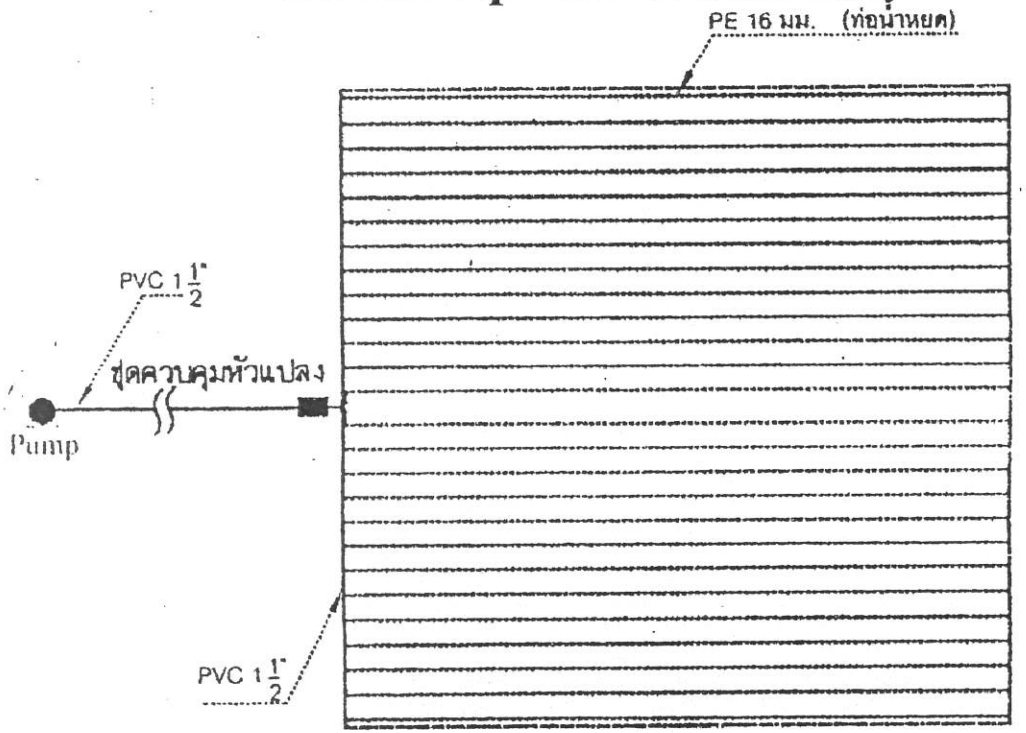
ระบบการให้น้ำแบบจุลภาค นิยมใช้กับแปลงปลูกผักและแปลงผลไม้ เนื่องจากรูปแบบแปลงมีความเหมาะสมและเป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง ตัวอย่างแสดงรูปแบบแปลนที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งระบบให้น้ำที่ใช้ในพื้นที่ ส.ป.ก. แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

10.1 รูปแบบระบบให้น้ำสำหรับแปลงผัก ขนาด 1 ไร่ มีระบบหัวจ่ายน้ำ 2 แบบ คือ แบบหัวน้ำหยด และ แบบหัวฉีดไมโครสปริงเกลอร์

10.2 รูปแบบระบบให้น้ำสำหรับแปลงผลไม้ มีระบบหัวจ่ายน้ำแบบหัวฉีดไมโครสปริงเกลอร์ ซึ่งมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดแตกต่างกันตามชนิดและขนาดอายุของพืช

