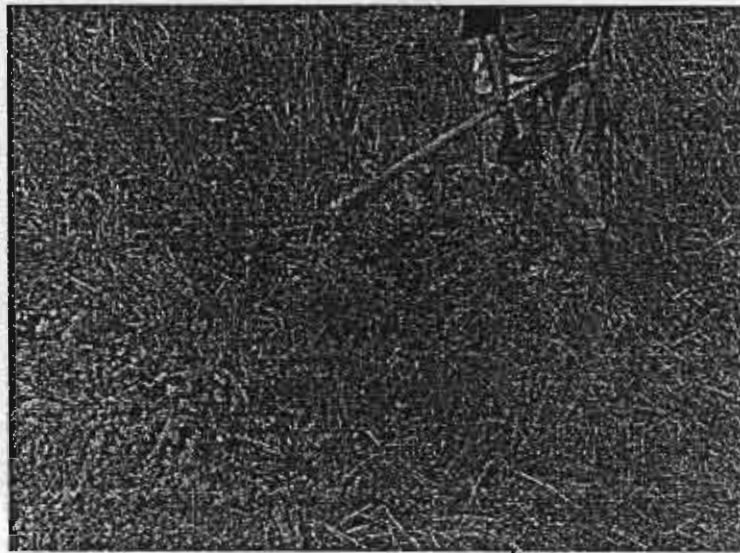


- 5.10 เลื่อนตำแหน่งของสเกลวัดไปตำแหน่งที่ระดับผิวน้ำในถังวัดอัตราการซึมเสมอกับปลายแหลมของตะขอยของ Hook gauge เมื่อเวลาผ่านไป 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 5, 5, 5, 10, 10, 10, 15, 15, 15, 20, 20, 20, 30, 30, 30, 60,... นาที อ่านค่าจาก Hook gauge ทุกครั้ง และบันทึกผล
- 5.11 ถ้าขณะทำการทดลองวัดอัตราการซึม ระดับของน้ำในถังลดต่ำลงมากจนไม่สามารถอ่านค่าจากสเกลวัดของ Hook gauge หรือระดับน้ำลดลงจนไม่สามารถปรับปลายแหลมของตะขอยของ Hook gauge ให้เสมอกับระดับผิวน้ำในถังวัดอัตราการซึมได้ ให้เติมน้ำสะอาดลงไปในถังวัดอัตราการซึมจนระดับน้ำสูงขึ้นตามวิธีการเติมน้ำข้างต้น จากนั้นปรับปลายแหลมของตะขอยของ Hook gauge ให้เสมอกับระดับผิวน้ำในถังวัดอัตราการซึม และเลื่อนตำแหน่งของสเกลวัดของ Hook gauge ไปที่จุดศูนย์ อ่านค่าจาก Hook gauge และบันทึกผล เป็นค่าระดับน้ำเริ่มต้นใหม่สำหรับการวัดอัตราการซึม และบันทึกผลค่าจาก Hook gauge ต่อเมื่อเวลาผ่านไปตามที่กำหนด
- 5.12 เมื่อได้ ค่าจาก Hook gauge ตามที่กำหนดแล้ว ทำการรื้อถอนถังวัดอัตราการซึมออกจากพื้นที่ โดยใช้จอบหรือเสียมขุดเปิดหน้าดินบริเวณด้านข้างติดกับถังให้เกิดหลุมลึกจนถึงขอบปลายล่างของถังวัดอัตราการซึม และใช้จอบหรือเสียมฝังถังวัดอัตราการซึมออกจากดิน (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 การใช้จอบหรือเสียมฝังถังวัดอัตราการซึมออกจากดิน

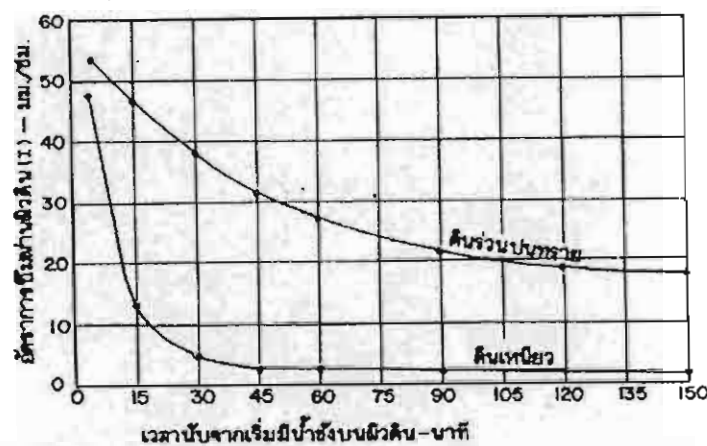
- 5.13 ขุดดินกลบหลุมปรับสภาพพื้นที่ให้เรียบดังสภาพเดิม (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 การขุดดินกลบหลุมปรับสภาพพื้นที่ให้เรียบดังสภาพเดิม

6. การวิเคราะห์หาค่าการซึมน้ำผ่านผิวดิน

การหาค่าการซึมน้ำผ่านผิวดินเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการซึมน้ำกับเวลา ดังแสดงในรูปที่ 18 ซึ่งจะเห็นการเปลี่ยนแปลงอัตราการซึมผ่านผิวน้ำกับเวลาอย่างเห็น



รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการซึมน้ำกับเวลา เมื่อนำมาเขียนในกระดาษกราฟแบบธรรมดา

ได้ชัด อย่างไรก็ตาม ลักษณะของกราฟที่เขียนบนกระดาษสเกลธรรมดา นี้ นำไปใช้งานไม่ได้เต็มที่เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาที่ต้องการทราบอัตราการซึมมักจะมากกว่าช่วงเวลาที่วัดได้ ซึ่งแก้ไขโดยการนำค่าที่วัดได้มาเขียนลงในกระดาษกราฟ log-log จะได้กราฟเป็น

เส้นตรงที่สามารถต่อกราฟออกไปได้อีก กราฟเส้นตรงนี้จะให้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการซึมผ่านผิวดิน (I) กับเวลานับจากเริ่มมีน้ำขังบนผิวดิน (t) ในรูปของสมการ

$$I = at^n \quad \dots\dots\dots (1)$$

โดย a และ n เป็นค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินที่ทำการวัด ค่าของตัวเลขเทียบได้จากกราฟที่เขียนในกระดาษ log-log

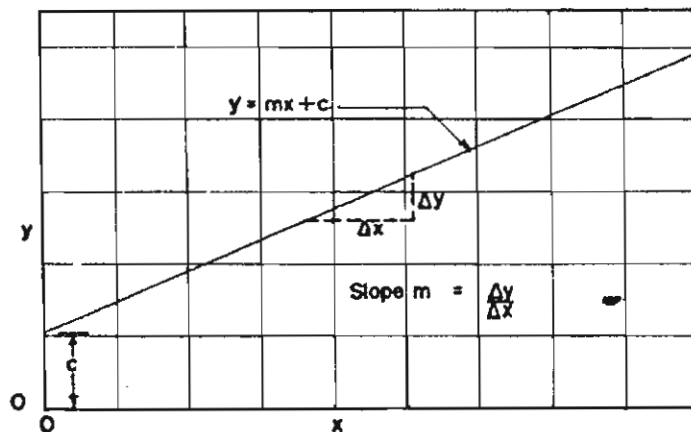
จากสมการข้างบนเขียนใหม่ได้เป็น

$$\log I = a \log t + \log a \quad \dots\dots\dots (2)$$

ซึ่งเทียบได้กับสมการเส้นตรง

$$y = mx + c \quad \dots\dots\dots (3)$$

คือ y เทียบกับ $\log I$, m เทียบได้กับ n, x เทียบได้กับ $\log t$ และ c เทียบได้กับ $\log a$
 จากเรขาคณิตวิเคราะห์จะได้ว่า m เป็นความลาด (Slope) ของกราฟเส้นตรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ และ c เป็นค่าคงที่ ซึ่งเท่ากับระยะทางจากจุดกำเนิด (Origin) ถึงจุดที่กราฟตัดแกน Y ดังแสดงในรูปที่ 19



รูปที่ 19 กราฟเส้นตรงของสมการ $y = mx + c$

จากคุณสมบัติของกราฟเส้นตรงดังกล่าวนี้ ค่า n และ a จะเทียบหาได้จากกราฟที่เขียนบนกระดาษ log-log

โดย n = ความลาดของเส้น และที่ค่าเท่ากับระยะทางในแนวตั้งหารด้วยระยะทางในแนวราบระหว่างจุดสองจุดบนเส้น ในสเกลปกติ โดยปกติแล้ว n จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง -1

a = ระยะทางจากจุดกำเนิดถึงจุดที่เส้นตัดกับแกนตั้ง ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับ อัตราการซึมผ่านผิวดิน (I) ที่เวลา $t=1$ หรืออาจคำนวณได้จากสมการ (1) โดยการสมมติให้ $t=1$

จากสมการ (1) หาความลึกสะสมของน้ำที่ไหลซึมผ่านผิวดิน (Accumulated Depth, D) ที่ระยะเวลาต่างๆ หลังจากให้น้ำได้ โดย

$$D = \int I \cdot dt \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$D = \int at^n \cdot dt$$

$$D = \frac{a}{n+1} \cdot t^{n+1} \quad \dots\dots\dots (5)$$

สมการนี้มีลักษณะเดียวกันกับสมการ (1) คืออยู่ในรูปของ

$$D = At^B \quad \dots\dots\dots (6)$$

โดย A เป็นระยะจากจุดกำเนิด (Origin) ถึงจุดที่กราฟตัดแกน B เป็นความลาดของเส้นกราฟที่เขียนในกระดาษ $\log\text{-}\log$ จะมีค่าเป็นบวกเสมอ สมการของความลึกน้ำซึมสะสม (Accumulated Depth) นี้ สามารถเปลี่ยนให้เป็นสมการของอัตราการซึมผ่านผิวดิน (Infiltration Rate)

$$\begin{aligned} I &= \frac{d}{dt}(D) = \frac{d}{dt}(At^B) \\ &= ABt^{B-1} \quad \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

