

การคำนวณออกแบบโครงการแหล่งน้ำด้านอุทกวิทยา (ตอนที่ 1)

ส่วนสำรวจและออกแบบที่ 1 นครราชสีมา สังกัด
สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 5 กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีหน้าที่ด้านการสำรวจและ
ออกแบบโครงการแหล่งน้ำในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำมูล 4 จังหวัด
ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีสะเกษ โครงการ
แหล่งน้ำที่อยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานนั้นอยู่ในพื้นที่
เกษตรน้ำฝน ซึ่งประสบปัญหาด้านการขาดแคลนน้ำต้นทุนใน
การตอบสนองความต้องการของชุมชนและประชาชน

ส่วนสำรวจและออกแบบที่ 1 นครราชสีมา ได้รวบรวม
แนวทางการคำนวณออกแบบโครงการแหล่งน้ำด้านอุทกวิทยา
ในวารสารฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการ
คำนวณออกแบบโครงการพัฒนาอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำพร้อม
ระบบกระจายน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล โดยถ่ายทอดความรู้จากภาค
ทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติในระดับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภายใน
หน่วยงานให้เกิดความรู้ความเข้าใจ นำไปสู่การคำนวณ
ออกแบบโครงการแหล่งน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่า เป็นการหาปริมาณน้ำของ
สูงสุดที่เกิดขึ้นในรอบปี (Return Period) ที่กำหนด เพื่อนำไป
ใช้ประกอบการออกแบบขนาดช่องเปิดของอาคารทางชล
ศาสตร์ เช่น อาคารระบายน้ำล้น ฝายน้ำล้น ท่อระบายน้ำ
 เป็นต้น ปริมาณน้ำของสูงสุด คือ ปริมาณน้ำจำนวนมากที่สุดที่
ไหลรวมลงในลำน้ำ ซึ่งจะเกิดเมื่อฝนตกเป็นเวลานานติดต่อกัน
ทั่วทั้งพื้นที่รับน้ำฝน

ข้อพิจารณาในการเลือกค่ารอบปีสำหรับการออกแบบ
โครงการแหล่งน้ำมีดังนี้

ตารางที่ 1 ค่ารอบปีสำหรับการออกแบบโครงการแหล่งน้ำ

ลำดับที่	ประเภทของงาน	รอบปี (ปี)	หมายเหตุ
1	งานระบายน้ำ ท่อลอดที่มีน้ำน้อย และการระบายน้ำเล็กน้อยในชนบท	3 - 5	
2	ทางระบายน้ำล้น ฝายน้ำล้นขนาดเล็กในชนบท หากได้รับความเสียหาย เนื่องจากน้ำนองที่ไม่เกินอันตรายต่อชีวิตและ ทรัพย์สิน	10 - 20	
3	ท่อลอด และสะพานเล็กๆ บนทางสาธารณะระหว่างหมู่บ้าน	30 - 50	
4	งานตามข้อ 1 หากเกิดความเสียหาย เนื่องจากน้ำนองจะเป็นอันตรายต่อชีวิตและ ทรัพย์สิน	50 - 100	
5	งานตามข้อ 2 หากเกิดความเสียหาย เนื่องจากน้ำนองจะเป็นอันตรายต่อชีวิตและ ทรัพย์สิน	50 - 100	
6	ท่อลอดและสะพานเล็กๆ บนทางหลวง ถ้ามีน้ำมากอาจก่อให้เกิดความ เสียหายแก่ทรัพย์สิน	50 - 100	

ที่มา : คู่มือการออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กองสำรวจและออกแบบ รพช. 2529

การคำนวณหาปริมาณน้ำของสูงสุดสำหรับโครงการ
แหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีความจุของแหล่งน้ำน้อยกว่า 100 ล้าน
ลูกบาศก์เมตร มีดังนี้