แปลงผักขนาด 1 ไร่

ใช้ระบบ Drip ระยะ 0.4 X 1.50 เมตร



สำหรับผักที่ใช้พลาสติกคลุมแปลง และ/หรือ มีค้าง

TYPE V1

พื้นที่ขนาด 39 X 40 ม. มีท่อแขนง 26 สาย

ระยะห่างระหว่างหัว 0.3x1.50 ม. 1.9-2.1 l/hr

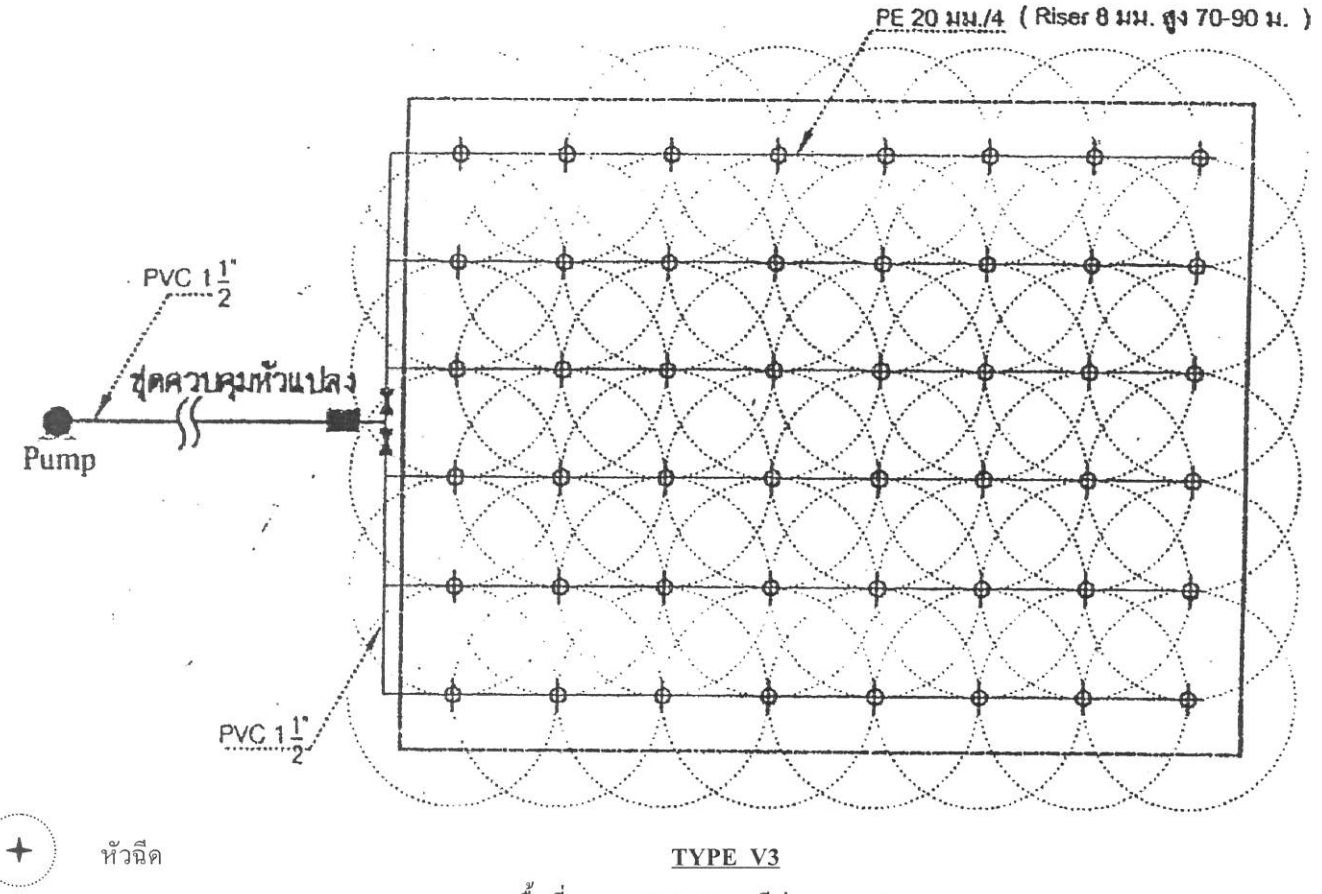
หมายเหตุ

- ความยาวท่อแขนงไม่เกิน 70 เมตร
- แบ่งพื้นที่เป็น 2 แปลง ให้ใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10 %

แสดงตัวอย่างรูปแบบแปลนที่จะติดตั้งระบบให้น้ำ

แปลงผักขนาด 1 ไร่

ใช้ระบบ Micro Sprinkler ระยะ 6 X 6 เมตร



TYPE V3

พื้นที่ขนาด 36 X 48 ม. มีท่อแขนง 6 แถว

ระยะห่างระหว่างหัว 6x 6 ม. 115-145 1/hr

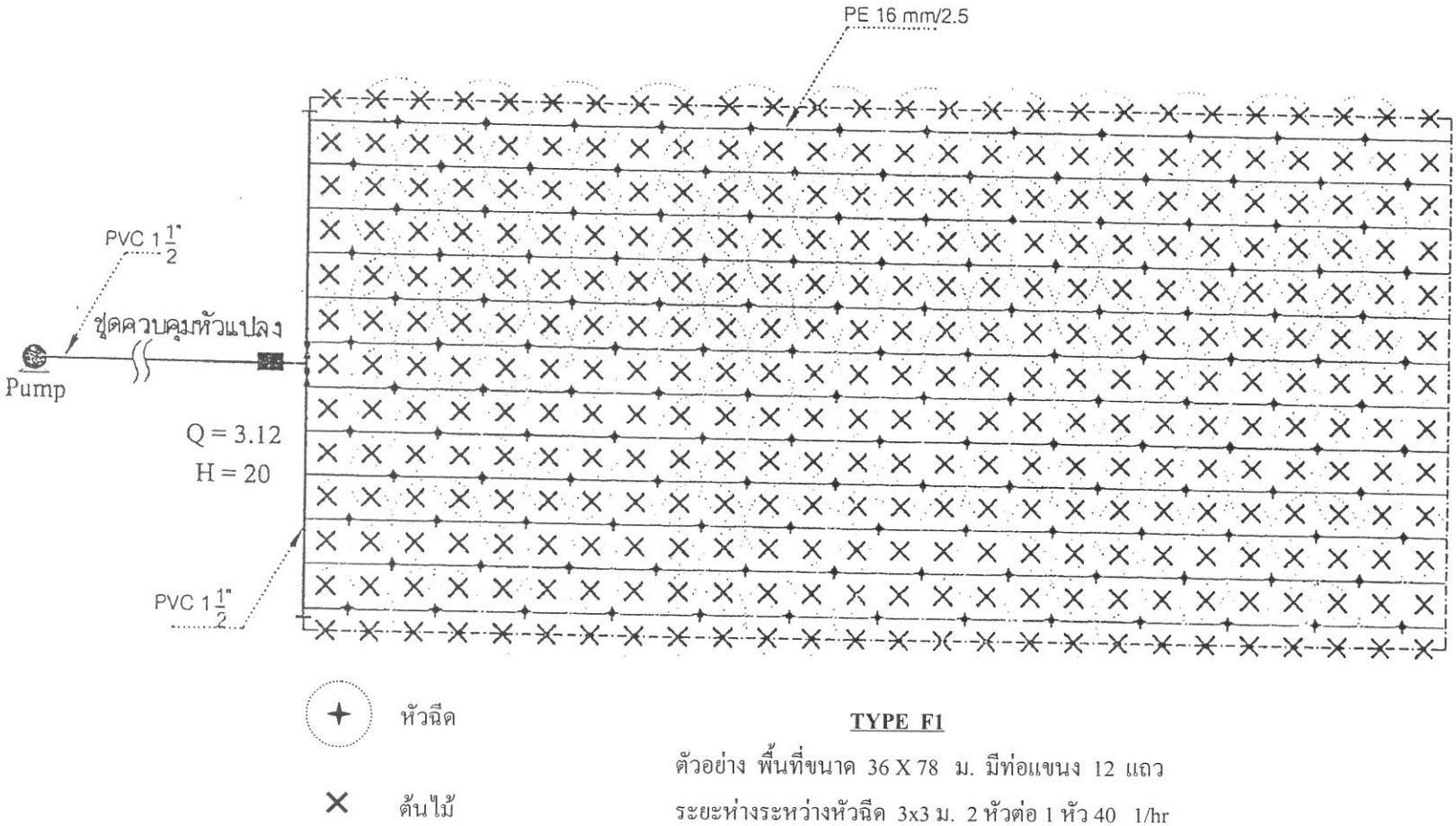
หมายเหตุ

- ความยาวท่อแขนงไม่เกิน 48 เมตร
- แบ่งพื้นที่เป็น 2 แปลง ให้ใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10 %