ในทางปฏิบัติจะพบว่า ถ้าเป็นการวัดโดยให้น้ำขังท่วมผิวดิน จะหาอัตราการซึมผ่านผิวดินที่เวลาใดเวลาหนึ่งได้สะดวก โดยหาความลึกสะสมของน้ำที่ซึมลงไปในดินที่ระยะเวลาต่างๆ แล้วนำมาเขียนกราฟในกระดาษ $\log\text{-}\log$ เพื่อหาสมการของความลึกสะสม (Accumulated Depth) ดังสมการ (6) แล้วจึงหาสมการของอัตราการซึมผ่านผิวดิน (Infiltration Rate) โดยใช้สมการที่ (7)

เนื่องจากการทดลองนี้ เป็นการวัดความลึกของน้ำที่ซึมเข้าไปในดินที่ระยะเวลาต่างๆ กัน แต่สมการที่ (6) เป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระยเวลากับความลึกสะสมของน้ำที่ซึมผ่านผิวดิน ดังนั้นจึงต้องคำนวณค่าทั้งสองนี้โดยหาช่วงเวลาระหว่างการวัด 2 ครั้งติดต่อกัน และความลึกของน้ำที่ซึมหายไป ซึ่งทำได้โดยการหาผลต่างของการวัด 2 ครั้งต่อเนื่องกันดังแสดงในช่อง "ช่วงเวลา" และช่อง "ความลึกต่าง" ของตาราง จากนั้นนำค่าของสองช่องนี้มาสะสมกันโดยถือว่าเมื่อเริ่มทำการวัดเวลาและความลึกของน้ำที่

ซึมผ่านผิวดินเป็นศูนย์ จากนั้นก็บวกสะสมลงมาจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองดังแสดงในตาราง
ช่อง "เวลาสะสม" และ ช่อง "ความลึกสะสม" หลังจากนั้นจึงเอาค่าในตาราง 2 ช่องนี้มา
พล็อตในกระดาษ log-log โดยให้แกนราบแทนเวลาซึ่งมีจุดกำเนิดเท่ากับ 1 นาที แกนตั้งแทน
ความลึกสะสมของน้ำที่ซึมผ่านผิวดิน หรือพล็อตค่า log ของเวลาสะสม กับค่า log ของความ
ลึกสะสม ในกระดาษกราฟสเกลธรรมดา ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดินเป็นดังนี้

6.1 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 10 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี
สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 14 เม.ย.2546
เนื้อดิน ดินเหนียวปนดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม. = 0.13 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.12 บาร์
พืชที่ปลูก ปลูกข้าวในระยะเตรียมแปลง
หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.2 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
13:30			6.87				
13:31	1	1	6.95	0.08	0.08	0.0000	-1.0965
13:32	1	2	7.00	0.05	0.13	0.3010	-0.8937
13:33	1	3	7.04	0.04	0.17	0.4771	-0.7740
13:35	2	5	7.11	0.07	0.24	0.6990	-0.6239
13:37	2	7	7.17	0.06	0.30	0.8451	-0.5251
13:39	2	9	7.22	0.06	0.35	0.9542	-0.4512
13:42	3	12	7.30	0.08	0.43	1.0792	-0.3667
13:45	3	15	7.37	0.07	0.50	1.1761	-0.3011
13:48	3	18	7.44	0.07	0.57	1.2553	-0.2475
13:53	5	23	7.54	0.10	0.67	1.3617	-0.1754
13:58	5	28	7.63	0.10	0.76	1.4472	-0.1176
14:03	5	33	7.72	0.09	0.85	1.5185	-0.0693
14:13	10	43	7.89	0.17	1.02	1.6335	0.0086
14:23	10	53	8.04	0.15	1.17	1.7243	0.0700
14:33	10	63	8.19	0.14	1.32	1.7993	0.1200
14:53	20	83	8.46	0.27	1.59	1.9191	0.2014
15:13	20	103	8.71	0.25	1.84	2.0128	0.2651
15:33	20	123	8.95	0.24	2.08	2.0899	0.3173
16:03	30	153	9.27	0.33	2.40	2.1847	0.3808
16:33	30	183	9.59	0.31	2.72	2.2625	0.4339
17:03	30	213	9.88	0.30	3.01	2.3284	0.4788

6.2 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 9 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 14 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนดินทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม. = 0.067 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.1 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวในระยะเก็บเกี่ยว และเผาซึ่งข้าวในนา
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
10:25			14.08				
10:26	1	1.00	13.95	0.13	0.13	0.0000	-0.8858
10:27	1	2.00	13.89	0.06	0.19	0.3010	-0.7157
10:28	1	3.00	13.84	0.05	0.24	0.4771	-0.6163
10:30	2	5.00	13.76	0.08	0.32	0.6990	-0.4910
10:32	2	7.00	13.69	0.07	0.39	0.8451	-0.4079
10:34	2	9.00	13.63	0.06	0.45	0.9542	-0.3462
10:37	3	12.00	13.55	0.08	0.53	1.0792	-0.2756
10:40	3	15.00	13.48	0.07	0.60	1.1761	-0.2208
10:43	3	18.00	13.41	0.07	0.67	1.2553	-0.1760
10:48	5	23.00	13.31	0.10	0.77	1.3617	-0.1157
10:53	5	28.00	13.22	0.09	0.86	1.4472	-0.0673
10:58	5	33.00	13.14	0.08	0.94	1.5185	-0.0269
11:05	7	40.00	13.03	0.11	1.05	1.6021	0.0203
11:12	7	47.00	12.93	0.10	1.15	1.6721	0.0590
11:19	7	54.00	12.84	0.09	1.24	1.7324	0.0934
11:29	10	64.00	12.71	0.13	1.37	1.8062	0.1352
11:39	10	74.00	12.60	0.12	1.48	1.8692	0.1710
11:49	10	84.00	12.49	0.11	1.59	1.9243	0.2023
12:04	15	99.00	12.33	0.15	1.75	1.9956	0.2426
12:19	15	114.00	12.19	0.15	1.89	2.0569	0.2773
12:34	15	129.00	12.05	0.14	2.03	2.1106	0.3078
13:04	30	159.00	11.80	0.25	2.28	2.2014	0.3588
13:34	30	189.00	11.56	0.23	2.52	2.2765	0.4012
14:04	30	219.00	11.34	0.22	2.74	2.3404	0.4372

6.3 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 15 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียว ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.0 บาร์
 Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.0 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวในระยะแตกกอเต็มที่
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 8.0 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
09:30			5.78				
09:31	1	1.00	5.77	0.01	0.01	0.0000	-2.0000
09:32	1	2.00	5.76	0.01	0.02	0.3010	-1.7178
09:33	1	3.00	5.75	0.01	0.03	0.4771	-1.5479
09:35	2	5.00	5.73	0.02	0.05	0.6990	-1.3338
09:37	2	7.00	5.72	0.02	0.06	0.8451	-1.1928
09:39	2	9.00	5.70	0.02	0.08	0.9542	-1.0874
09:44	5	14.00	5.65	0.04	0.13	1.1461	-0.9022
09:49	5	19.00	5.61	0.04	0.17	1.2788	-0.7736
09:54	5	24.00	5.57	0.04	0.21	1.3802	-0.6759
10:04	10	34.00	5.48	0.08	0.30	1.5315	-0.5301
10:14	10	44.00	5.40	0.08	0.38	1.6435	-0.4221
10:24	10	54.00	5.32	0.08	0.46	1.7324	-0.3360
10:39	15	69.00	5.20	0.12	0.58	1.8388	-0.2339
10:54	15	84.00	5.08	0.12	0.70	1.9243	-0.1520
11:09	15	99.00	4.95	0.12	0.83	1.9956	-0.0822
11:39	30	114.00	4.83	0.12	0.95	2.0569	-0.0231
12:09	30	144.00	4.59	0.24	1.19	2.1584	0.0756
12:39	30	174.00	4.35	0.24	1.43	2.2405	0.1548

6.4 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 7 ต.โพทะเล อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 15 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.067 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.16 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวในระยะแตกกอเต็มที่
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
10:30			12.79				
10:31	1	1.00	12.64	0.15	0.15	0.0000	-0.8236
10:32	1	2.00	12.57	0.07	0.22	0.3010	-0.6598
10:33	1	3.00	12.52	0.05	0.27	0.4771	-0.5636
10:35	2	5.00	12.43	0.09	0.36	0.6990	-0.4422
10:37	2	7.00	12.36	0.07	0.43	0.8451	-0.3625
10:39	2	9.00	12.29	0.06	0.50	0.9542	-0.3028
10:44	5	14.00	12.16	0.14	0.63	1.1461	-0.1981
10:49	5	19.00	12.04	0.12	0.75	1.2788	-0.1256
10:54	5	24.00	11.94	0.10	0.85	1.3802	-0.0702
11:04	10	34.00	11.76	0.18	1.03	1.5315	0.0125
11:14	10	44.00	11.61	0.16	1.18	1.6435	0.0736
11:34	20	64.00	11.34	0.27	1.45	1.8062	0.1625
11:54	20	84.00	11.11	0.23	1.68	1.9243	0.2262
12:24	30	114.00	10.80	0.31	1.99	2.0569	0.2994
12:54	30	144.00	10.53	0.27	2.26	2.1584	0.3547
13:54	60	204.00	10.05	0.47	2.74	2.3096	0.4370

6.5 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 2 ต.โพธิ์สังโฆ อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 15 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.12 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.2 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวระยะเก็บเกี่ยวแล้ว
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกค่า	ความลึกสะสม		
14:10			8.36				
14:11	1	1.00	8.35	0.01	0.01	0.0000	-1.8828
14:12	1	2.00	8.34	0.01	0.02	0.3010	-1.6295
14:13	1	3.00	8.33	0.01	0.03	0.4771	-1.4805
14:15	2	5.00	8.31	0.02	0.05	0.6990	-1.2942
14:17	2	7.00	8.29	0.02	0.07	0.8451	-1.1711
14:19	2	9.00	8.28	0.02	0.08	0.9542	-1.0788
14:22	3	12.00	8.25	0.02	0.11	1.0792	-0.9734
14:25	3	15.00	8.23	0.02	0.13	1.1761	-0.8929
14:28	3	18.00	8.21	0.02	0.15	1.2553	-0.8260
14:33	5	23.00	8.18	0.03	0.18	1.3617	-0.7361
14:38	5	28.00	8.14	0.03	0.22	1.4472	-0.6645
14:48	10	38.00	8.08	0.06	0.28	1.5798	-0.5530
14:58	10	48.00	8.02	0.06	0.34	1.6812	-0.4649
15:18	20	68.00	7.90	0.11	0.46	1.8325	-0.3399
15:38	20	88.00	7.79	0.11	0.57	1.9445	-0.2460
16:08	30	118.00	7.63	0.16	0.73	2.0719	-0.1387
16:38	30	148.00	7.48	0.15	0.88	2.1703	-0.0562
17:08	30	178.00	7.33	0.15	1.03	2.2504	0.0114

