มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2554

วันที่ 31 กรกฎาคม 2554 เวลาสอบ 09:00-12:00

วิชา Hydrology (221-342) ห้องสอบ หัวหุ่น

ข้อแนะนำ :

1. ข้อสอบมี 5 ข้อ รวม 45 คะแนน แต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน
2. ห้ามนำตำราหรือสูตรเข้าห้องสอบ
3. ให้นำเครื่องคำนวณทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
4. ให้สมมติค่าต่างๆได้ตามหลักวิชาอุทกวิทยา
5. **ให้ส่งแผนที่เส้นชั้นความสูงในข้อสอบ มาพร้อมกับสมุดคำตอบ** โดยเขียนชื่อและระหัสนักศึกษาบนหัวกระดาษแผนที่ฯให้ชัดเจน

การทุจริตในการสอบจะถูกลงโทษตามระเบียบของคณะวิศวกรรมศาสตร์

ผู้ออกข้อสอบ นายสมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์

---

1. ตอบคำถามต่อไปนี้มาพอสังเขป (คำตอบแต่ละข้อย่อย ไม่เกิน 4 บรรทัด) (6 คะแนน)

1.1 อธิบายกระบวนการเกิดพายุหมุนและระบุทิศทางการหมุน

1.2 วัฏจักรของไอน้ำในอากาศ คืออะไร (กำหนดให้ฝนที่ตกบนแผ่นดินมีค่าเท่ากับ 100 หน่วยต่อปี) และเวลาตำรงอยู่ของไอน้ำในอากาศเท่ากับ 9 วัน หมายความว่าอย่างไร

1.3 อธิบายกระบวนการเกิดฝนในฤดูมรสุม

1.4 อธิบายระบบอุทกวิทยาของอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5 Rating curve หรือ Stage-discharge คืออะไร

2. ระบบอุทกวิทยาและลุ่มน้ำ (9 คะแนน)

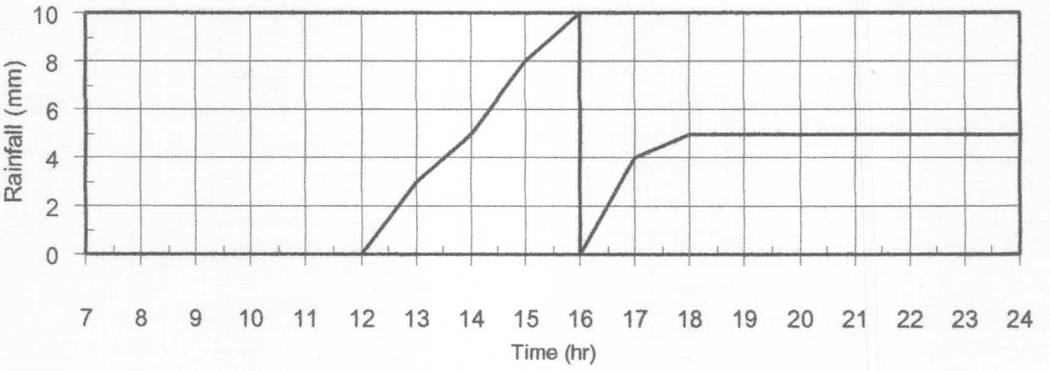
2.1 ในการจัดการน้ำของพื้นที่แห่งหนึ่ง (แผนที่ภูมิประเทศที่ให้มาในหน้า 5) (ก) เขียน **ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ**ที่มีจุดไหลออกอยู่ที่จุด O (ข) แสดง**เส้นทางลำน้ำหลักและรอง** (ค) ระบุค่า**ลำดับของลำน้ำ** และ (ง) ประมาณ**ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำนี้** (ข้อแนะนำ ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในแผนที่ภูมิประเทศที่ให้มา แล้วส่งมาพร้อมกับสมุดคำตอบ)