แสดงตัวอย่างรูปแบบแปลนที่จะติดตั้งระบบให้น้ำ

แปลงผลไม้

ใช้ระบบ Micro Sprinkler ระยะ 3 X 3 เมตร



TYPE F1

ตัวอย่าง พื้นที่ขนาด 36 X 78 ม. มีท่อแขนง 12 แถว

ระยะห่างระหว่างหัวฉีด 3x3 ม. 2 หัวต่อ 1 หัว 40 1/hr

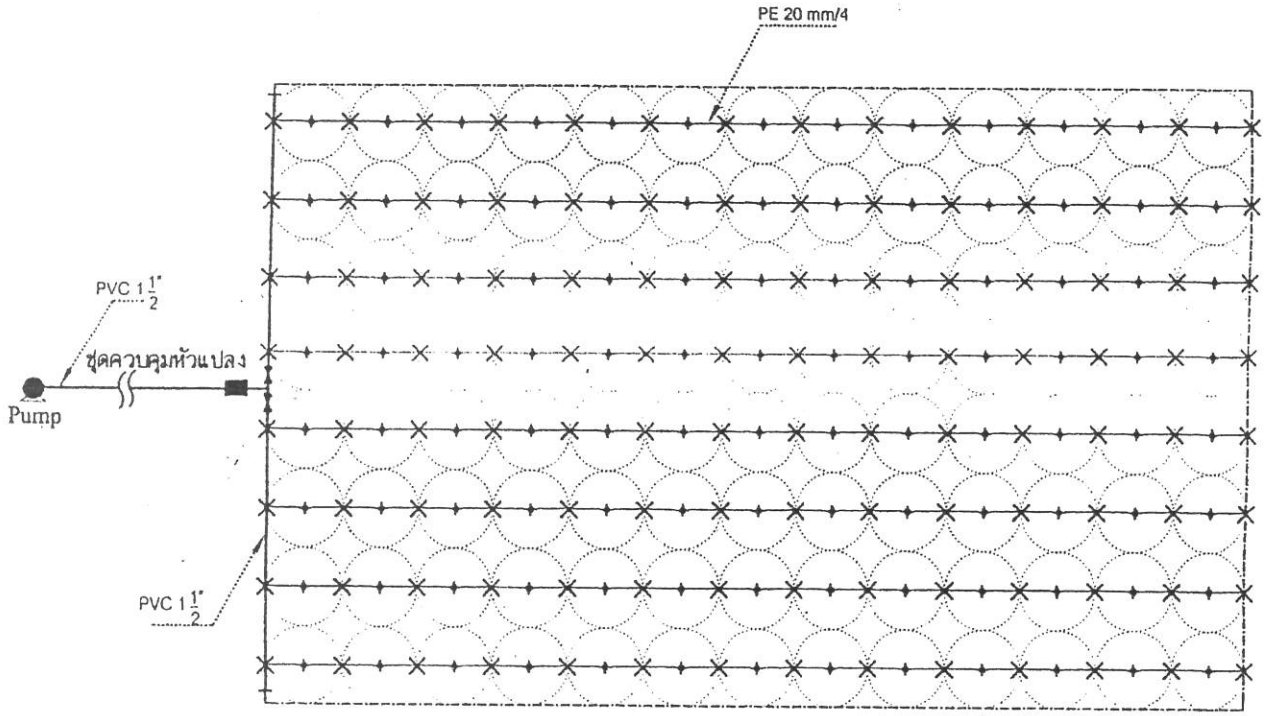
หมายเหตุ

- ความยาวท่อแขนงไม่เกิน 80 เมตร
- แบ่งพื้นที่เป็น 2 แปลง ให้ใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10 %

แสดงตัวอย่างรูปแบบแปลนที่จะติดตั้งระบบให้น้ำ

แปลงผลไม้

ใช้ระบบ Micro Sprinkler ระยะ 6 x 6 เมตร



หัวฉีด

ต้นไม้

TYPE F3

พื้นที่ขนาด 48 X 78 ม. มีท่อแขนง 8 แถว

ระยะห่างระหว่างหัวฉีด 6x6 ม. 1 หัวต่อ ต้น 50-56 l/hr

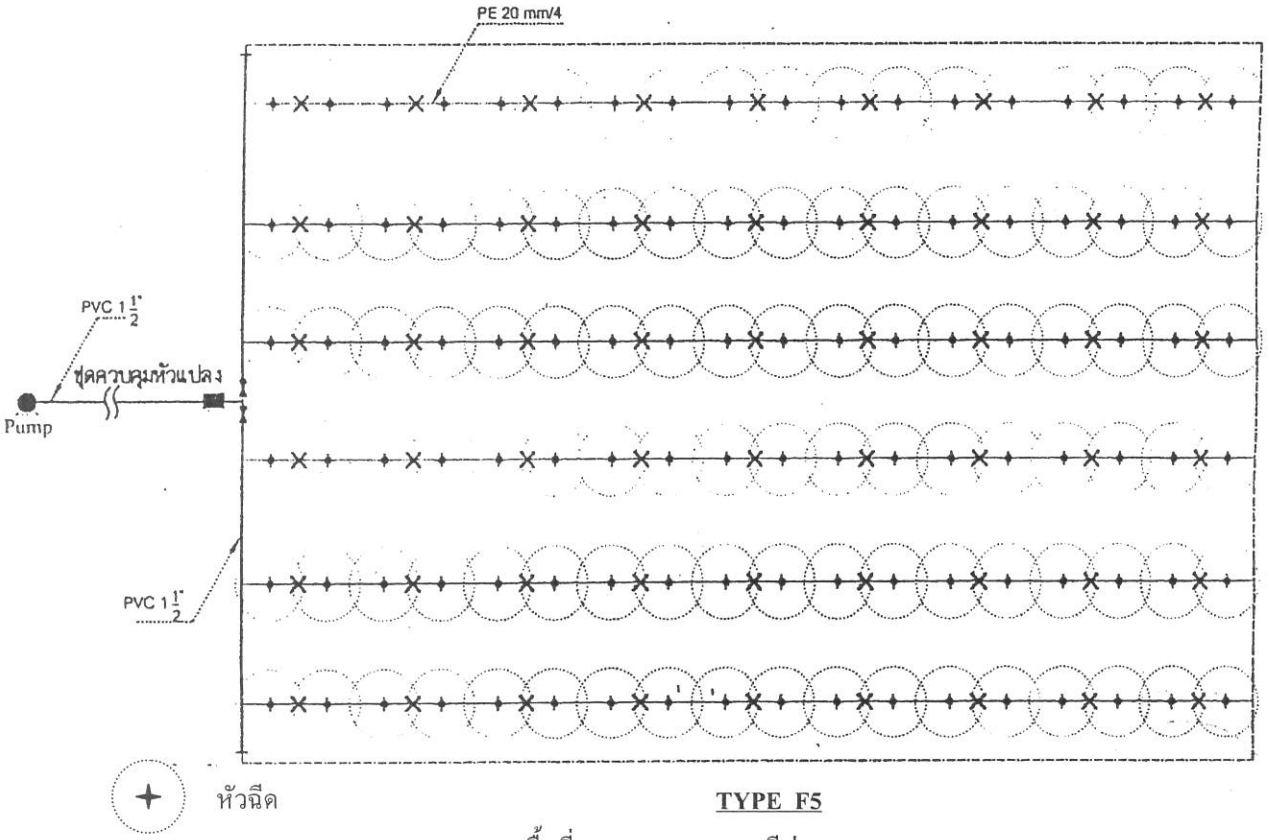
หมายเหตุ

- ความยาวท่อแขนงไม่เกิน 100 เมตร
- แบ่งพื้นที่เป็น 2 แปลง ให้ใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10 %