6.6 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 8 ต.แสงหา อ.แสงหา จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 15 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม. = 0.15 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.16 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวในระยะเก็บเกี่ยวแล้ว
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
15:10			10.05				
15:11	1	1.00	10.02	0.034	0.03	0.0000	-1.4732
15:12	1	2.00	9.99	0.023	0.06	0.3010	-1.2475
15:13	1	3.00	9.97	0.020	0.08	0.4771	-1.1144
15:15	2	5.00	9.94	0.036	0.11	0.6990	-0.9484
15:17	2	7.00	9.90	0.033	0.15	0.8451	-0.8371
15:19	2	9.00	9.87	0.030	0.18	0.9542	-0.7555
15:24	5	14.00	9.81	0.069	0.24	1.1461	-0.6118
15:29	5	19.00	9.74	0.063	0.31	1.2788	-0.5124
15:34	5	24.00	9.68	0.058	0.37	1.3802	-0.4367
15:44	10	34.00	9.57	0.111	0.48	1.5315	-0.3220
15:54	10	44.00	9.47	0.101	0.58	1.6435	-0.2383
16:14	20	64.00	9.28	0.188	0.77	1.8062	-0.1162
16:34	20	84.00	9.11	0.175	0.94	1.9243	-0.0268
17:04	30	114.00	8.87	0.242	1.18	2.0569	0.0727
17:34	30	144.00	8.64	0.227	1.41	2.1584	0.1491
18:04	30	174.00	8.40	0.238	1.65	2.2405	0.2170

6.7 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 1 ต.วังน้ำเย็น อ.แสวงหา จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่ไร้อ้อย ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 16 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.10 บาร์
 Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.14 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกอ้อยในระยะแตกกอ
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
08:45			14.19				
08:46	1	1.00	14.15	0.04	0.04	0.0000	-1.3979
08:47	1	2.00	14.12	0.03	0.07	0.3010	-1.1789
08:48	1	3.00	14.10	0.02	0.09	0.4771	-1.0500
08:50	2	5.00	14.06	0.04	0.13	0.6990	-0.8895
08:52	2	7.00	14.03	0.04	0.16	0.8451	-0.7837
08:54	2	9.00	13.99	0.03	0.20	0.9542	-0.7037
08:59	5	14.00	13.92	0.08	0.27	1.1461	-0.5640
09:04	5	19.00	13.85	0.07	0.34	1.2788	-0.4668
09:09	5	24.00	13.79	0.06	0.40	1.3802	-0.3939
09:19	10	34.00	13.67	0.12	0.52	1.5315	-0.2847
09:29	10	44.00	13.56	0.11	0.63	1.6435	-0.2025
09:49	20	64.00	13.37	0.20	0.82	1.8062	-0.0840
10:09	20	84.00	13.18	0.18	1.01	1.9243	0.0023
10:29	20	104.00	13.02	0.17	1.17	2.0170	0.0696
10:59	30	134.00	12.78	0.24	1.41	2.1271	0.1491
11:29	30	164.00	12.55	0.23	1.64	2.2148	0.2136
11:59	30	194.00	12.34	0.21	1.85	2.2878	0.2664

6.8 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 4 ต.คำหยาด อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่ไร่ ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 16 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินร่วนปนทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม. = 0.78 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.28 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกบวบในระยะติดผล
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
09:15			6.99				
09:16	1	1.00	6.96	0.03	0.03	0.0000	-1.5086
09:17	1	2.00	6.94	0.02	0.05	0.3010	-1.2795
09:18	1	3.00	6.92	0.02	0.07	0.4771	-1.1453
09:20	2	5.00	6.88	0.03	0.11	0.6990	-0.9764
09:22	2	7.00	6.85	0.03	0.14	0.8451	-0.8642
09:24	2	9.00	6.82	0.03	0.17	0.9542	-0.7817
09:29	5	14.00	6.76	0.07	0.23	1.1461	-0.6360
09:34	5	19.00	6.70	0.06	0.29	1.2788	-0.5357
09:44	10	29.00	6.59	0.11	0.40	1.4624	-0.3951
09:54	10	39.00	6.49	0.10	0.50	1.5911	-0.2969
10:14	20	59.00	6.30	0.19	0.69	1.7709	-0.1601
10:34	20	79.00	6.12	0.18	0.87	1.8976	-0.0621
11:04	30	109.00	5.89	0.24	1.10	2.0374	0.0426
11:34	30	139.00	5.66	0.23	1.33	2.1430	0.1233
12:04	30	169.00	5.45	0.21	1.54	2.2279	0.1879
12:34	30	199.00	5.24	0.20	1.75	2.2989	0.2419

6.9 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 1 ต.ยางซ้าย อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 16 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนร่วนปนทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม. = 0.11 บาร์
 Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.14 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวเริ่มหว่าน
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกค่า	ความลึกสะสม		
12:35			6.98				
12:36	1	1.00	6.95	0.03	0.03	0.0000	-1.5354
12:37	1	2.00	6.93	0.02	0.05	0.3010	-1.3008
12:38	1	3.00	6.91	0.02	0.07	0.4771	-1.1644
12:40	2	5.00	6.88	0.03	0.10	0.6990	-0.9909
12:42	2	7.00	6.85	0.03	0.13	0.8451	-0.8774
12:44	2	9.00	6.82	0.03	0.16	0.9542	-0.7925
12:49	5	14.00	6.75	0.07	0.23	1.1461	-0.6426
12:54	5	19.00	6.69	0.06	0.29	1.2788	-0.5395
13:09	5	24.00	6.63	0.06	0.35	1.3802	-0.4606
13:19	10	34.00	6.53	0.11	0.45	1.5315	-0.3428
13:29	10	44.00	6.43	0.10	0.55	1.6435	-0.2558
13:49	20	64.00	6.24	0.19	0.74	1.8062	-0.1291
14:09	20	84.00	6.06	0.18	0.92	1.9243	-0.0371
14:39	30	114.00	5.82	0.25	1.16	2.0569	0.0661
15:09	30	144.00	5.58	0.23	1.40	2.1584	0.1451

6.10 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 4 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 16 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.11 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.16 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวเริ่มแตกกอ
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.1 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
13:15			11.75				
13:16	1	1.00	11.60	0.15	0.15	0.0000	-0.8126
13:17	1	2.00	11.53	0.06	0.22	0.3010	-0.6617
13:19	2	4.00	11.44	0.09	0.31	0.6021	-0.5107
13:21	2	6.00	11.37	0.07	0.38	0.7782	-0.4225
13:23	2	8.00	11.31	0.06	0.44	0.9031	-0.3595
13:28	5	13.00	11.19	0.12	0.56	1.1139	-0.2537
13:33	5	18.00	11.09	0.10	0.66	1.2553	-0.1838
13:43	10	28.00	10.93	0.17	0.82	1.4472	-0.0860
13:53	10	38.00	10.79	0.14	0.96	1.5798	-0.0196
14:13	20	58.00	10.57	0.23	1.18	1.7634	0.0726
14:33	20	78.00	10.38	0.19	1.37	1.8921	0.1367
15:03	30	108.00	10.13	0.25	1.62	2.0334	0.2083
15:33	30	138.00	9.92	0.21	1.83	2.1399	0.2616
16:03	30	168.00	9.74	0.19	2.01	2.2253	0.3039

6.11 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 7 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 16 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินเหนียวปนดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.66 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.24 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าวเก็บเกี่ยวแล้ว
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.05 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
16:15			15.65				
16:16	1	1	14.08	1.57	1.57	0.0000	0.1949
16:17	1	2	13.95	0.13	1.70	0.3010	0.2293
16:18	1	3	13.88	0.08	1.77	0.4771	0.2484
16:20	2	5	13.77	0.11	1.88	0.6990	0.2738
16:22	2	7	13.70	0.07	1.95	0.8451	0.2896
16:24	2	9	13.65	0.06	2.00	0.9542	0.3020
16:29	5	14	13.55	0.10	2.10	1.1461	0.3230
16:34	5	19	13.47	0.07	2.18	1.2788	0.3381
16:39	5	24	13.41	0.06	2.24	1.3802	0.3498
16:49	10	34	13.33	0.08	2.32	1.5315	0.3658
16:59	10	44	13.26	0.07	2.39	1.6435	0.3783
17:19	20	64	13.16	0.10	2.49	1.8062	0.3969
17:39	20	84	13.08	0.08	2.57	1.9243	0.4106
18:09	30	114	12.98	0.10	2.67	2.0569	0.4264
18:39	30	144	12.91	0.07	2.74	2.1584	0.4370
19:09	30	174	12.85	0.06	2.80	2.2405	0.4465

6.12 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 4 ต.โพธิ์ม่วงพันธ์ อ.สามโก้ จ.อ่างทอง
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 16 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.1 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.1 บาร์
 พีชที่ปลูก ปลูกข้าวเริ่มแตกกอ มีน้ำขังในนา
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.2 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกค่า	ความลึกสะสม		
16:35			8.20				
16:36	1	1	8.19	0.01	0.01	0.0000	-2.0000
16:37	1	2	8.18	0.01	0.02	0.3010	-1.7092
16:38	1	3	8.17	0.01	0.03	0.4771	-1.5401
16:40	2	5	8.15	0.02	0.05	0.6990	-1.3262
16:42	2	7	8.13	0.02	0.07	0.8451	-1.1859
16:44	2	9	8.12	0.02	0.08	0.9542	-1.0804
16:47	3	12	8.09	0.03	0.11	1.0792	-0.9606
16:50	3	15	8.06	0.03	0.14	1.1761	-0.8671
16:53	3	18	8.04	0.03	0.16	1.2553	-0.7906
16:58	5	23	8.00	0.04	0.20	1.3617	-0.6890
17:03	5	28	7.95	0.04	0.25	1.4472	-0.6065
17:13	10	38	7.87	0.08	0.33	1.5798	-0.4784
17:23	10	48	7.78	0.08	0.42	1.6812	-0.3811
17:53	30	78	7.54	0.25	0.66	1.8921	-0.1783
18:23	30	108	7.29	0.25	0.91	2.0334	-0.0417
18:53	30	138	7.05	0.24	1.15	2.1399	0.0605