2.2 อ่างเก็บน้ำมีพื้นที่ผิวน้ำเท่ากับ 300 ไร่ จากการวัดข้อมูลในสองสัปดาห์พบว่า มีน้ำไหลเข้าอ่างฯเฉลี่ยสัปดาห์ละ 5000 ลบ.ม โดยมีระดับผิวน้ำอยู่ที่ +20.0 ม. และวัดค่าจากถาดระเหย (K_P = 0.7) และฝนที่ตกใน 2 สัปดาห์ได้ในตาราง จงหา (ก) **อัตราการระเหยจากอ่างเก็บน้ำในแต่ละสัปดาห์** และ (ข) **หาปริมาณน้ำที่ถูกสูบไปทำน้ำประปา** เมื่อพบว่าระดับน้ำในอ่างฯในสัปดาห์ที่สองยังคงอยู่ที่ +20.0 ม. (กำหนดให้อัตราการซึมลงดินเฉลี่ยเท่ากับ 2 ม.ม/วัน)

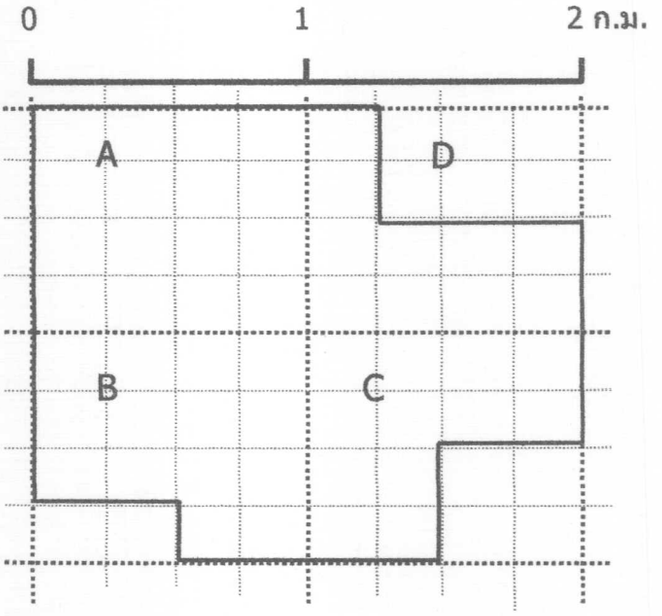
สัปดาห์	1	2
ฝนตก (ม.ม.)	70	0
เติมน้ำ (ม.ม.)	-10	20

3. การวัดฝน (8 คะแนน)

3.1 จากกราฟน้ำฝนที่ให้มานี้ (ก) **จงเขียนกราฟแท่งน้ำฝน** (hyetograph) ราย 2 ชั่วโมง และ (ข) **หาค่าความเข้มฝนสูงสุดในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงและเวลาที่เกิดขึ้น**



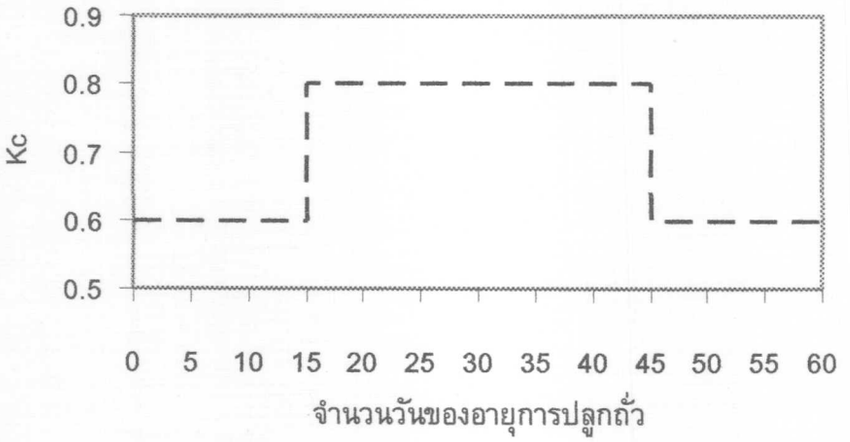
3.2 ลุ่มน้ำในรูป มีสถานีวัดฝน 4 แห่ง คือ A, B, C และ D วัดปริมาณน้ำฝนได้ 40, 50, 60 และ 30 ม.ม.ตามลำดับ **จงหาค่าฝนเฉลี่ยที่ตกในลุ่มน้ำมา 2 วิธี**