แสดงตัวอย่างรูปแบบแปลนที่จะติดตั้งระบบให้น้ำ

แปลงผลไม้

ใช้ระบบ Micro Sprinkler ระยะ 10 X 10 เมตร



TYPE F5

พื้นที่ขนาด 60 X 90 ม. มีท่อแขนง 6 แถว

ระยะห่างระหว่างหัวฉีด 10x10 ม. 2 หัวต่อ ต้น 50-56 l/hr

หมายเหตุ

- ความยาวท่อแขนงไม่เกิน 100 เมตร
- แบ่งพื้นที่เป็น 2 แปลง ให้ใกล้เคียงกันต่างกันไม่เกิน 10 %

แสดงตัวอย่างรูปแบบแปลนที่จะติดตั้งระบบให้น้ำ

ภาคผนวก 1

ตาราง แสดงปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่ – พืชสวน – พืชผัก

ตารางปริมาณความต้องการน้ำของพืชไร่ / พืชสวน / พืชผัก

ชนิดของพืช	ฤดูปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ (/ไร่)	ปริมาณน้ำที่ใช้ ($ม^3$)	อายุจากวันปลูก ถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก / ไร่)	เกรดปุ๋ยที่ใช้ (N - P - K)	อัตราที่ใส่ (กก. / ไร่)
1. กระเทียม	ฤดูหนาว	80-100 กก.	535	75-150	660-1,750	10-10-15	50-100
2. กะหล่ำดอก	ต้นฤดูหนาว	100 กรัม	450-630	100-110	2,500-4,000	13-13-21	100-150
3. กะหล่ำปี	ต้นฤดูหนาว	100 กรัม	350	45-55	950-2,000	13-13-21	100-150
4. ข้าวโพดแหวาน	ตลอดปี	3 กก.	510	70-85	6,000-10,000 ฝัก	15-15-15	50-100
5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ต้น , ปลายฤดูฝน	2-4 กก.	610	110	350-500	15-15-15	30-50
6. ข้าวฟาง	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 กก.	400-600	100-120	350-500	20-10-10	75
7. คะน้า	ตลอดปี	500 กรัม	400	60-90	150	2-12-12	50
8. งาขาว	ต้น , ปลายฤดูฝน	2 กก.	576-720	90	100	12-8-8	60
9. งาดำ	ต้น , ปลายฤดูฝน	2 กก.	432-560	90	100	12-8-8	60
10.แตงกวา	ตลอดปี	360-540 กรัม	350	30-40	1,000-1,700	13-13-21	50
11.แตงร้าน	ตลอดปี	3-4 ลิตร	400	80-120	1,000-1,600	10-20-10	30
12.แตงโม	ตลอดปี	250-500 กรัม	470	75-120	2,000-3,000	13-13-21	100-150
13.ถั่วเขียว	ปลายฤดูฝน	3-4 กก.	300-450	60-70	150-200	12-24-12	25-30
14.ถั่วดำ	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 กก.	350	100-120	300	12-24-12	25-30
15.ถั่วทอง	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 กก.	300	100-120	150	12-24-12	25-30
16.ถั่วลิสง	ต้น , ปลายฤดูฝน	12 กก.	400-600	100-110	200-300	12-24-12	25-30
17.ถั่วเหลือง	ต้น , ปลายฤดูฝน	5 กก.	300-600	95-110	200-300	6-24-24	25-30
18.ถั่วขาว	กลางฤดูฝน	3 กก.	400	60-90	150	2-12-12	50
19.ถั่วแขก	ต้น , ปลายฤดูฝน	4-7 กก.	300	55-60	2,400	5-10-5	50
20.ถั่วฝักยาว	ตลอดปี	3-4 กก.	400	50-75	400-950	12-24-12	50-100

ชนิดของพืช	ฤดูปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ (/ไร่)	ปริมาณน้ำที่ใช้ ($ม^3$)	อายุจากวันปลูกถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก/ไร่)	เกรดปุ๋ยที่ใช้ (N - P - K)	อัตราที่ใส่ (กก./ไร่)
21.ถั่วพุ่ม	ปลายฤดูฝน	1.5-2 ลิตร	400	90-120	50-80	12-12-12	40
22.ถั่วลันเตา	ปลายฤดูฝน	5-7 ลิตร	300	60-90	330-500	5-10-15	50-150
23.บวบต่างๆ	ตลอดปี	2-4 ลิตร	300-500	40-60	860-1,050	13-13-13	30-50
24.ปอกระเจา	ต้นฤดูฝน	2 กก.	1,140	120-150	250	15-15-15	100
25.ปอแก้ว	กรกฎาคม	2 กก.	870	120-150	250	15-15-15	25-50
26.ผักกาดขาว	ตลอดปี	400 กรัม	450	45-80	830-1,370	20-10-10	80-150
27.ผักกาดเขียว	ตลอดปี	400 กรัม	350	55-75	600-800	20-11-11	30-50
28.ผักกาดหอม	ต้นฤดูหนาว	100 กรัม	350	55-70	370-780	15-15-15	30-50
29.ผักกาดหัว	ตลอดปี	2-2.5 กก.	500	42-65	1,400-2,000	12-12-7	50-100
30.ผักชี	ปลายฤดูฝน - หนาว	3 ลิตร	350	45-60	200-300	12-4-4	100
31.ผักบุ้งจีน	ตลอดปี	20 ลิตร	200	30-35	730-1,000	46-0-0	15-20
32.ฝ้าย	กลางฤดูฝน	2-มี.ค. กก.	500-800	150-180	250-350	15-15-15	45
33.พริกต่างๆ	ตลอดปี	45 กรัม	500-850	70-90	230-3,500	15-15-15	50-100
34.พริกไทย	ต้น , ปลายฤดูฝน	400 ค้าง	-	ตลอดปี	400-500	12-24-12	60
35.ฟักเขียว	ต้น , ปลายฤดูฝน	3 ลิตร	350	90-120	2,000-3,000	6-10-10	50
36.ฟักทอง	ต้น , ปลายฤดูฝน	1 ลิตร	333	120-180	1,800-2,500	14-14-21	100-150
37.มันสำปะหลัง	ต้น , ปลายฤดูฝน	1,600 ท่อน	450	100-120	1,000-1,300	13-13-21	50-100
38.มะเขือเทศต่างๆ	ตลอดปี	45-50 กรัม	430-760	60-90	500-1,000	13-13-21	50-100
39.มะเขือเทศ	ฤดูหนาว	54 กรัม	500-650	60-75	600-1,750	15-15-15	50-100
40.มันแกว	ต้นฤดูฝน	1 กก.	1,350	210-240	500	10-10-10	1,000