6.13 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 6 ต.เนินขาม อ.เนินขาม จ.ชัยนาท
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่สวน ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 17 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม. = 0.16 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.1 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกกล้วย ระยะแตกหน่อ
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 3.0 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
10:35			28.07				
10:36	1	1	27.67	0.40	0.40	0.0000	-0.3976
10:37	1	2	27.35	0.31	0.72	0.3010	-0.1457
10:38	1	3	27.07	0.29	1.00	0.4771	0.0021
10:40	2	5	26.53	0.54	1.54	0.6990	0.1877
10:42	2	7	26.03	0.50	2.04	0.8451	0.3105
10:44	2	9	25.55	0.48	2.52	0.9542	0.4022
10:47	3	12	24.85	0.69	3.22	1.0792	0.5073
10:50	3	15	24.20	0.66	3.87	1.1761	0.5883
10:53	3	18	23.55	0.65	4.52	1.2553	0.6553
10:58	5	23	22.52	1.03	5.55	1.3617	0.7441
11:03	5	28	21.53	0.99	6.54	1.4472	0.8154
11:08	5	33	20.56	0.97	7.51	1.5185	0.8757
11:18	10	43	18.70	1.86	9.37	1.6335	0.9716
11:28	10	53	16.88	1.82	11.19	1.7243	1.0487
11:38	10	63	15.17	1.72	12.90	1.7993	1.1107
12:08	30	93	10.15	5.02	17.92	1.9685	1.2534
12:38	30	123	5.46	4.69	22.61	2.0899	1.3543

6.14 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 4 ต.หันคา อ.หันคา จ.ชัยนาท
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่สวน ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 17 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินร่วน ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.16 บาร์
 Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.1 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกกล้วย ระยะแตกหน่อ
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 1.0 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
09:35			14.21				
09:36	1	1	14.18	0.02	0.02	0.0000	-1.6253
09:37	1	2	14.15	0.03	0.05	0.3010	-1.2876
09:38	1	3	14.12	0.03	0.08	0.4771	-1.0895
09:40	2	5	14.06	0.06	0.14	0.6990	-0.8401
09:42	2	7	13.99	0.07	0.21	0.8451	-0.6767
09:44	2	9	13.93	0.07	0.28	0.9542	-0.5545
09:49	5	14	13.75	0.18	0.46	1.1461	-0.3391
09:54	5	19	13.56	0.19	0.65	1.2788	-0.1903
09:59	5	24	13.37	0.19	0.84	1.3802	-0.0767
10:19	10	34	12.96	0.40	1.24	1.5315	0.0935
10:29	10	44	12.55	0.42	1.66	1.6435	0.2191
10:49	20	64	11.68	0.87	2.52	1.8062	0.4017
11:09	20	84	10.78	0.90	3.42	1.9243	0.5342
11:39	30	114	9.39	1.40	4.82	2.0569	0.6828
12:09	30	144	7.94	1.45	6.27	2.1584	0.7970
12:39	30	174	6.46	1.48	7.75	2.2405	0.8893

6.15 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 11 ต.ทัพหลวง อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่ไร่อ้อย ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 18 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.2 บาร์
 Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.18 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกอ้อย เริ่มปลูก
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 8.0 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
09:40			23.98				
09:41	1	1	23.85	0.13	0.13	0.0000	-0.8861
09:42	1	2	23.69	0.16	0.29	0.3010	-0.5441
09:43	1	3	23.53	0.17	0.45	0.4771	-0.3437
09:45	2	5	23.17	0.36	0.81	0.6990	-0.0915
09:47	2	7	22.79	0.38	1.19	0.8451	0.0750
09:49	2	9	22.40	0.39	1.58	0.9542	0.1991
09:54	5	14	21.37	1.03	2.61	1.1461	0.4172
09:59	5	19	20.28	1.08	3.70	1.2788	0.5679
10:09	10	29	18.00	2.29	5.98	1.4624	0.7769
10:19	10	39	15.61	2.39	8.37	1.5911	0.9229
10:39	20	59	10.58	5.03	13.40	1.7709	1.1272
10:59	20	79	5.29	5.29	18.69	1.8976	1.2716
11:29	30	109	-3.00	8.29	26.98	2.0374	1.4310
11:59	30	139	-11.55	8.56	35.53	2.1430	1.5507

6.16 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 1 ต.ปลายนา อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่นา ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 17 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินร่วนปนทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.0 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.0 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าว ตั้งท้องออกรวง รอเก็บเกี่ยว
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 1.0 นิ้วต่อชั่วโมง

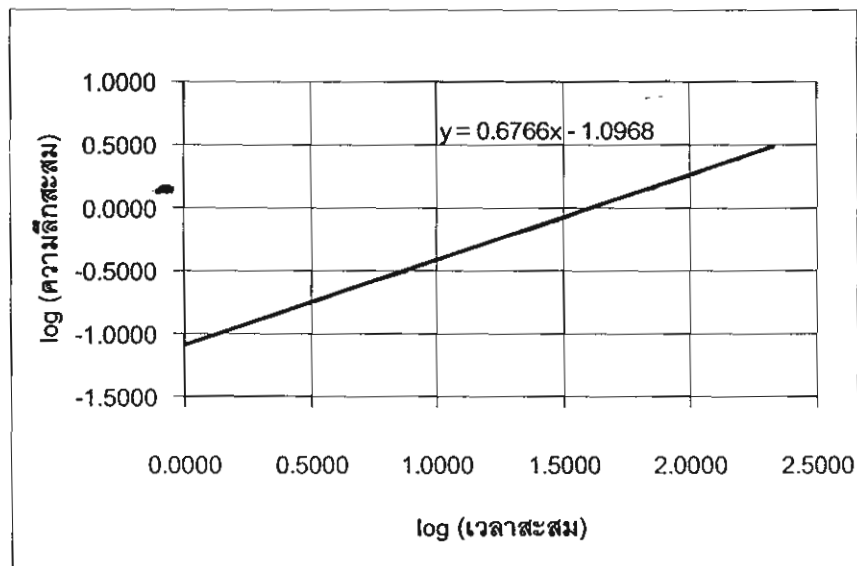
เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
14:10			13.18				
14:11	1	1	13.05	0.13	0.13	0.0000	-0.8861
14:12	1	2	12.95	0.10	0.23	0.3010	-0.6366
14:13	1	3	12.86	0.09	0.32	0.4771	-0.4899
14:15	2	5	12.69	0.17	0.49	0.6990	-0.3068
14:17	2	7	12.53	0.16	0.65	0.8451	-0.1857
14:19	2	9	12.38	0.15	0.80	0.9542	-0.0951
14:22	3	12	12.16	0.22	1.02	1.0792	0.0082
14:25	3	15	11.95	0.21	1.23	1.1761	0.0892
14:28	3	18	11.75	0.20	1.43	1.2553	0.1546
14:33	5	23	11.43	0.32	1.75	1.3617	0.2424
14:38	5	28	11.12	0.31	2.06	1.4472	0.3132
14:43	5	33	10.82	0.30	2.36	1.5185	0.3728
14:53	10	43	10.25	0.58	2.93	1.6335	0.4675
15:03	10	53	9.69	0.56	3.49	1.7243	0.5428
15:13	10	63	9.15	0.54	4.03	1.7993	0.6051
15:43	30	93	7.62	1.53	5.56	1.9685	0.7452
16:13	30	123	6.17	1.44	7.01	2.0899	0.8455
16:43	30	153	4.78	1.39	8.40	2.1847	0.9242

6.17 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมผ่านผิวดิน หมู่ที่ 12 ต.พลับพลาไชย อ.อุทอง จ.สุพรรณบุรี
 สถานที่ทำการวัดพื้นที่ พื้นที่ไร่อ้อย ผู้ทำการวัด นิสิต วันที่ 18 เม.ย.2546
 เนื้อดิน ดินร่วนปนทราย ความชื้น Tensiometer ขนาด 60 ซม = 0.0 บาร์
Tensiometer ขนาด 120 ซม. = 0.0 บาร์
 พืชที่ปลูก ปลูกข้าว ตั้งท้องออกรวง รอเก็บเกี่ยว
 หมายเหตุ ค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 1.0 นิ้วต่อชั่วโมง

เวลา	เวลา - นาที		การซึมผ่านผิวดิน - ซม.			log เวลาสะสม	log ความลึกสะสม
	ช่วงเวลา	เวลาสะสม	ความลึก	ความลึกต่าง	ความลึกสะสม		
11:00			26.76				
11:01	1	1	26.35	0.41	0.41	0.0000	-0.3872
11:02	1	2	26.06	0.29	0.70	0.3010	-0.1536
11:03	1	3	25.80	0.26	0.96	0.4771	-0.0168
11:05	2	5	25.33	0.47	1.43	0.6990	0.1551
11:07	2	7	24.90	0.43	1.86	0.8451	0.2688
11:09	2	9	24.50	0.40	2.26	0.9542	0.3533
11:12	3	12	23.94	0.56	2.82	1.0792	0.4500
11:15	3	15	23.40	0.54	3.36	1.1761	0.5257
11:18	3	18	22.90	0.50	3.86	1.2553	0.5864
11:23	5	23	22.08	0.82	4.68	1.3617	0.6700
11:28	5	28	21.31	0.77	5.45	1.4472	0.7363
11:33	5	33	20.57	0.74	6.19	1.5185	0.7917
11:43	10	43	19.16	1.41	7.60	1.6335	0.8808
11:53	10	53	17.82	1.34	8.94	1.7243	0.9514
12:03	10	63	16.53	1.28	10.23	1.7993	1.0097
12:23	20	83	14.09	2.44	12.67	1.9191	1.1026
12:43	20	103	11.79	2.31	14.97	2.0128	1.1753
13:13	30	133	8.50	3.28	18.26	2.1239	1.2614
13:43	30	163	5.38	3.12	21.38	2.2122	1.3300
14:13	30	193	2.38	3.00	24.38	2.2856	1.3870