4. การระเหยและการซึม **(10 คะแนน)**

4.1 เขียนสูตรของ Penman และอธิบายตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (ไม่เกิน 5 บรรทัด)

4.2 จากข้อมูลภูมิอากาศ พบว่าการระเหยศักย์ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 5 ม.ม./วัน และ 7 ม.ม./วัน ตามลำดับ **จงหาปริมาณน้ำสำหรับปลูกถั่วในพื้นที่ 10 ไร่** ซึ่งที่มีระยะเวลาการปลูก 60 วัน (เริ่มจากวันที่ 1 ก.ค.) กำหนดให้ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของถั่ว (K_C) และอายุของถั่วแสดงในรูป



4.3 เขียนสมการการซึมของ Horton และอธิบายความหมายของแต่ละตัวแปร

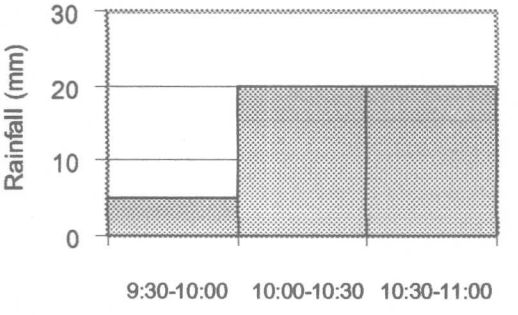
4.4 ดินชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ ความพรุนเท่ากับ 0.50 ความนำชลศาสตร์ K_S = 1 ซ.ม./ช.ม แรงดึงในดิน h_C = 5 ซ.ม. และความชื้นในดินเริ่มต้นเท่ากับ 0.25 จงใช้สมการ Green-Ampt (ก) **หาปริมาณฝนตกสะสมที่ทำให้ดินอิ่มตัวลึก 8 ซ.ม** และ (ข) **หาอัตราการซึมสุดท้าย**เมื่อฝนตกเป็นเวลานานมากจนทำให้ชั้นดินอิ่มตัวเต็มที่ตลอดความลึก

5. **ฝนส่วนเกินและชลภาพ** **(12 คะแนน)**

5.1 ลุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำ ม.อ. มีพื้นที่ 1500 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ป่า 900 ไร่ ที่เหลือเป็นที่อยู่อาศัย พบว่ามีค่าการสูญหายของฝนเริ่มต้นเท่ากับ 16 ม.ม. ถ้าฝนตก 3 ชั่วโมงในตาราง จงหา **ฝนสวนเกิน**ที่เป็นน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำ

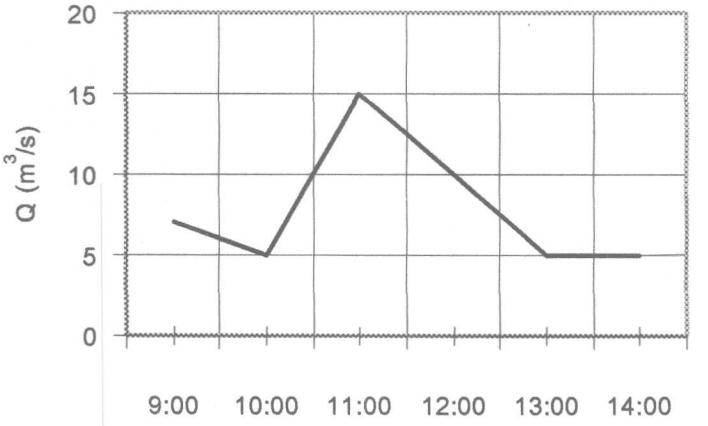
ชั่วโมง	0 - 1	1 - 2	2 - 3
ฝน (ม.ม.)	5	40	15