ชนิดของพืช	ฤดูปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ (/ ไร่)		ปริมาณน้ำที่ใช้ ($ม^3$)	อายุจากวันปลูก ถึงวันเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิต (กก / ไร่)	เกรดปุ๋ยที่ใช้ (N - P - K)	อัตราที่ใส่ (กก. / ไร่)
41.มันเทศ	ต้น , ปลายฤดูฝน	500	ยอด	500-680	90-120	1,400-2,000	5-10-10	1,000
42.มันฝรั่ง	ต้น , ปลายฤดูฝน	200-250	กก.	500-650	100-120	1,500-3,000	13-13-21	80-100
43.ยาสูบ	ต้นฤดูหนาว	-		400-600	90-120	300-400	4-16-24-4 Mg	50
44.ละหุ่ง	ต้นฤดูฝน	2	กก.	960-1,200	240-360	160	15-15-15	30
45.สับปะรด	ตลอดปี	4,000-6,200	หน่อ	1,400-2,000	360-540	1,500	12-12-15	100
46.สตรอเบอร์รี่	ต้น , ปลายฤดูฝน	10,000				ขึ้นกับการ	13-13-21	
		12,000	ต้น	-	80-100	บำรุงรักษา	16-16-16	40-50
47.หอมแบ่ง	ตลอดปี	60	กก.	650	40-50	800	20-10-10	50-100
48.หอมหัวใหญ่	ปลายฤดูฝน	320-400	กรัม	580-800	80-120	1,400-3,000	10-15-10	100-1580
49.องุ่น	พ.ค. – เม.ย.	150-200	กก.	-	470-510	3,364	15-15-15	30
							16-20-0	
50.อ้อย	ต้นฤดูฝน	1,200-3,200	ท่อน	3,000	360-540	8,000-18,000	12-12-12	50-100

ที่มา : **วารสารสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม 2531**

ภาคผนวก 2

ตารางแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี – ภาคเหนือ

ตารางแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี – ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี – ภาคกลาง

ตารางแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี – ภาคใต้

ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคเหนือ ปี 2514 – 2543 (มิลลิเมตร)

จังหวัด/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
แม่ฮ่องสอน	7.7	4.8	16.6	59.1	168.3	184.4	216.5	253.8	204.7	106.9	45.2	14.3	1,282.3
เชียงราย	11.2	12.2	20.9	94.6	194.7	194.8	319.1	377.7	271.2	130.7	56.6	18.5	1,702.2
พะเยา	5.0	11.3	22.6	93.9	168.7	101.8	140.3	190.3	193.5	116.5	40.5	11.5	1,095.9
เชียงใหม่	7.7	9.2	17.3	54.5	155.4	119.4	157.6	224.4	202.4	116.6	51.4	18.1	1,134.0
ลำปาง	5.6	7.6	20.5	65.1	148.5	114.7	146.0	193.4	210.3	106.4	34.3	7.6	1,060.0
ลำพูน	2.4	5.9	13.1	42.8	146.4	123.2	118.3	153.2	191.3	110.5	48.1	7.2	962.4
แพร่	6.3	9.7	24.6	77.3	174.0	120.6	152.5	212.4	185.4	90.0	22.1	7.0	1,081.9
น่าน	7.3	13.1	31.6	96.1	167.8	133.4	214.8	2.0.9	196.5	78.5	20.5	6.8	1,237.3
อุตรดิตถ์	7.4	14.9	25.4	78.7	233.2	185.8	187.4	263.6	263.5	116.4	29.9	4.1	1,410.3
ตาก	4.2	8.4	13.4	42.0	161.2	124.2	93.7	127.9	208.9	203.9	60.8	52	1,053.8
พิษณุโลก	5.1	12.9	30.5	54.5	178.4	179.8	187.9	256.7	230.6	159.3	33.3	6.6	1,335.6
เพชรบูรณ์	5.6	19.0	38.4	67.9	155.8	144.2	154.1	189.3	200.8	86.9	10.5	6.6	1,079.1
กำแพงเพชร	1.8	13.5	30.4	46.1	198.2	149.6	152.2	173.8	268.5	190.5	50.1	5.6	1,280.3
นครสวรรค์	5.4	12.5	33.4	58.3	153.1	110.4	133.1	185.0	218.2	132.6	305	4.9	1,077.4
สุโขทัย	3.2	9.2	36.9	70.0	172.0	141.8	156.4	166.8	284.2	199.0	43.5	9.7	1,292.7
อุทัยธานี	26.1	58.0	72.5	272.9	141.6	124.6	63.6	122.0	286.3	278.0	23.6	10.5	1,479.7
พิจิตร	0	5.3	7.4	26.7	91.5	98	109.9	126.1	210.6	83.4	10.8	0	815.9

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

หมายเหตุ : ปริมาณน้ำฝน จ.สุโขทัย , จ.อุทัยธานี , จ.พิจิตร เป็นข้อมูลปี 2540- 2549

ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2514 – 2543

(มิลลิเมตร)