M Rational Method

M Unit Hydrograph

M Manning Formula

M Slope-Area Method

M วิธีประเมินจากปริมาณน้ำของสูงสุดของพื้นที่รับน้ำฝน
หนึ่งหน่วยพื้นที่

M การคำนวณหาปริมาณน้ำของสูงสุดโดย Rational Method
เป็นการใช้ข้อมูลสถิติน้ำฝนและข้อมูลลักษณะของลำน้ำ โดยมี
ความเหมาะสมสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตาราง
กิโลเมตร มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$Q_{peak} = 0.278 C^* I^* A$$

$$T_c = 0.0663 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

$$S = H/L$$

เมื่อ Q_{peak} = ปริมาณน้ำของสูงสุด (ม.³/วินาที)

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า

I = ความเข้มน้ำฝน (Rainfall Intensity)
ที่ช่วงเวลา T_c (มม./ชม.)

T_c = ช่วงเวลาการตกของฝน (Time of concentration)

เท่ากับเวลาที่น้ำใช้ในการไหลจากจุดไกลที่สุดของ
พื้นที่รับน้ำฝนมาถึงโครงการ (ชม.)

A = พื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ (กม.²)

L = ความยาวของลำน้ำสายหลักถึงจุดที่ตั้งโครงการ (กม.)

S = ความลาดเอียงของพื้นที่ของลำน้ำ (ม./ม.)

H = ระดับพื้นลำน้ำที่จุดไกลสุด-ระดับพื้นลำน้ำ
ที่จุดที่ตั้งโครงการ (ม.)

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (C)

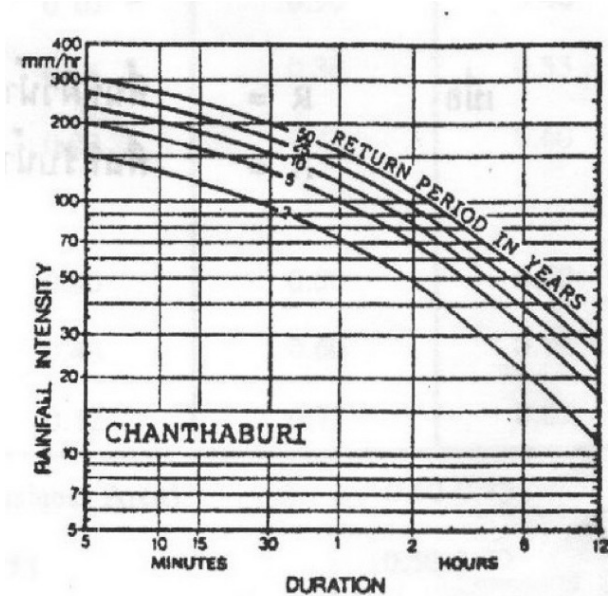
ภูมิประเทศและต้นไม้ปกคลุม	ดินทราย ปนดินตะกอน	ดินเหนียว ปนดินตะกอน	ดินเหนียวเลน
พื้นที่เป็นป่า (Woodland)			
ที่ราบ (ลาด 5-10%)	0.10	0.30	0.40
เป็นลูกคลื่น (ลาด 5-10%)	0.25	0.35	0.50
เป็นเนิน (ลาด 5-30%)	0.30	0.50	0.60
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Pasture)			
ที่ราบ	0.10	0.30	0.40
เป็นลูกคลื่น	0.16	0.36	0.55
เป็นเนิน	0.22	0.42	0.60
พื้นที่เพาะปลูก (Cultivated)			
ที่ราบ	0.30	0.50	0.60
เป็นลูกคลื่น	0.40	0.60	0.70
เป็นเนิน	0.52	0.72	0.82
ลักษณะพื้นที่	ในเมือง (Business Area)		0.60-0.75
	หมู่บ้านจัดสรร		0.50-0.70
	ถนน		0.75-0.85
	หลังคา		0.75-0.95

ที่มา : คู่มือเกณฑ์กำหนดการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ สำนักพัฒนาแหล่งน้ำ
กรมทรัพยากรน้ำ. 2550.