5.2 จากข้อมูลฝนที่ตก 1.5 ชั่วโมงในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาด 3 ตร.กม. และวัดน้ำหลากในคลองได้ดังแสดงในรูป จงหา (ก) ค่า **ϕ-index และฝนส่วนเกิน**ในแต่ละเวลา (ข) **เขียนกราฟชลภาพน้ำท่าโดยตรง** (direct runoff) **และฝนส่วนเกินไว้ในรูปเดียวกัน** และ (ค) หา **คุณลักษณะของชลภาพน้ำท่า**โดยตรง (Q_{peak}, t_l , t_p และ t_b)



ฝนตกนาน 1.5 ชั่วโมง

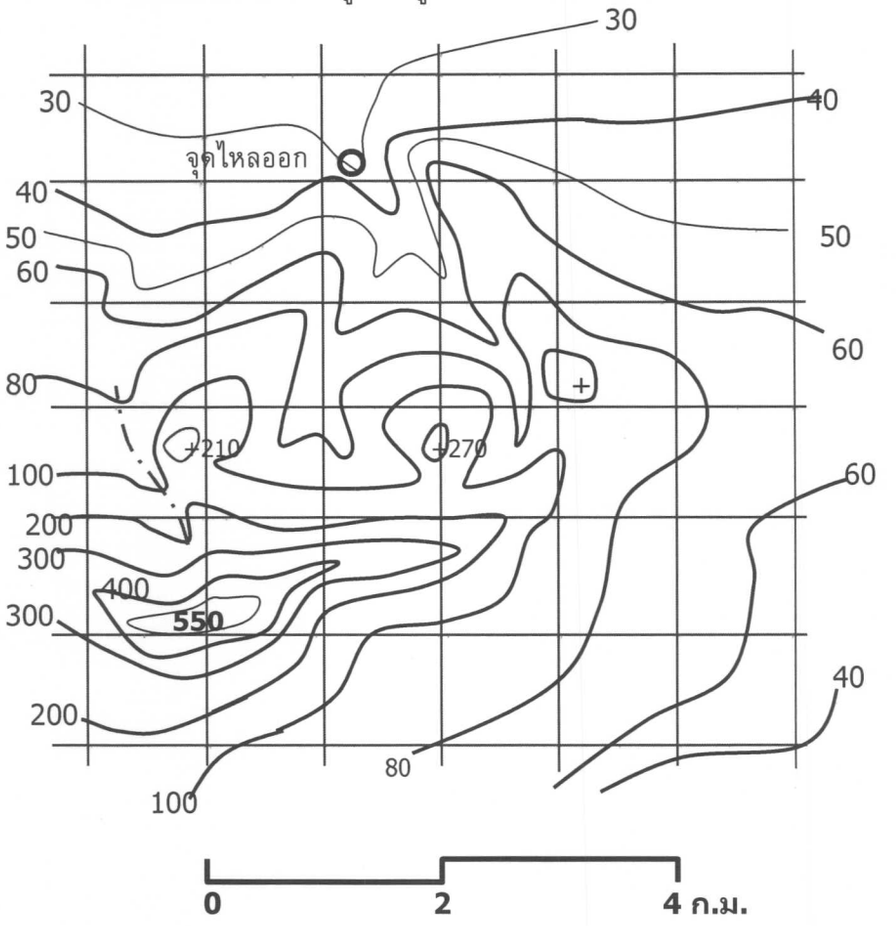
น้ำหลากในคลอง



ชื่อ ..... รหัส .....

ให้เขียนคำตอบลงในแผ่นนี้และแนบส่งมาพร้อมกับสมุดคำตอบ

แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศ สำหรับ**โจทย์ข้อ 2.2**



คำอธิบายภาพ : ค่าความสูง 40, 60, ... ของแต่ละเส้นที่ระบุไว้ในรูป มีหน่วยเป็นเมตร

+210, +270 คือ ค่าความสูง ณ จุดนั้น มีหน่วยเป็นเมตร

O คือ จุดไหลออกของลุ่มน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Examination: Semester 1 **Academic Year: 2011**

Date: July, 31, 2011 **Time : 9h00-12h00**

Subject: Hydrology (221-342) **Room: S102, A301**

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัสนักศึกษา ..... ตอนเรียนที่ .....2.....