จังหวัด/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
หนองคาย	6.9	14.5	30.3	81.7	226.6	261.7	262.9	320.6	235.4	81.8	11.9	5.0	1,539.3
เลย	5.9	16.8	41.9	93.5	202.7	174.7	167.4	175.3	219.9	115.5	18.4	5.5	1,237.5
อุดรธานี	5.2	21.0	47.5	83.0	194.5	217.9	222.8	281.1	224.3	80.7	7.8	5.0	1,390.8
สกลนคร	4.1	25.7	45.9	97.6	224.0	269.9	267.8	367.7	211.3	73.2	6.4	6.3	1,599.9
นครพนม	3.5	27.3	49.4	103.6	237.2	400.3	483.9	578.8	276.5	81.7	8.8	4.8	2,255.8
ขอนแก่น	2.1	16.0	37.9	71.9	171.8	168.5	168.9	207.3	236.1	108.8	14.9	5.1	1,209.3
มุกดาหาร	4.6	18.7	29.6	96.6	176.5	261.2	230.1	347.6	235.5	94.1	9.9	2.7	1,507.1
มหาสารคาม	2.0	14.1	47.8	87.4	157.9	193.0	150.9	207.8	227.5	111.7	14.1	4.4	1,218.6
ชัยภูมิ	3.3	18.7	39.7	91.5	147.3	152.5	119.5	162.4	229.3	132.2	16.3	5.3	1,118.0
ร้อยเอ็ด	4.5	21.0	26.8	83.0	184.7	209.3	195.6	259.1	249.6	97.5	12.1	2.1	1,345.3
อุบลราชธานี	1.2	16.5	24.9	85.8	210.1	261.0	251.9	308.3	289.7	108.0	22.7	1.3	1,581.4
นครราชสีมา	5.9	18.1	36.1	66.3	137.2	111.8	115.3	146.2	226.6	141.2	27.0	3.0	1,034.7
สุรินทร์	4.8	11.7	26.1	95.0	165.6	206.2	196.3	224.6	259.2	134.7	26.4	1.0	1,351.6
บุรีรัมย์	6.4	15.8	41.6	76.4	157.6	140.8	151.4	183.9	241.4	133.8	36.8	2.3	1,188.2

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคกลาง ปี 2514 – 2543 (มิลลิเมตร)

จังหวัด/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
สุพรรณบุรี	6.5	7.3	18.3	59.1	120.6	100.2	106.0	127.2	253.9	209.3	42.2	9.3	1,059.9
ลพบุรี	4.7	11.6	25.5	74.3	147.2	113.6	126.6	166.2	263.7	151.1	34.9	4.4	1,123.8
กาญจนบุรี	5.2	11.4	27.5	75.0	135.3	83.8	102.1	109.0	227.8	209.3	62.7	6.2	1,055.3
ปราจีนบุรี	7.7	17.1	50.1	128.2	213.7	251.8	270.4	377.7	355.7	163.9	35.1	6.9	1,878.3
สระแก้ว	6.6	23.2	53.0	82.8	170.1	171.3	182.7	207.3	258.2	170.5	47.1	3.8	1,376.6
ชลบุรี	10.9	16.7	34.5	78.5	165.3	143.3	132.1	162.9	281.7	210.0	58.2	4.7	1,298.8
ระยอง	19.6	38.7	66.7	83.4	191.8	167.7	163.5	131.8	263.1	203.9	66.5	4.6	1,401.3
จันทบุรี	12.4	36.4	56.7	113.2	336.5	515.3	435.0	505.3	500.1	277.6	55.4	8.2	2,852.1
ตราด	38.3	76.1	104.3	172.9	371.0	902.9	903.0	1,071.4	634.6	357.5	84.9	20.2	4,737.1
เพชรบุรี	8.7	4.4	18.0	35.1	87.1	93.0	76.6	101.3	156.7	272.4	123.0	11.1	987.4
ประจวบคีรีขันธ์	27.0	32.3	43.9	48.0	121.4	95.6	100.2	102.4	88.4	231.3	199.9	22.2	1,112.6

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน/ปี จังหวัดภาคใต้ ปี 2514 – 2543 (มิลลิเมตร)

จังหวัด/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ชุมพร	74.7	59.6	67.9	80.1	174.0	173.8	177.0	217.5	168.0	250.8	334.2	98.7	1,876.3
สุราษฎร์ธานี	35.4	8.3	19.8	68.6	170.6	143.5	153.9	147.1	196.8	227.4	329.3	130.0	1,630.7
นครศรีธรรมราช	146.9	59.9	59.7	106.5	172.2	99.1	113.4	115.7	160.1	322.1	624.7	415.8	2,396.1
สงขลา	54.6	37.0	43.9	77.6	119.5	93.1	98.0	111.4	130.0	252.2	567.3	420.3	1,994.9
ปัตตานี	47.9	31.2	39.5	72.2	137.2	110.9	115.5	136.8	151.3	199.0	437.8	364.1	1,843.4
นราธิวาส	78.4	52.5	94.4	78.9	141.5	127.0	132.6	163.7	188.9	258.0	609.7	559.0	2,485.2
ระนอง	12.2	16.5	49.9	154.6	446.0	696.1	644.2	814.7	661.3	414.3	173.9	35.6	4,199.3
พังงา	35.2	38.7	93.3	202.6	445.3	401.9	437.4	548.7	598.2	506.3	275.1	55.9	3,638.6
ภูเก็ต	21.7	30.3	59.2	135.4	282.6	244.0	283.5	293.5	382.8	305.0	173.8	59.4	2,271.2
กระบี่	14.5	49.3	86.3	178.4	165.5	219.1	206.0	336.6	307.9	355.1	178.9	73.0	2,170.6
ตรัง	35.9	23.7	64.9	133.1	220.1	225.4	270.0	294.0	330.3	282.3	206.3	110.4	2,196.3
สตูล	12.3	39.5	98.4	217.0	251.5	193.0	248.5	254.2	348.4	322.4	212.8	81.7	2,279.7

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

ภาคผนวก 3

- ตารางข้อมูลอุทกวิทยาในประเทศไทยแยกตามรายภาค
- **Rainfall Intensity – Duration – Frequency Curve**

ข้อมูลด้านอุทกวิทยาภาคเหนือ

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด ($ม^3$ / วินาที / $กม^2$.)			
		0-10 $กม^2$.	10-20 $กม^2$.	20-30 $กม^2$.	30-40 $กม^2$.
อ.แม่ริม เชียงใหม่	5	4.48	3.01	2.31	1.89
- แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่	10	5.25	3.53	2.71	2.22
ลำปาง ตาก พะเยา	25	6.4	4.3	3.3	2.7
	50	7.23	4.86	3.73	3.05
อ.เมือง เชียงราย	5	9.03	4.81	3.40	2.66
- เชียงราย	10	10.49	5.59	3.96	3.10
	25	12.2	6.5	4.6	3.6
	50	13.42	7.15	5.06	3.96
อ.ลี้ ลำพูน	5	4.90	3.29	2.52	2.03
- ลำพูน	10	5.75	3.86	2.96	2.38
	25	7.0	4.7	3.6	2.9
	50	7.91	5.31	4.07	3.28
อ.สอง แพร่	5	6.22	4.14	3.18	2.59
- แพร่ น่าน	10	7.22	4.82	3.70	3.01
	25	8.4	5.6	4.3	3.5
	50	9.74	6.50	4.99	4.06
อ. กงไกรลาศ สุโขทัย	5	4.65	3.15	2.41	1.91
- สุโขทัย กำแพงเพชร	10	5.10	3.46	2.64	2.09
พิจิตร นครสวรรค์	25	5.6	3.8	2.9	2.3
	50	6.16	4.18	3.19	2.53
อ.ท่าปลา อุตรดิตถ์	5	6.14	4.07	3.15	2.57
- อุตรดิตถ์ พิษณุโลก	10	6.73	4.46	3.46	2.82
	25	7.4	4.9	3.8	3.1
	50	8.14	5.39	4.18	3.41

ที่มา : ข้อมูลด้านอุทกวิทยา จาก ชป. , ตัวคูณปรับค่า รอบปีจาก รพช.