การคำนวณออกแบบโครงการแหล่งน้ำด้านอุทกวิทยา (ตอนที่ 1)

M ความเข้มน้ำฝน (Rainfall Intensity, I)

ความเข้มน้ำฝนหาได้จากสถิติน้ำฝนของกราฟความเข้มน้ำฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ ของแต่ละจังหวัดที่ตั้งโครงการ โดยทั่วไปโครงการแหล่งน้ำขนาดเล็กใช้ค่า 25 ปี หรือตามตารางที่ 1



ที่มา : การออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท, กองสำรวจและออกแบบ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท

ภาพที่ 1 ตัวอย่างกราฟความเข้มน้ำฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ

M การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าและไหลออก

จากสมการคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ได้ (Qpeak) จะมีความสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดไหลเข้า (Qinflow) อย่างเก็บน้ำ กับปริมาณน้ำนองสูงสุดไหลออก (Qoutflow) อาคารระบายน้ำล้น ตามสมการดังนี้

1 เมื่อ $R/A < 0.01$

$$Q_{outflow} = Q_{inflow}$$

2 เมื่อ $0.01 \leq R/A \leq 0.025$

$$Q_{outflow} = (R/A * 100)^{-0.11} * Q_{inflow}$$

3 เมื่อ $R/A \geq 0.025$

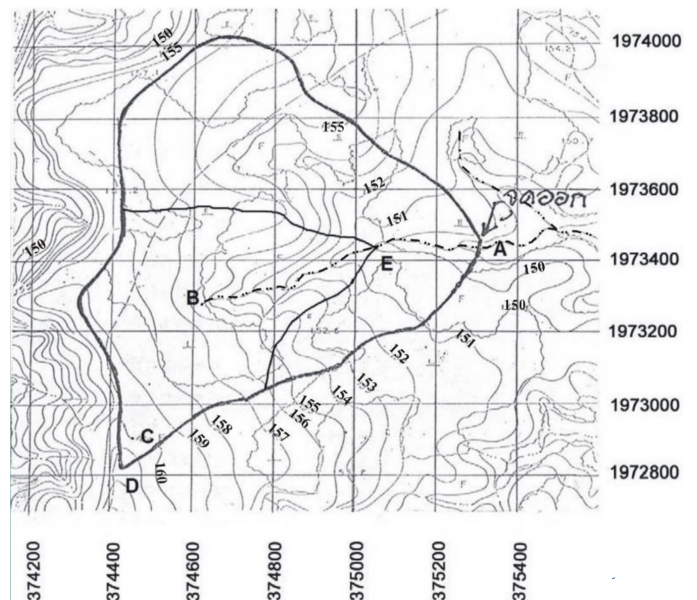
$$Q_{outflow} = 1.2536 (R/A * 100)^{-0.35} * Q_{inflow}$$

เมื่อ R = พื้นที่ผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกัก (กม.²)

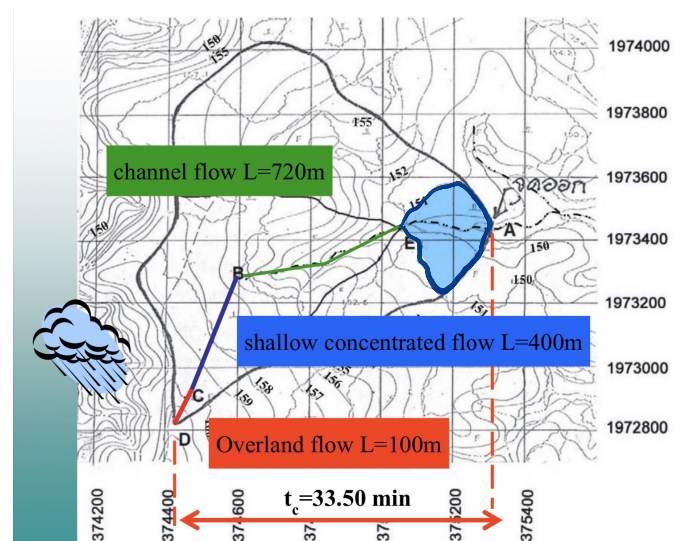
A = พื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ (กม.²)

M ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุด

โครงการอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำห้วยไผ่ ตั้งอยู่ที่ลำน้ำสายหลักในแนว ABCD โดยแนวลำน้ำ AB ยาว 720 เมตร แนว CD เป็นระยะจากขอบสันปันน้ำถึงเส้นลำน้ำยาว 100 เมตร เป็นการไหลบ่าบนผิวดิน มีค่า $n = 0.25$ และแนว BC เป็นร่องน้ำขนาดเล็กยาว 400 เมตร จากการวัดค่าระดับพบว่า AB, BC และ CD มีค่า 0.00972, 0.01125 และ 0.015 ตามลำดับ จุด E เป็นทางน้ำเข้าของแหล่งน้ำ โดยมีจุด A เป็นจุดตั้งอาคารระบายน้ำของโครงการ โดยมีพื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ 10 ตารางกิโลเมตร กำหนดให้ Runoff Coefficient, $C = 0.3$ ลำน้ำที่จุด E มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 1.50 เมตร ค่า n ของลำน้ำมีค่า 0.035 และค่าความเข้มฝนตามพื้นที่จังหวัดที่ตั้งโครงการ จงหาปริมาณน้ำนองสูงสุด (Qpeak) ปริมาณน้ำไหลเข้า (Qinflow) และปริมาณน้ำไหลออก (Qoutflow)



ภาพที่ 2 พื้นที่รับน้ำฝนโครงการอนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำห้วยไผ่



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์หาค่า Tc

การคำนวณออกแบบโครงการแหล่งน้ำด้านอุทกวิทยา (ตอนที่ 1)

M หาค่าช่วงเวลาการตกของฝน (T_c) จากสมการ

$$Q_{peak} = 0.278 C \cdot I \cdot A$$

$$T_c = 0.0663 \cdot \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

$$S = H/L$$

เมื่อ Q_{peak} = ปริมาณน้ำนองสูงสุด (ม.³/วินาที)

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า

I = ความเข้มน้ำฝน (Rainfall Intensity)
ที่ช่วงเวลา T_c (มม./ชม.)

T_c = ช่วงเวลาการตกของฝน (Time of concentration)
เท่ากับเวลาที่น้ำใช้ในการไหลจากจุดไกลที่สุดของ
พื้นที่รับน้ำฝนมาถึงโครงการ (ชม.)

A = พื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ (กม.²)

L = ความยาวของลำน้ำสายหลักถึงจุดที่ตั้งโครงการ (กม.)

S = ความลาดเอียงของพื้นที่ของลำน้ำ (ม./ม.)

H = ระดับพื้นลำน้ำที่จุดไกลสุด-ระดับพื้นลำน้ำ
ที่จุดที่ตั้งโครงการ (ม.)

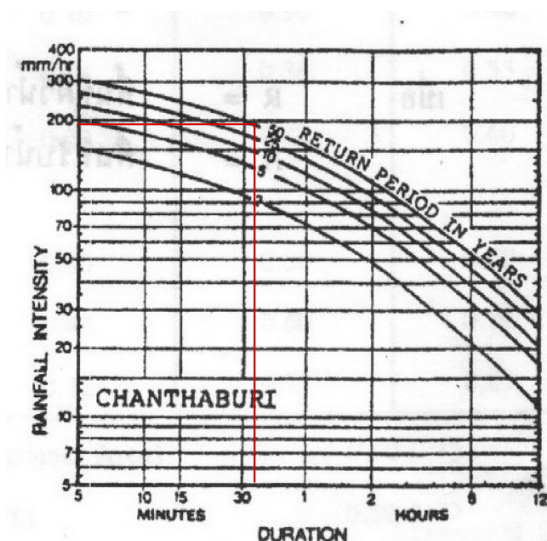
ช่วง CD ; $T_{c1} = 0.0663 \cdot (0.1 / (0.015)^{1/2})^{0.77}$
 $T_{c1} = 0.057$ ชั่วโมง