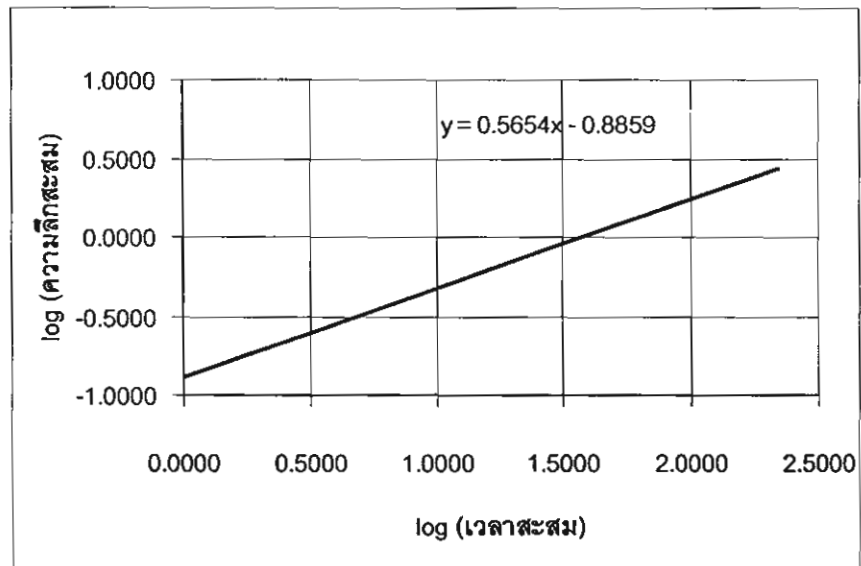
7. ผลการวิเคราะห์หาค่าการซึมน้ำผ่านผิวดิน

จากการวิเคราะห์การซึมน้ำผ่านผิวดินดิน จากการทดลองวัดค่าการซึมน้ำผ่านผิวดิน สามารถพล็อตค่า $\log$ ของเวลาสะสม กับค่า $\log$ ของความลึกสะสม ในกระดาษกราฟสเกลธรรมดา โดยกราฟของสมการของความลึกสะสม (Accumulated Depth) ของแต่ละพื้นที่เป็นดังนี้

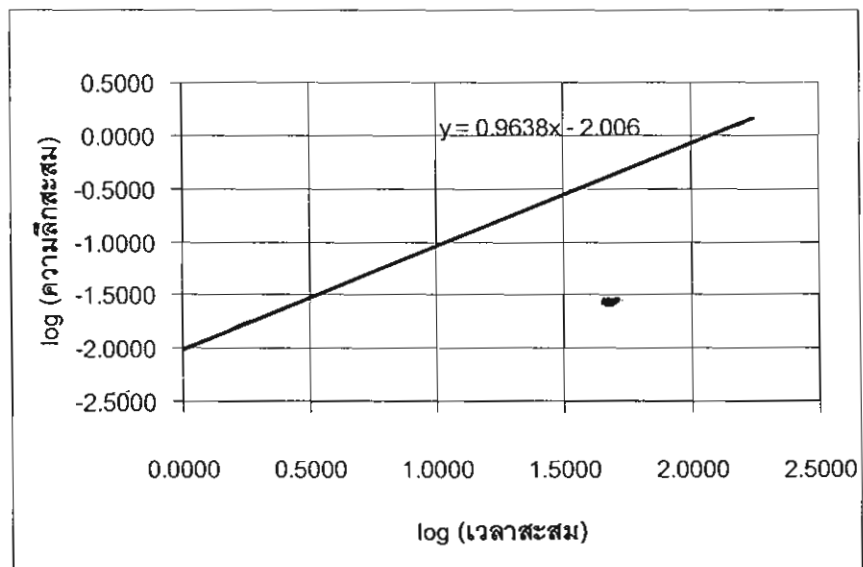


รูปที่ 20 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน

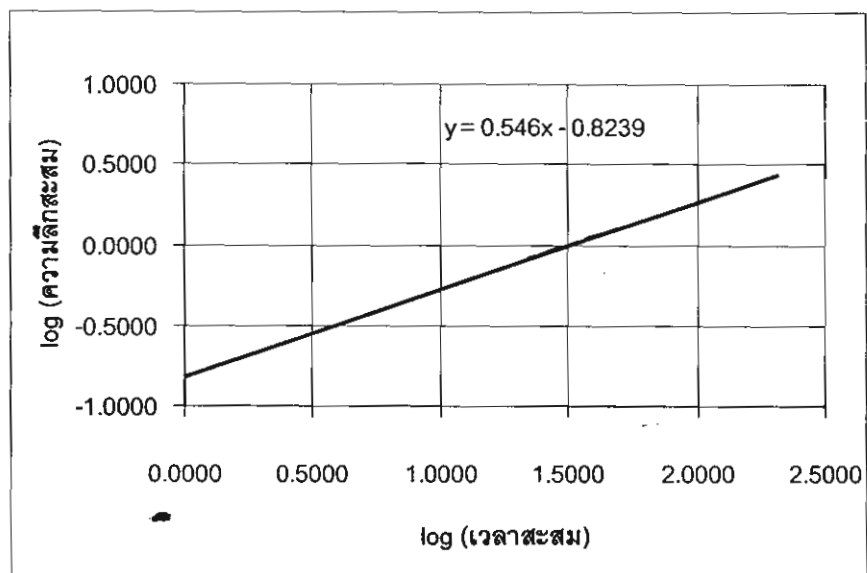
หมู่ที่ 10 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี



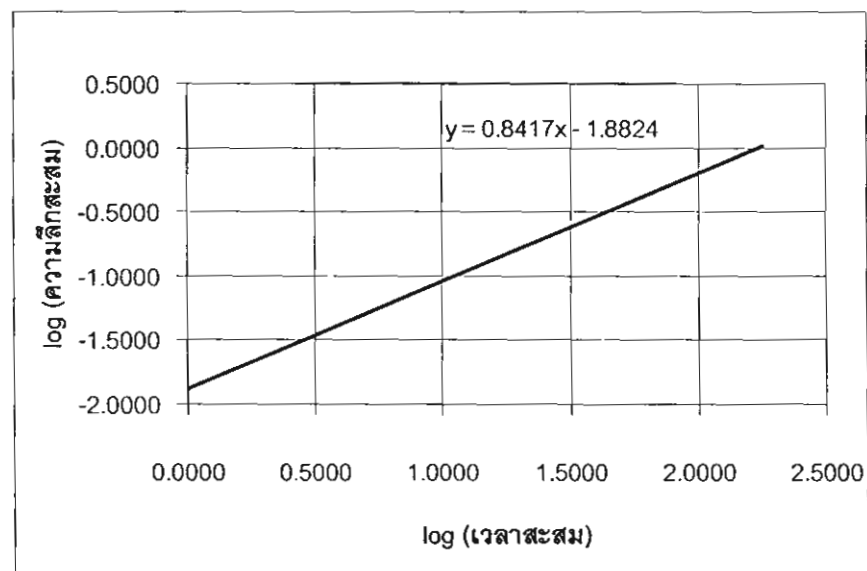
รูปที่ 21 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 9 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี



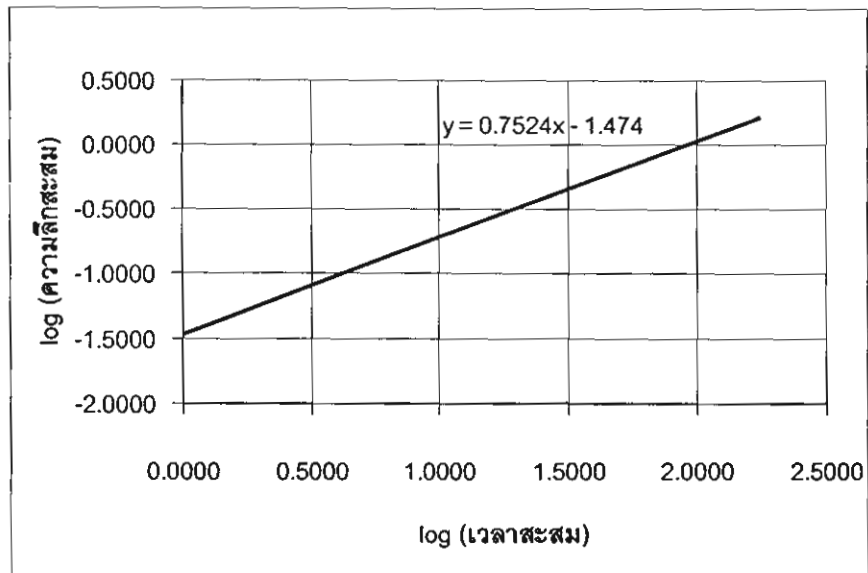
รูปที่ 22 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี



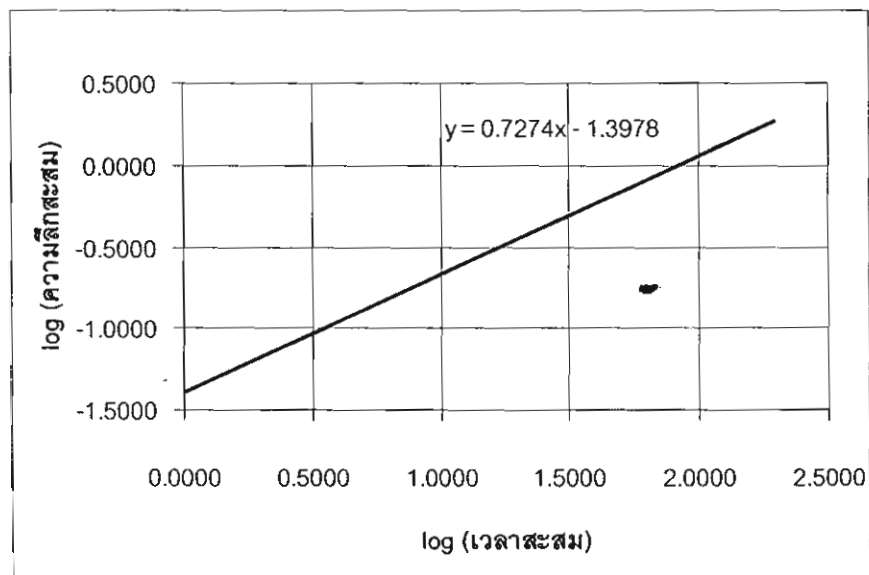
รูปที่ 23 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 7 ต.โพทะเล อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี



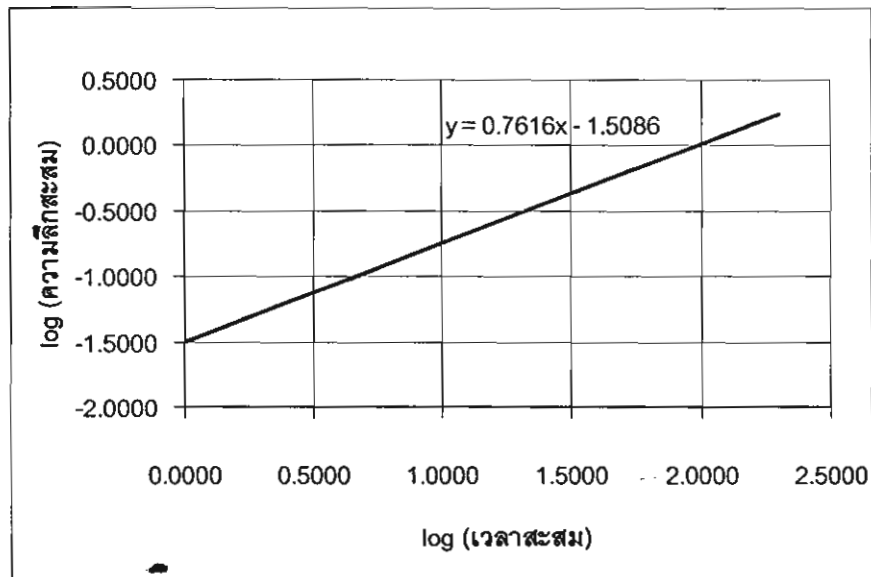
รูปที่ 24 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 2 ต.โพสังโหม อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี



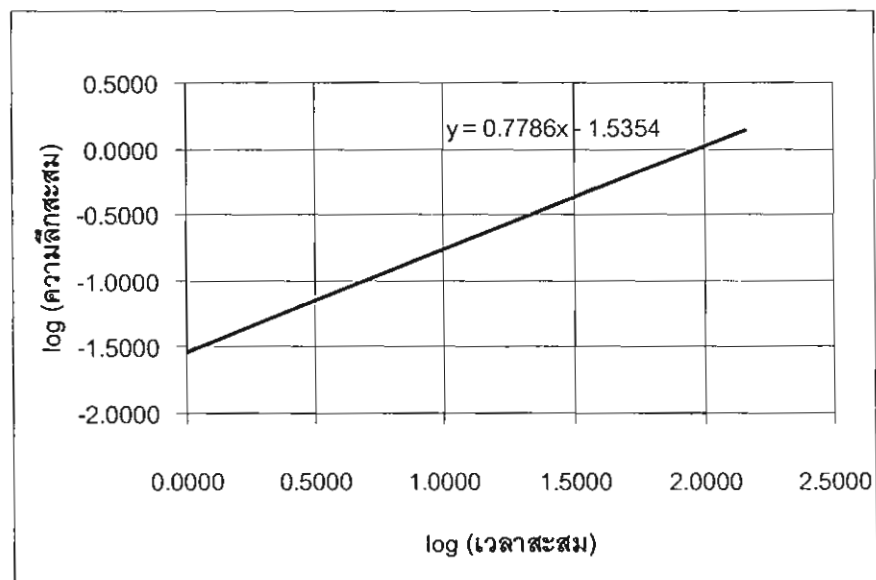
รูปที่ 25 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 8 ต.แสวงหา อ.แสวงหา จ.อ่างทอง



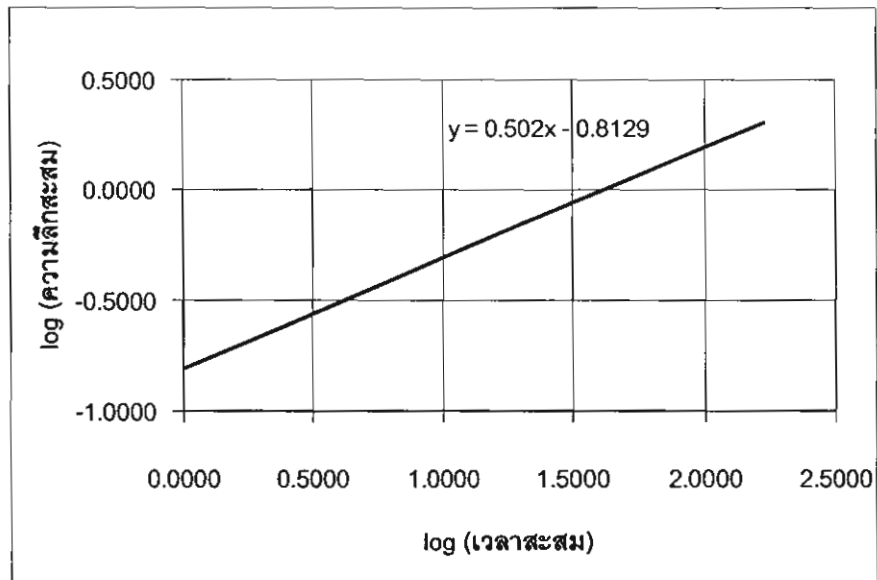
รูปที่ 26 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 1 ต.วังน้ำเย็น อ.แสวงหา จ.อ่างทอง



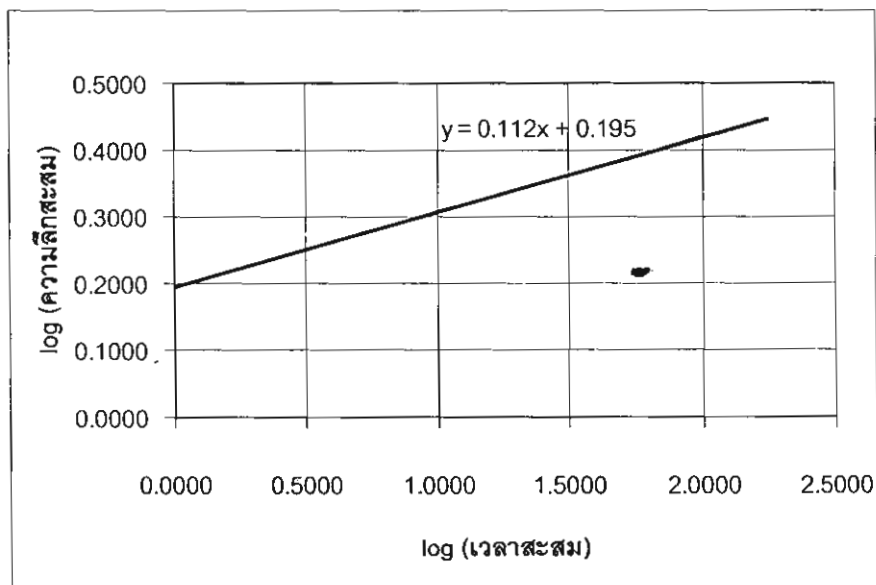
รูปที่ 27 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 4 ต.คำหยาด อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง



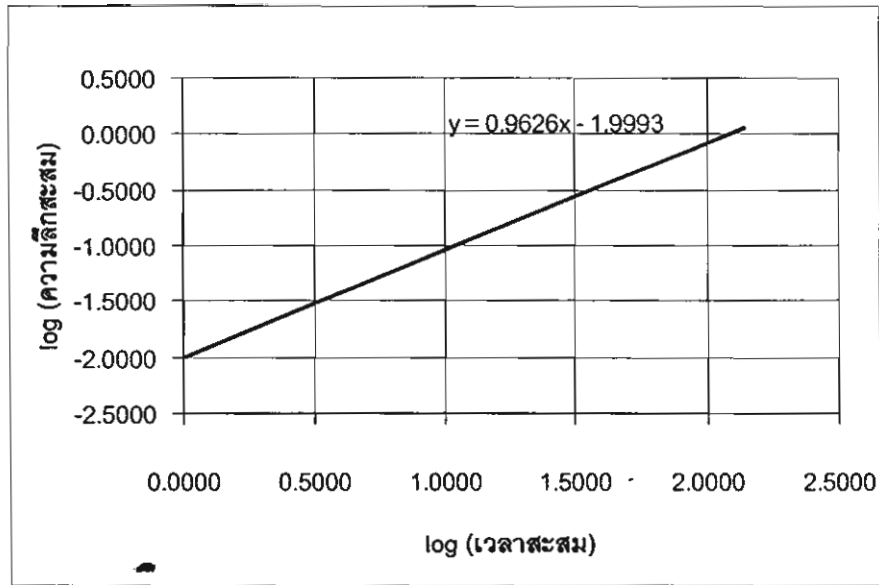
รูปที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 1 ต.ยางซ้าย อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง



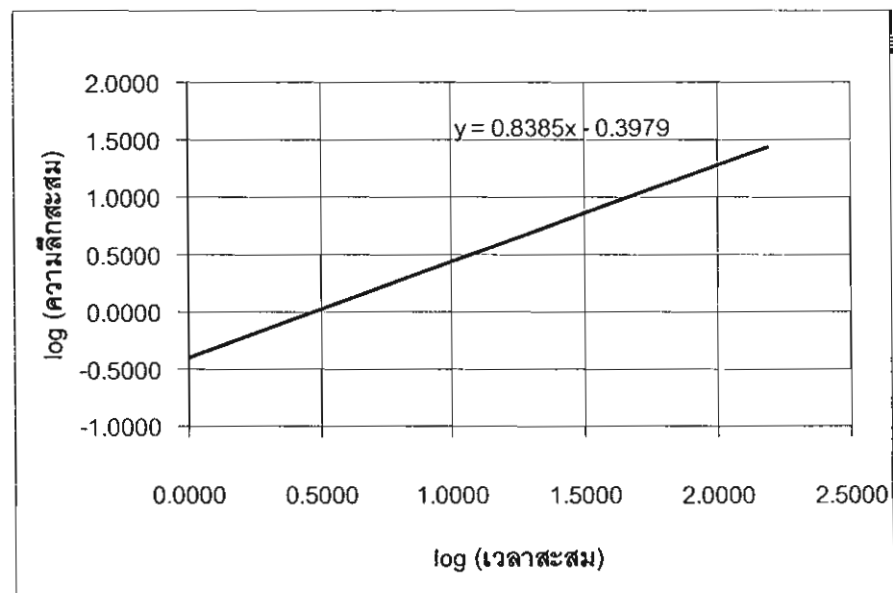
รูปที่ 29 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 4 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง