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ (100 คะแนน) ในกระดาษคำถาม 6 หน้ามีกระดาษกราฟกัมเบลแนบมา 1 แผ่น ให้ทำทุกข้อลงในสมุดคำตอบ
2. ให้เขียนชื่อ-รหัสลงในตัวข้อสอบ สมุดคำตอบและกระดาษกราฟกัมเบล *โดยห้าม*แยกกระดาษกัมเบลจากข้อสอบ
3. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
4. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
5. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
6. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
7. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์
   มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา
8. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
   - ☐ ตำรา ☐ หนังสือ
   - ☑ เครื่องคิดเลข ☐ กระดาษ A4___แผ่น
   - ☐ พจนานุกรม
   - ☐ อื่น ๆ .....
9. ให้ทำข้อสอบโดยใช้
   - ☑ ดินสอ ☑ ปากกา

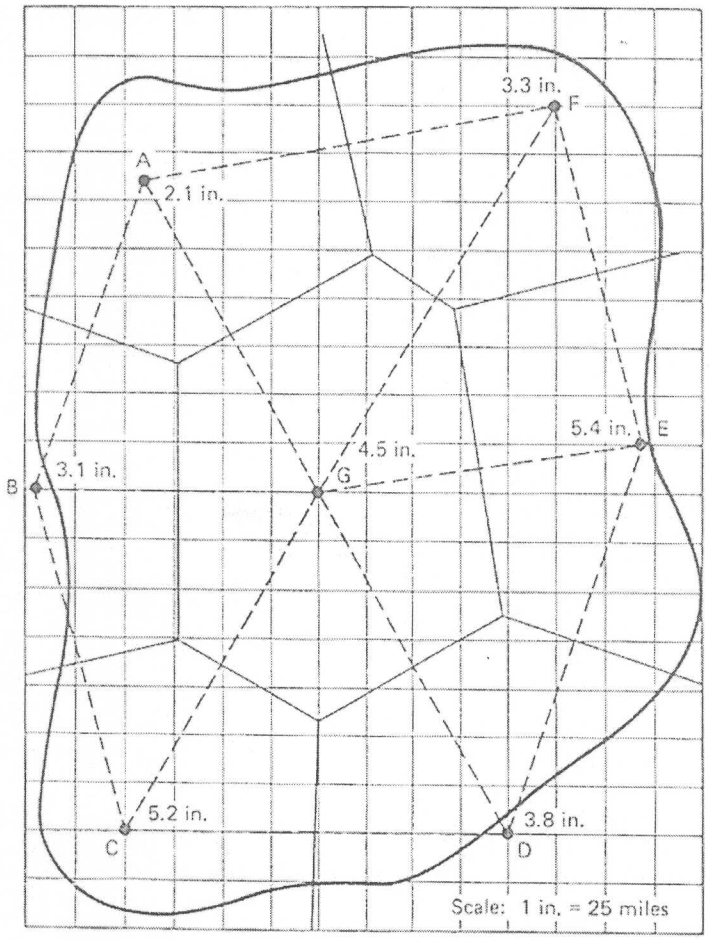
ผู้ออกข้อสอบ ชัยศรี สุขสาโรจน์

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ.....

1. จากขอบเขตลุ่มน้ำและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่กำหนดให้ (รูปที่ 1) จงหา

1.1 (4 คะแนน)ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยโดยวิธีคณิตศาสตร์ (Arithmetic mean method)

1.2 (7 คะแนน) ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยโดยใช้ Thiessen method



รูปที่ 1 ลุ่มน้ำและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน

2. กำหนดให้ผลการตรวจวัดข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดที่ตกในช่วงเวลา 30 min ที่ อ.เมือง จ. แพร่ ระหว่างปีพ.ศ.2541-พ.ศ.2549 มีข้อมูลดังแสดงในตาราง