ข้อมูลด้านอุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด ($ม^3$ / วินาที / $กม^2$.)			
		0-10 $กม^2$.	10-20 $กม^2$.	20-30 $กม^2$.	30-40 $กม^2$.
อ.ยางลาด กาฬสินธุ์	5	1.68	1.33	1.05	0.91
- อุดรธานี กาฬสินธุ์	10	2.02	1.60	1.26	1.09
ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ	25	2.4	1.9	1.5	1.3
ยโสธร	50	2.71	2.15	1.70	1.47
อ. บรบือ มหาสารคาม	5	2.19	1.66	1.36	1.13
- เลย ขอนแก่น	10	2.55	1.94	1.58	1.32
มหาสารคาม สุรินทร์	25	2.9	2.2	1.8	1.5
บุรีรัมย์	50	3.31	2.51	2.05	1.71
อ. ธาตุพนม นครพนม	5	3.07	2.41	1.91	1.66
- หนองคาย นครพนม	10	3.37	2.64	2.09	1.82
	25	3.7	2.9	2.3	2.0
	50	3.89	3.05	2.42	2.10
อ.เมือง สกลนคร	5	2.16	1.66	1.33	1.16
- สกลนคร อุบลราชธานี	10	2.37	1.82	1.46	1.27
	25	2.6	2.0	1.6	1.4
	50	2.73	2.10	1.68	1.47
อ.พัฒนานิคม นครราชสีมา	5	2.70	2.12	1.68	1.46
- ชัยภูมิ นครราชสีมา	10	3.18	2.49	1.98	1.72
	25	3.7	2.9	2.3	2.0
	50	4.03	3.16	2.51	2.18

ที่มา : ข้อมูลด้านอุทกวิทยา จาก ชป. , ตัวคูณปรับค่า รอบปีจาก รพช.

ข้อมูลด้านอุทกวิทยาสำหรับ ภาคกลาง , ตะวันออก , ตะวันตก

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด ($ม^3$ / วินาที / $กม^2$.)			
		0-10 $กม^2$.	10-20 $กม^2$.	20-30 $กม^2$.	30-40 $กม^2$.
คลองสิน สระบุรี - สระบุรี กาญจนบุรี	5	1.97	1.48	1.23	1.07
	10	2.14	1.60	1.34	1.16
	25	2.4	1.8	1.5	1.3
	50	2.59	1.94	1.62	1.40
อ.ผักไห่ อยุธยา - อุทัยธานี ลพบุรี สิงห์บุรี ชัยนาท อ่างทอง สมุทรปราการ อยุธยา นนทบุรี สุพรรณบุรี ฉะเชิงเทรา นครปฐม กรุงเทพฯ	5	2.08	1.52	1.28	1.12
	10	2.29	1.67	1.41	1.23
	25	2.6	1.9	1.6	1.4
	50	2.91	2.13	1.79	1.57
อ. บ้านโป่ง ราชบุรี - สมุทรสาคร ราชบุรี สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์	5	2.61	1.79	1.42	1.19
	10	2.94	2.02	1.60	1.34
	25	3.5	2.4	1.9	1.6
	50	3.96	2.71	2.15	1.81
อ.ศรีมหาโพธิ์ ปราจีนบุรี - นครนายก ปราจีนบุรี	5	1.89	1.48	1.15	0.98
	10	2.12	1.66	1.29	1.11
	25	2.3	1.8	1.4	1.2
	50	2.59	2.02	1.57	1.35
อ.เมือง ชลบุรี - ชลบุรี ระยอง	5	1.80	1.43	1.13	0.98
	10	2.09	1.65	1.31	1.13
	25	2.4	1.9	1.5	1.3
	50	2.78	2.20	1.74	1.51
อ.มะขาม จันทบุรี - จันทบุรี ตราด	5	4.43	3.36	2.79	2.38
	10	4.98	3.78	3.13	2.67
	25	5.4	4.1	3.4	2.9
	50	6.07	4.61	3.82	3.26

ที่มา : ข้อมูลด้านอุทกวิทยา จาก ชป. , ตัวคูณปรับค่า รอบปีจาก รพช.

ข้อมูลด้านอุทกวิทยาสำหรับภาคใต้

สถานีตัวแทน จังหวัด	รอบ ปี	ปริมาณน้ำนองสูงสุด ($ม^3$ / วินาที / $กม^2$.)			
		0-10 $กม^2$.	10-20 $กม^2$.	20-30 $กม^2$.	30-40 $กม^2$.
อ.ท่าแซะ ชุมพร	5	8.55	5.7	4.39	3.54
- ชุมพร สุราษฎร์ธานี	10	9.77	6.51	5.02	4.05
	25	11.1	7.4	5.7	4.6
	50	12.88	8.58	6.61	5.34
อ. ปากพนัก นครศรีธรรมราช					
- นครศรีธรรมราช พัทลุง	5	11.40	7.63	5.90	4.59
	10	12.65	8.46	6.55	5.10
	25	13.9	9.3	7.2	5.6
	50	15.85	10.60	8.21	6.38
สวนยางคอหงส์ สงขลา	5	8.48	5.68	4.40	3.52
- สงขลา ปัตตานี ยะลา	10	9.22	6.18	4.79	3.83
	25	10.6	7.1	5.5	4.4
	50	11.98	8.02	6.22	4.97
อ.ยี่งอ นราธิวาส	5	9.12	6.08	4.72	3.84
- นราธิวาส	10	9.92	6.60	5.13	4.18
	25	11.4	7.6	5.9	4.8
	50	12.88	8.59	6.67	5.42
อ.เมือง ภูเก็ต	5	4.29	2.89	2.26	1.79
- ภูเก็ต กระบี่ ตรัง สตูล	10	4.79	3.22	2.52	2.00
	25	5.5	3.7	2.9	2.3
	50	6.11	4.11	3.22	2.55
อ.กระบุรี ระนอง	5	3.63	2.44	1.88	1.5
- ระนอง พังงา	10	4.64	3.12	2.40	1.92
	25	5.8	3.9	3.0	2.4
	50	6.67	4.49	3.45	2.76

ที่มา : ข้อมูลด้านอุทกวิทยา จาก ชป. , ตัวคูณปรับค่า รอบปีจาก รพช.