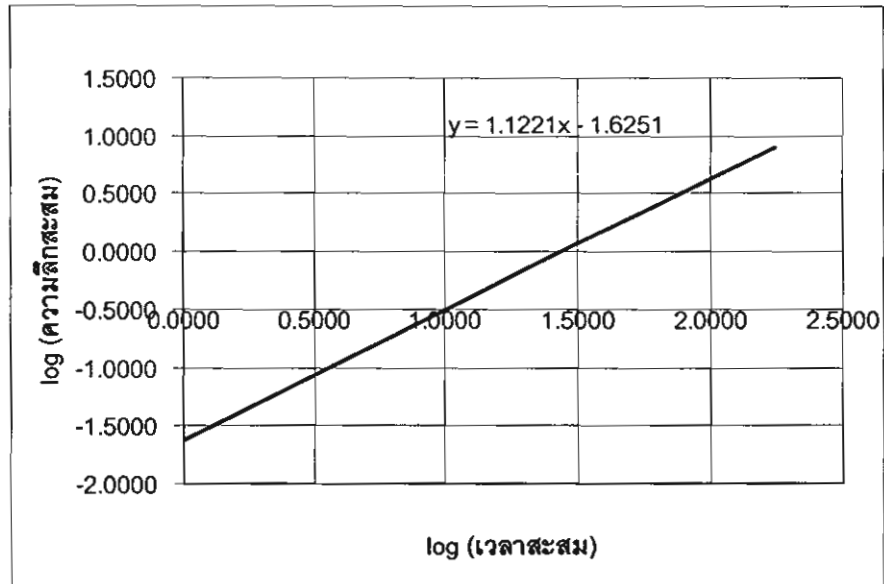
รูปที่ 30 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 7 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง



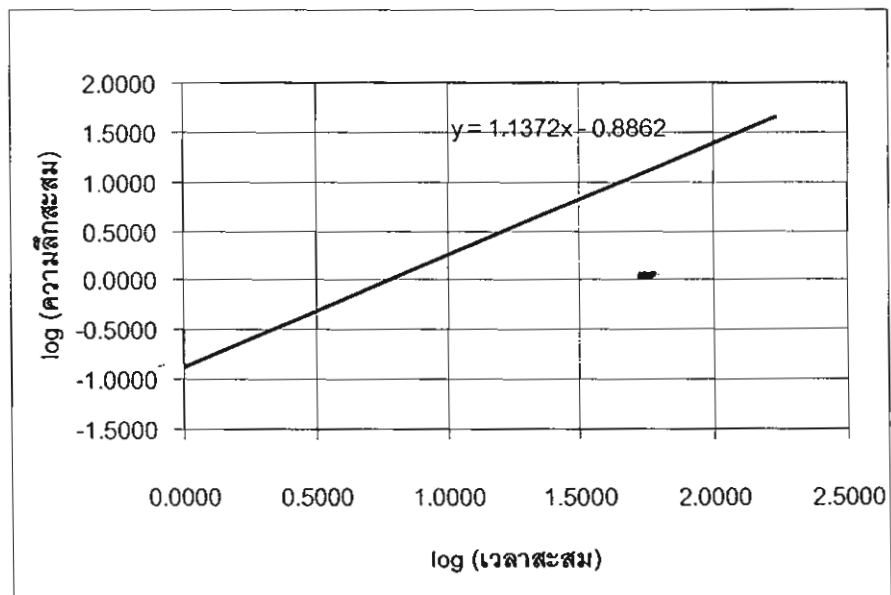
รูปที่ 31 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 4 ต.โพธิ์ม่วงพันธ์ อ.สามโก้ จ.อ่างทอง



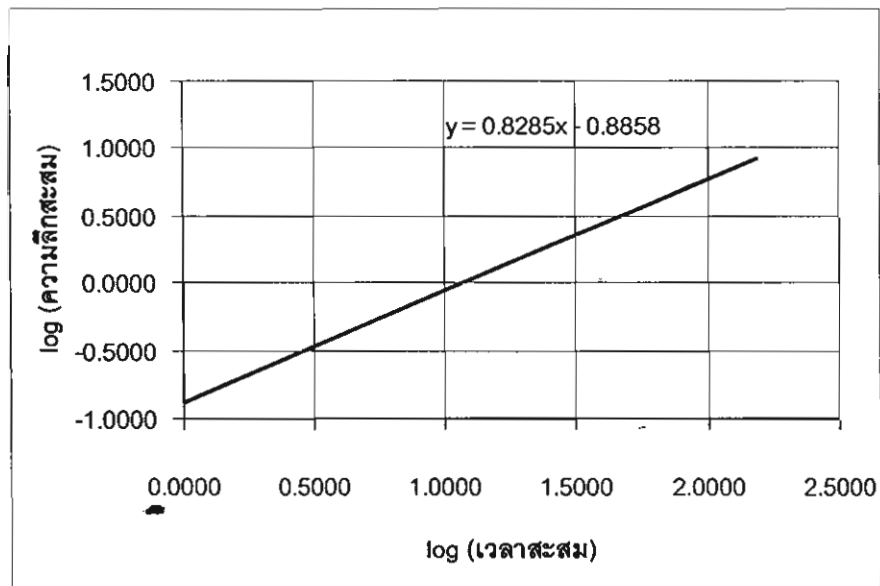
รูปที่ 32 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 6 ต.เนินขาม อ.เนินขาม จ.ชัยนาท



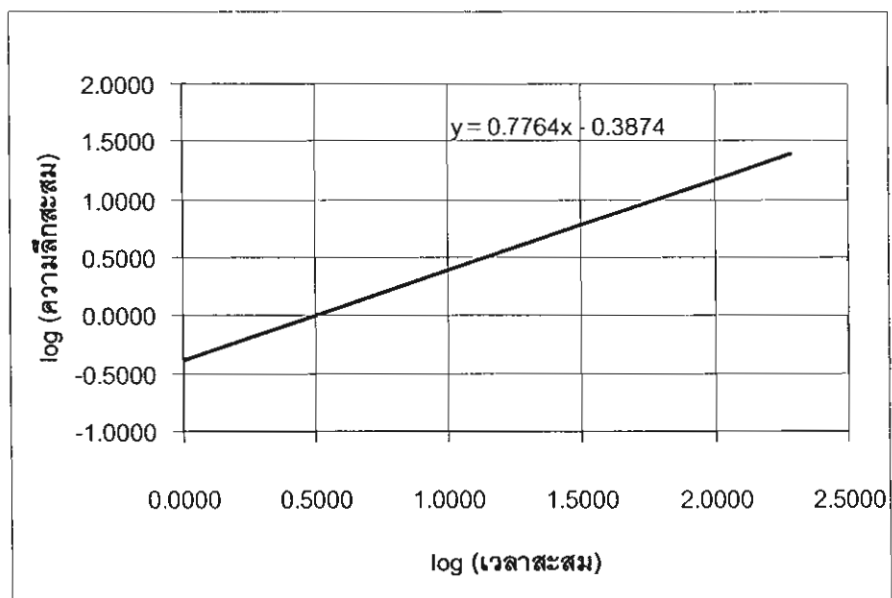
รูปที่ 33 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 4 ต.หันคา อ.หันคา จ.ชัยนาท



รูปที่ 34 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 11 ต.ทัพหลวง อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี



รูปที่ 35 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 1 ต.ปลายนา อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี



รูปที่ 36 กราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน
หมู่ที่ 12 ต.พลับพลาไชย อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี

จากกราฟความสัมพันธ์ของ $\log$ ของเวลาสะสม กับค่า $\log$ ของความลึกสะสม ใน
 กระดาษกราฟฟลอกรรรมดา จะได้สมการของความลึกน้ำซึมสะสม (Accumulated Depth)
 ของแต่ละพื้นที่ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมการของความลึกสะสม (Accumulated Depth) ของกลุ่มดินตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของ
 น้ำ (Hydraulic Conductivity)

ที่	พื้นที่	ความสามารถ ในการไหล ผ่านของน้ำ (นิ้วต่อวินาที)	สมการของความลึก น้ำซึมสะสม (Accumulated Depth) (ซม.)	สมการของอัตราการซึม ผ่านผิวดิน (Infiltration Rate) (ซม./นาที)
1	หมู่ที่ 10 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.1	$D = 0.080020 t^{0.6766}$	$I = 0.054142 t^{-0.3234}$
2	หมู่ที่ 9 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.2	$D = 0.130047 t^{0.5654}$	$I = 0.073529 t^{-0.4346}$
3	หมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	8.0	$D = 0.009863 t^{0.9638}$	$I = 0.009506 t^{-0.0362}$
4	หมู่ที่ 7 ต.โพทะเล อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.1	$D = 0.150003 t^{0.5460}$	$I = 0.081902 t^{-0.4540}$
5	หมู่ที่ 2 ต.โพสังโหม อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.1	$D = 0.013110 t^{0.8417}$	$I = 0.011035 t^{-0.1583}$
6	หมู่ที่ 8 ต.แสวงหา อ.แสวงหา จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.033574 t^{0.7524}$	$I = 0.025261 t^{-0.2476}$
7	หมู่ที่ 1 ต.วังน้ำเย็น อ.แสวงหา จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.0400131 t^{0.7274}$	$I = 0.029105 t^{-0.2726}$
8	หมู่ที่ 4 ต.คำหยาด อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.031003 t^{0.7616}$	$I = 0.023612 t^{-0.2384}$
9	หมู่ที่ 4 ต.ยางซ้าย อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.029147 t^{0.7786}$	$I = 0.022694 t^{-0.2214}$
10	หมู่ที่ 4 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.153851 t^{0.5020}$	$I = 0.077233 t^{-0.4980}$
11	หมู่ที่ 7 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง	0.05	$D = 1.566751 t^{0.1120}$	$I = 0.175476 t^{-0.8880}$
12	หมู่ที่ 4 ต.โพธิ์ม่วงพันธ์ อ.สามโก้ จ.อ่างทอง	0.2	$D = 0.010016 t^{0.9626}$	$I = 0.009642 t^{-0.0374}$
13	หมู่ที่ 6 ต.เนินขาม อ.เนินขาม จ.ชัยนาท	3.0	$D = 0.400037 t^{0.8385}$	$I = 0.335431 t^{-0.1615}$
14	หมู่ที่ 4 ต.หันคา อ.หันคา จ.ชัยนาท	1.0	$D = 0.023708 t^{1.1221}$	$I = 0.026603 t^{0.1221}$
15	หมู่ที่ 11 ต.ทัพหลวง อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี	8.0	$D = 0.129957 t^{1.1372}$	$I = 0.147787 t^{0.1372}$
16	หมู่ที่ 1 ต.ปลายนา อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี	1.0	$D = 0.130077 t^{0.8285}$	$I = 0.107769 t^{-0.1715}$
17	หมู่ที่ 12 ต.พลับพลาไชย อ.อุทัย จ.สุพรรณบุรี	2.0	$D = 0.410488 t^{0.7739}$	$I = 0.317676 t^{-0.2261}$