ปีพ.ศ.	ปริมาณฝนสูงสุด (mm)
2541	18.6
2542	30.3
2543	22.7
2544	30.2
2545	41.4
2546	26.2
2547	27.0
2548	25.2
2549	15.4

2.1 (6 คะแนน) ให้นักศึกษาใช้วิธี Plotting position โดยใช้สมการ Weibul เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝนสูงสุด รอบปีการเกิดซ้ำ และโอกาสที่จะเกิดฝนสูงสุด

2.2 (6 คะแนน) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนสูงสุดกับรอบปีการเกิดซ้ำ โดยใช้กระดาษกราฟกัมเบลและหาปริมาณฝนสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 25 ปี 50 ปี 100 ปี และ 200 ปี

2.3 (6 คะแนน) จงหาความเข้มฝน (mm/hr) ที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆในข้อ 2.2

3. (12 คะแนน) ข้อมูลปริมาณฝนในพื้นที่ 120 ตารางไมล์ แสดงในตาราง โดยฝนเริ่มตกเมื่อเวลา 12:00 น. และหยุดตกเมื่อเวลา 18:00 น. มีปริมาณฝนรวม 6.6 นิ้ว ปริมาณการไหลออก (Direct Runoff) จากพื้นที่รับน้ำวัดได้เท่ากับ 2.25 นิ้ว จงหาค่าดัชนีการซึม (ϕ Index) สำหรับพายุฝนลูกนี้ ไม่คิดการสูญเสียเริ่มแรก (Initial abstraction, $I_a \cong 0$)

เวลา (น.)	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	รวม
ปริมาณฝน (นิ้ว)	0.65	1.20	1.80	0.75	1.40	0.80	6.6

4. ค่าอัตราการซึมลงดินเริ่มต้น, f_0 สำหรับพื้นที่รับน้ำแห่งหนึ่งมีค่าเท่ากับ 5.0 นิ้ว/ชั่วโมง และค่า k เท่ากับ 0.25 ชั่วโมง$^{-1}$ ค่าอัตราการซึมคงที่, f_c มีค่าเท่ากับ 0.5 นิ้ว/ชั่วโมง จงใช้สมการของ Horton คำนวณหา

   4.1 (6 คะแนน) อัตราการซึมลงดินเมื่อเวลา t = 10 นาที 30 นาที 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง

   4.2 (6 คะแนน) ปริมาณการซึมลงดินรวมตลอดช่วงเวลา 6 ชั่วโมง

5. (10 คะแนน) จงอธิบายความหมายของ time of concentration (t_c) และการนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบทางชลศาสตร์

6. (10 คะแนน) จงอธิบายความหมายของลุ่มน้ำ

7. (12 คะแนน) อ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งต้องการควบคุมปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างไปให้กับพื้นที่ชลประทานเป้าหมายในอัตรา 48,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ถ้าค่าเฉลี่ย class A pan = 5 มม. และค่าสัมประสิทธิ์ของถาดระเหย = 0.65 จงประมาณปริมาณน้ำที่ต้องการปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกรวม 48,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวันเมื่อไปถึงจุดพื้นที่เป้าหมายเมื่อกำหนดข้อมูลขนาดคลองส่งน้ำกว้าง 61 เมตร ยาว 78 กิโลเมตร ไม่มีการคายระเหยและการซึมลงดิน

8. (15 คะแนน) พื้นที่เกษตรกรรมแห่งหนึ่งอยู่ที่เส้นรุ้ง 30 °N มีค่าเฉลี่ยของข้อมูลทางอุทกวิทยาในเดือนพฤษภาคมดังนี้

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศ	= 30	°C
ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำ (e_a)	= 42.43	millibar
ความเร็วลมที่ความสูง 2 m เหนือผิวน้ำ	= 12	km/hr
ความชื้นสัมพัทธ์	= 70	%
สัมประสิทธิ์การสะท้อน (r)	= 0.02	
ค่าคงที่ของ Stefan-Boltzmann (σ)	= 2.01×10^{-9}	mm/day

จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดจริงที่ได้จากการตรวจวัด (n) = 12 hr
ที่อุณหภูมิ 30 °C (303 K อุณหภูมิสัมบูรณ์) มี Δ = 1.85 โดยที่ γ = 0.49

จงหาอัตราการระเหยรวมการคายน้ำของพืช (Evapotranspiration; ET_p) เฉลี่ยใน 1 วัน โดยใช้สมการของ Penman สำหรับค่าปริมาณการระเหยของน้ำ (Evaporation) ให้ใช้อัตราการระเหยที่ได้จากข้อ 7

ตาราง 8-1 รังสีจากดวงอาทิตย์เฉลี่ยรายเดือน (mean monthly solar radiation) ที่ผิวนอกโลก Q_A (mm/day) ในซีกโลกเหนือที่มี L = 560 cal/g (จาก Criddle เมื่อปี พ.ศ.2501)

เดือน	เส้นรุ้ง									
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
มกราคม	-	-	-	1.3	3.6	6.0	8.5	10.8	12.8	14.5
กุมภาพันธ์	-	-	1.1	3.5	5.9	8.3	10.5	12.3	13.9	15.0
มีนาคม	-	1.8	4.3	6.8	9.1	11.0	12.7	13.9	14.8	15.2
เมษายน	7.9	7.8	9.1	11.1	12.7	13.9	14.8	15.2	15.2	14.7
พฤษภาคม	14.9	14.6	13.6	14.6	15.4	15.9	16.0	15.7	15.0	13.9
มิถุนายน	18.1	17.8	17.0	16.5	16.7	16.7	16.5	15.8	14.8	13.4
กรกฎาคม	16.8	16.5	15.8	15.7	16.1	16.3	16.2	15.7	14.8	13.5
สิงหาคม	11.2	10.6	11.4	12.7	13.9	14.8	15.3	15.3	15.0	14.2
กันยายน	2.6	4.0	6.8	8.5	10.5	12.2	13.5	14.4	14.9	14.9
ตุลาคม	-	0.2	2.4	4.7	7.1	9.3	11.3	12.9	14.1	15.0
พฤศจิกายน	-	-	0.1	1.9	4.3	6.7	9.1	11.2	13.1	14.6
ธันวาคม	-	-	-	0.9	3.0	5.5	7.9	10.3	12.4	14.6

ตาราง 8-2 จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดที่เป็นไปได้สูงสุด N (hr)

เส้นรุ้ง	เดือน											
(°N)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
0°	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.11	12.1	12.11
10°	11.61	11.8	12.1	12.4	12.6	12.7	12.6	12.4	12.9	1.9	11.7	1.5
20°	1.1	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
30°	10.4	11.1	12.0	12.9	13.7	14.1	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.9
40°	9.6	10.7	11.9	13.2	14.4	15.0	14.7	13.8	12.5	11.2	10.0	9.4
50°	8.6	10.1	11.9	13.8	15.4	16.4	16.0	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1

ที่มา : Vijay P. Singh, [66]

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1. Basin Recharge = P-Q
2. Weibul, $T_r = \frac{N+1}{m}$, $P_r = \frac{m}{N+1}$
3. Horton : อัตราการซึมลงดิน $f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$ และปริมาณการซึมรวม V = $\int f dt$
4. Evaporation (E_a) = $C_p E_p$
5. การสะท้อนกลับของรังสีจากดวงอาทิตย์ = $\sigma T^4[0.56 - 0.092(e_d)^{0.5}]\left(0.1 + 0.9\frac{n}{N}\right)$
6. $Q_n = (0.18 + 0.55\left(\frac{n}{N}\right))Q_A(1-r) - \sigma T^4[0.56 - 0.092(e_d)^{0.5}]\left(0.1 + 0.9\frac{n}{N}\right)$
7. $e_d = humidity * e_a$
8. Penman; (Evapotranspiration)ET_p = $\frac{\Delta}{\Delta+\gamma}Q_n + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma}E_a$