ภาคผนวก 4

- แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่ดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำ (ฝาย)
- แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่ดำเนินการระบบส่งน้ำ

แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่ดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำ (ฝาย)

๑. ที่ตั้งโครงการ (ชื่อโครงการ).....

- บ้าน..... หมู่..... ตำบล..... อำเภอ.....
  จังหวัด.....
- ค่าพิกัด E.....
  N.....

๒. พื้นที่ดำเนินการ เป็นพื้นที่ประเภท

☐ นิคมเศรษฐกิจพอเพียง
☐ นิคมการเกษตรฯ ชนิดพืช.....
☐ พื้นที่บ่มเพาะเกษตรกร
☐ พื้นที่รองรับแรงงานที่ถูกเลิกจ้าง
☐ โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
☐ เขตปฏิรูปที่ดิน ป่า.....
☐ ที่เอกชน

๓. พื้นที่รับน้ำฝนประมาณ.....ตร.กม.

๔. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี.....มม.

๕. สภาพของพื้นที่โครงการฯ

☐ เป็นที่ราบลุ่มริมน้ำ
☐ เป็นที่ราบสูงสลับลูกเนิน
☐ เป็นที่ราบสูงเชิงเขา
☐ อื่นๆ (ระบุ).....

๖. สภาพทั่วไปของลำน้ำ

- ชื่อลำน้ำ / ห้วย.....
- ชนิดของดินฐานราก.....
- ลำน้ำมีน้ำไหลผ่าน ☐ ตลอดปี ☐ เฉพาะฤดูฝน น้ำแห้งระหว่างเดือน.....ถึง.....
- ขนาดลำน้ำกว้าง.....ลึก..... ☐ มีหินโผล่ ลักษณะเป็น..... ☐ ไม่มีหิน
- ความลาดชันของลำน้ำประมาณ.....
- ระดับน้ำสูงสุดปกติ ☐ ไม่เกินขอบตลิ่ง ☐ สูงกว่าขอบตลิ่ง.....ม.
- ตะกอนทับถม ☐ มี เป็น..... ☐ ไม่มี
- การกัดเซาะตลิ่ง ☐ มี ☐ ไม่มี
- สิ่งแขวนลอยมากับน้ำ ☐ มี คือ..... ☐ ไม่มี

๗. พื้นที่รับประโยชน์จากโครงการฯ

- จำนวน.....แปลง.....ราย.....ไร่
- ชนิดพืชที่ปลูก ฤดูฝน.....จำนวน.....ไร่
  ฤดูแล้ง.....จำนวน.....ไร่

๘. ระบบส่งน้ำจากโครงการ

☐ ทำได้ ชนิด ○ คลองส่งน้ำ

○ ท่อส่งน้ำ

☐ ทำไม่ได้ เพราะ.....

๙. แหล่งน้ำข้างเคียงโครงการฯ

☐ มี คือ.....ปริมาณน้ำเก็บกัก.....ลบ.ม.

☐ ไม่มี

๑๐. แผนผังแสดงที่ตั้งโครงการ

ผู้สำรวจ.....

(.....)

แบบสำรวจข้อมูลพื้นที่ดำเนินการระบบส่งน้ำ

๑. โครงการระบบส่งน้ำ.....

บ้าน..... หมู่..... ตำบล..... อำเภอ.....

จังหวัด.....

๒. พื้นที่ดำเนินการ เป็นพื้นที่ประเภท

☐ นิคมเศรษฐกิจพอเพียง ☐ นิคมการเกษตรฯ ชนิดพืช.....

☐ พื้นที่เกษตรกรบ่มเพาะ ☐ พื้นที่รองรับแรงงานที่ถูกเลิกจ้าง

☐ โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ☐ ที่เอกชน

☐ เขตปฏิรูปที่ดิน ป่า.....

๓. แหล่งน้ำต้นทุน (ชื่อ).....หน่วยงานก่อสร้าง.....ปี.....

- ค่าพิกัด E..... N.....

- ปริมาณเก็บกัก.....ลบ.ม. / ปริมาณน้ำไหลผ่านหัวงาน.....ลบ.ม./ปี

๔. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี.....มม.

๕. สภาพของพื้นที่กระจายน้ำ

☐ เป็นที่ราบลุ่มริมน้ำ ☐ เป็นที่ราบสูงเชิงเขา

☐ เป็นที่ราบสูงสลับลูกเนิน ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

๖. พื้นที่รับประโยชน์จากโครงการฯ จำนวน.....แปลง.....ราย.....ไร่

- ชนิดพืชที่ปลูก ฤดูฝน.....จำนวน.....ไร่

ฤดูแล้ง.....จำนวน.....ไร่

๗. เกษตรกรต้องการระบบกระจายน้ำประเภท ☐ ท่อส่งน้ำ ☐ คลองส่งน้ำ

๘. แผนผังแสดงบริเวณโครงการ

ผู้สำรวจ.....

(.....)

เอกสารอ้างอิง

1. **คู่มือประเภทแหล่งน้ำ** , กสช. สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี
2. **คู่มืองานเขื่อนดินขนาดเล็กและฝาย** , ปราโมทย์ ไม้กลัด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. **คู่มือการออกแบบแหล่งน้ำขนาดเล็ก** , สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท
4. **คู่มือการก่อสร้างฝายต้นน้ำลำธาร** , สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
5. **การออกแบบอาคารชลศาสตร์** , ฉลอง เกิดพิทักษ์ , มหาวิทยาลัยขอนแก่น
6. **วิศวกรรมชลศาสตร์ ,** ผศ. กีรติ ลีวัจนกุล
7. **เอกสารระบบชลประทานจุลภาค** , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. **ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน – ช่วงเวลา – ความถี่** , กรมชลประทาน
9. **ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา** , กรมอุตุนิยมวิทยา