ช่วง BC ; $T_{c2} = 0.0663 \cdot (0.4 / (0.01125)^{1/2})^{0.77}$
 $T_{c2} = 0.184$ ชั่วโมง

ช่วง AB ; $T_{c3} = 0.0663 \cdot (0.72 / (0.00972)^{1/2})^{0.77}$
 $T_{c3} = 0.307$ ชั่วโมง

ช่วง AD ; $T_c = T_{c1} + T_{c2} + T_{c3} = 0.548$ ชั่วโมง (32.88
นาที)

M หาค่า I



ภาพที่ 4 กราฟความเข้มน้ำฝน-ช่วงเวลา-รอบปีการเกิดซ้ำ

จากภาพที่ 4 ใช้ค่าการเกิดซ้ำที่ 50 ปี เมื่อค่า $T_c = 32.88$ นาที
จะได้ค่า $I = 198$ มิลลิเมตร/ชั่วโมง

M หาค่า Q_{peak}

$$Q_{peak} = 0.278 \cdot 0.3 \cdot 198 \cdot 10$$

$$Q_{peak} = 165.132 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

M หาค่า Q_{inflow}

$$Q_{inflow} = Q_{peak} = 165.132 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

M หาค่า $Q_{outflow}$

จากสมการ

1 เมื่อ $R/A < 0.01$

$$Q_{outflow} = Q_{inflow}$$

2 เมื่อ $0.01 \leq R/A \leq 0.025$

$$Q_{outflow} = (R/A \cdot 100)^{-0.11} \cdot Q_{inflow}$$

3 เมื่อ $R/A \geq 0.025$

$$Q_{outflow} = 1.2536 (R/A \cdot 100)^{-0.35} \cdot Q_{inflow}$$

เมื่อ R = พื้นที่ผิวน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ระดับเก็บกัก (กม.²)

A = พื้นที่รับน้ำฝนของโครงการ (กม.²)

$$R/A = 1.2/10$$

$$R/A = 0.12 > 0.025$$

$$Q_{outflow} = 1.2536 \cdot (0.12 \cdot 100)^{-0.35} \cdot 165.132$$

$$Q_{outflow} = 86.752 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

M สรุปผลการคำนวณ

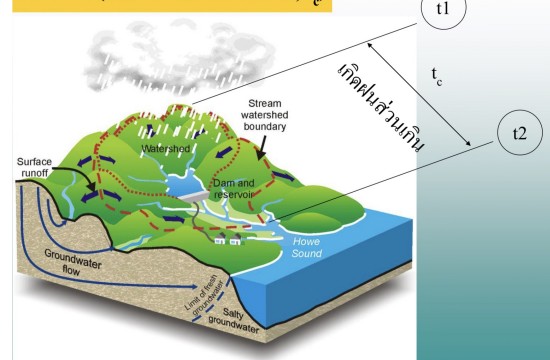
ปริมาณน้ำนองสูงสุดในเขตโครงการ $Q_{peak} = 165.132$

ลูกบาศก์เมตร/วินาที

ปริมาณน้ำไหลเข้าโครงการ $Q_{inflow} = 165.132$ ลูกบาศก์เมตร/
วินาที

ปริมาณน้ำไหลออกโครงการ $Q_{outflow} = 86.752$ ลูกบาศก์เมตร/
วินาที

เวลารวม (time of concentration, t_c)



ที่มา : Supasit Konyai. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภาพที่ 5 แบบจำลองลักษณะการไหลของน้ำในพื้นที่รับน้ำฝน