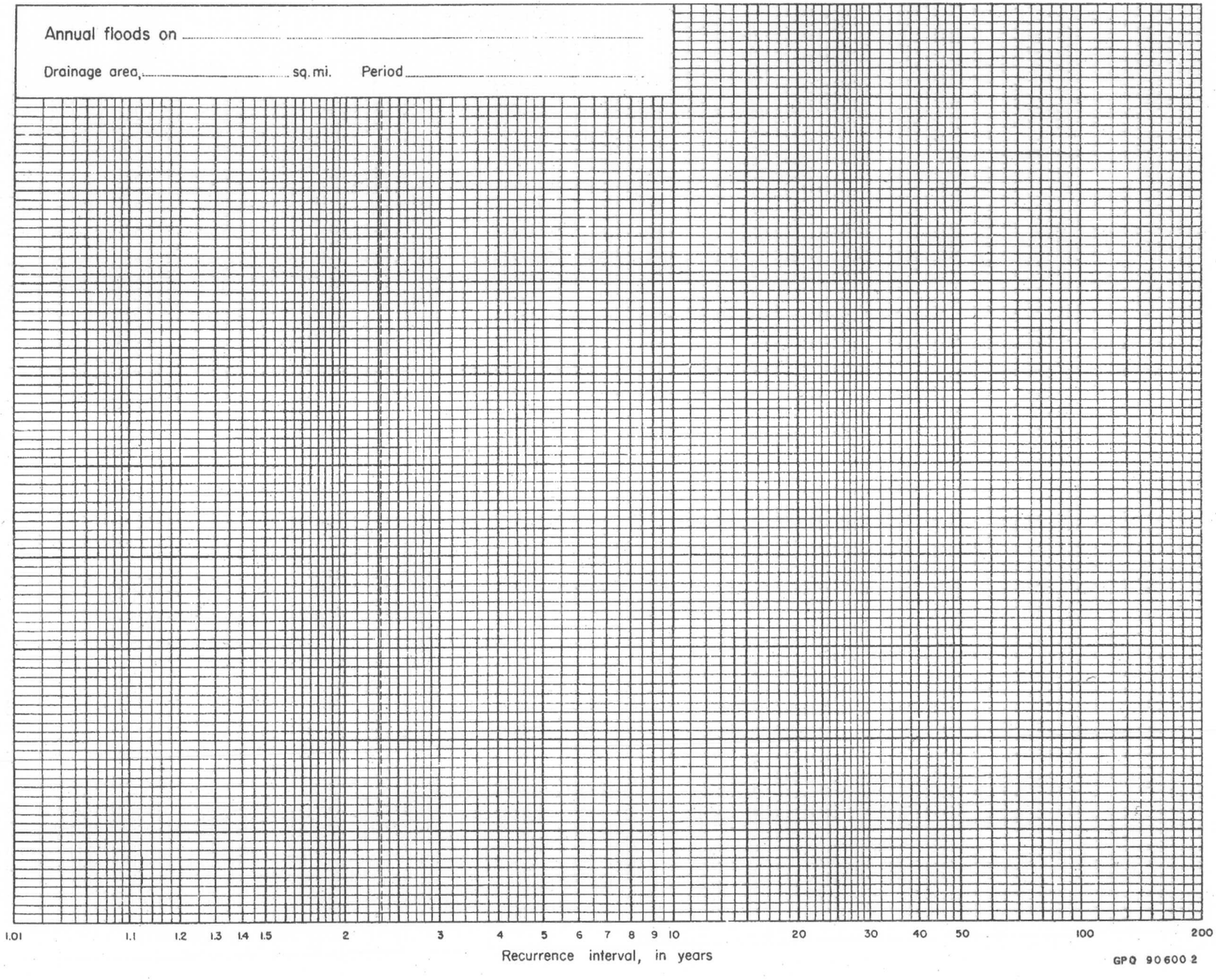
9-179a
Flood data plot
(March 1949)

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR — GEOLOGICAL SURVEY — WATER RESOURCES DIVISION

File Number .....

Annual floods on .....

Drainage area, ... sq. mi. Period .....



GPO 906002