โดยจากสมการของความลึกน้ำซึมสะสม (Accumulated Depth) ของแต่ละพื้นที่จะ
ประเมินค่าของการซึมสะสมของน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน หรือ 1440 นาที ได้ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าของการซึมสะสมของน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน ของกลุ่มดินตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ
(Hydraulic Conductivity)

ที่	พื้นที่	ความสามารถ ในการไหล ผ่านของน้ำ (คิวต่อวินาที)	สมการของความลึก น้ำซึมสะสม (Accumulated Depth) (ซม.)	การซึมสะสมของน้ำเวลา 1 วัน หรือ 1440 นาที (ซม.)
1	หมู่ที่ 10 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.1	$D = 0.080020 t^{0.6766}$	10.9685
2	หมู่ที่ 9 ต.โพชนไก่ อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.2	$D = 0.130047 t^{0.5654}$	7.9403
3	หมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	8.0	$D = 0.009863 t^{0.9638}$	10.9152
4	หมู่ที่ 7 ต.โพทะเล อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.1	$D = 0.150003 t^{0.5460}$	7.9536
5	หมู่ที่ 2 ต.โพสังโหม อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี	0.1	$D = 0.013110 t^{0.8417}$	5.9703
6	หมู่ที่ 8 ต.แสวงหา อ.แสวงหา จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.033574 t^{0.7524}$	7.9864
7	หมู่ที่ 1 ต.วังน้ำเย็น อ.แสวงหา จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.0400131 t^{0.7274}$	7.9358
8	หมู่ที่ 4 ต.คำหยาด อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.031003 t^{0.7616}$	7.8851
9	หมู่ที่ 4 ต.ยางซ้าย อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.029147 t^{0.7786}$	8.3888
10	หมู่ที่ 4 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง	0.1	$D = 0.153851 t^{0.5020}$	5.9238
11	หมู่ที่ 7 ต.สาวร้องไห้ อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง	0.05	$D = 1.566751 t^{0.1120}$	3.5378
12	หมู่ที่ 4 ต.โพธิ์ม่วงพันธุ์ อ.สามโก้ จ.อ่างทอง	0.2	$D = 0.010016 t^{0.9626}$	10.9885
13	หมู่ที่ 6 ต.เนินขาม อ.เนินขาม จ.ชัยนาท	3.0	$D = 0.400037 t^{0.8385}$	177.9865
14	หมู่ที่ 4 ต.หันคา อ.หันคา จ.ชัยนาท	1.0	$D = 0.023708 t^{1.1221}$	82.9657
15	หมู่ที่ 11 ต.ทัพหลวง อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี	8.0	$D = 0.129957 t^{1.1372}$	507.5628
16	หมู่ที่ 1 ต.ปลายนา อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี	1.0	$D = 0.130077 t^{0.8285}$	53.8150
17	หมู่ที่ 12 ต.พลับพลาไชย อ.อุทัย จ.สุพรรณบุรี	2.0	$D = 0.410488 t^{0.7739}$	114.1712

8. ข้อสรุป

จากกราฟความสัมพันธ์ของความลึกสะสมกับเวลาสะสมของกลุ่มดิน ในกระดาษกราฟ log-log ซึ่งจะได้เป็นกราฟเป็นเส้นตรง เมื่อเวลาสะสมเพิ่มขึ้น ลักษณะของการซึมสะสมจะเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อประเมินค่าของการซึมสะสมของกลุ่มดินเมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลา 1 วัน หรือ 1440 นาที พบว่าการซึมสะสมของกลุ่มดินส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกันกับกับเกณฑ์การแบ่งกลุ่มดิน ตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ และแตกต่างกันกับกับเกณฑ์การแบ่งกลุ่มดินตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำในบางพื้นที่ โดยลักษณะแตกต่างกันที่เห็นได้ชัดคือ กลุ่มดินในพื้นที่หมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี มีค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 8.0 นิ้วต่อชั่วโมง ได้ค่าของการซึมสะสมของกลุ่มดิน 10.9152 ซม.ต่อวัน หรือ 0.1791 นิ้วต่อชั่วโมง ซึ่งไม่สอดคล้องกัน ซึ่งลักษณะพื้นที่สนามของพื้นที่หมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี มีลักษณะดินเป็นดินเหนียว และเกิดความไม่สอดคล้องกันกับกลุ่มดินในพื้นที่หมู่ที่ 11 ต.ทัพหลวง อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี เป็นกลุ่มดินที่มีค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 8.0 นิ้วต่อชั่วโมง เหมือนกัน แต่ได้ค่าของการซึมสะสมของกลุ่มดิน 507.5128 ซม.ต่อวัน หรือ 8.3262 นิ้วต่อชั่วโมง

ลักษณะที่ไม่สอดคล้องกันของการซึมสะสมของกลุ่มดิน กับเกณฑ์การแบ่ง กลุ่มดินตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ อาจเป็นไปได้ว่าตำแหน่งที่ทำการทดลองหาค่าอัตราการซึม ในหมู่ที่ 6 ต.เชิงกลัด อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี นั้น อาจเป็นบริเวณใกล้เคียงหรือพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่ที่มีค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ 0.2 นิ้วต่อชั่วโมง จึงทำให้ได้ค่าการซึมสะสมของกลุ่มดินไม่สอดคล้องกันกับกับเกณฑ์การแบ่งกลุ่มดิน

จากลักษณะของการซึมสะสมของกลุ่มดินกับเกณฑ์การแบ่งกลุ่มดินตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ สามารถแบ่งลักษณะของการซึมสะสมของกลุ่มดิน ตามช่วงของความสามารถในการไหลผ่านของน้ำได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแบ่งช่วงการซึมสะสมของน้ำตามค่าความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ

ความสามารถในการไหลผ่านของน้ำ (นิวตัน)	การซึมสะสมของน้ำ (นิวตัน)
0.05	0.058
0.1	0.0972-0.1376
0.2	0.1799
8.0	8.3262

9. ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองหาค่าอัตราการซึมผ่านผิวดิน ได้ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังดังต่อไปนี้

9.1 ในการเลือกพื้นที่ในสนามเพื่อหาค่าอัตราการซึม อาจ会有ความแตกต่างไปจากข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มดินได้ ให้พิจารณาพื้นที่ในสนามข้างเคียงประกอบเพื่อความถูกต้อง

9.2 ในการติดตั้งวัดอัตราการซึมน้ำ ควรระวังอย่าให้น้ำซึมออกทางด้านข้างของถัง เพราะอาจทำให้ปริมาณอัตราการซึมที่ได้ผิดพลาด

9.3 ในการติดตั้ง Hook gauge เพื่ออ่านค่าของการซึมน้ำ ควรระวังอย่าให้เคลื่อนตำแหน่งไปจากเดิม เพราะจะทำให้การอ่านค่าระดับผิดพลาด

9.4 ในการเติมน้ำใส่ลงในถังวัดอัตราการซึมในขณะที่น้ำในถังลดลง ต้องอย่าลืมปรับค่าสเกลของ Hook gauge เป็นค่าเริ่มต้นครั้งใหม่ด้วย

9.5 ในการวัดอัตราการซึมในดินของกลุ่มดินประเภทดินเนื้อละเอียด เช่นดินตะกอนและดินเหนียว อาจต้องใช้เวลาที่ยาวนานในการซึมน้ำ หากใช้เวลาในการทำการทดลองที่มากขึ้น จะทำให้ข้อมูลที่ได้อาจใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นด้วย

10. เอกสารอ้างอิง

วิบูลย์ บุญยธโรกุล, หลักการชลประทาน, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มกราคม 2526

สารสนเทศข้อมูลดิน ภาคกลาง-ตะวันออก, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์

สุวณี ศรีธวัช ณ อยุธยา, การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุด
ดินของประเทศไทย, กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, ธันวาคม 2538

3.8 การวัดอัตราการไหลเพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การไหล

1. บทนำ
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา
3. เกณฑ์การกำหนดกลุ่มคลองส่งน้ำเพื่อวัดอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายน้ำ
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลคลองส่งน้ำ
5. หลักการและวิธีที่ใช้ประเมินอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลผ่านบานระบาย
6. ขั้นตอนการวัดอัตราไหลคลองส่งน้ำ
7. การวิเคราะห์และประเมินค่าของอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลของคลองส่งน้ำ
8. ข้อสรุป
9. ข้อเสนอแนะ
10. เอกสารอ้างอิง

1. บทนำ

การเพาะปลูกพืชของเกษตรกรในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูงตรนั้น มีการทำการเพาะปลูกกันตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงมีการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกตลอดฤดูฝนและฤดูแล้ง ปริมาณน้ำที่ใช้ในพื้นที่เพาะปลูกสูญเสียไปกับการเตรียมแปลง การคายระเหย และการซึมน้ำลึกเลยเขตรากพืช ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมและการระเหยน้ำจากคลองส่งน้ำ การวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำในสนามนอกจากการคำนวณอัตราการไหลจากประตูระบายของคลองส่งน้ำแล้ว จะทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำและการเปิดปิดบานของการส่งน้ำให้กับพื้นที่จริง เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการส่งน้ำในทางปฏิบัติได้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น

วิธีการวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำในสนาม โดยทั่วไปจะใช้การวัดความเร็วการไหลผ่านรูปตัดขวางของคลองส่งน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและสามารถคำนวณได้ถูกต้องแม่นยำได้จากการแบ่งส่วนย่อยของหน้าตัดย่อยๆ ให้มีจำนวนมาก ดังนั้นในวิธีการวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำในสนามนี้จึงเลือกใช้วิธีดังกล่าวในการประเมินอัตราการไหลและประเมินสัมประสิทธิ์การไหลจากค่าอัตราการไหลดังกล่าวด้วย

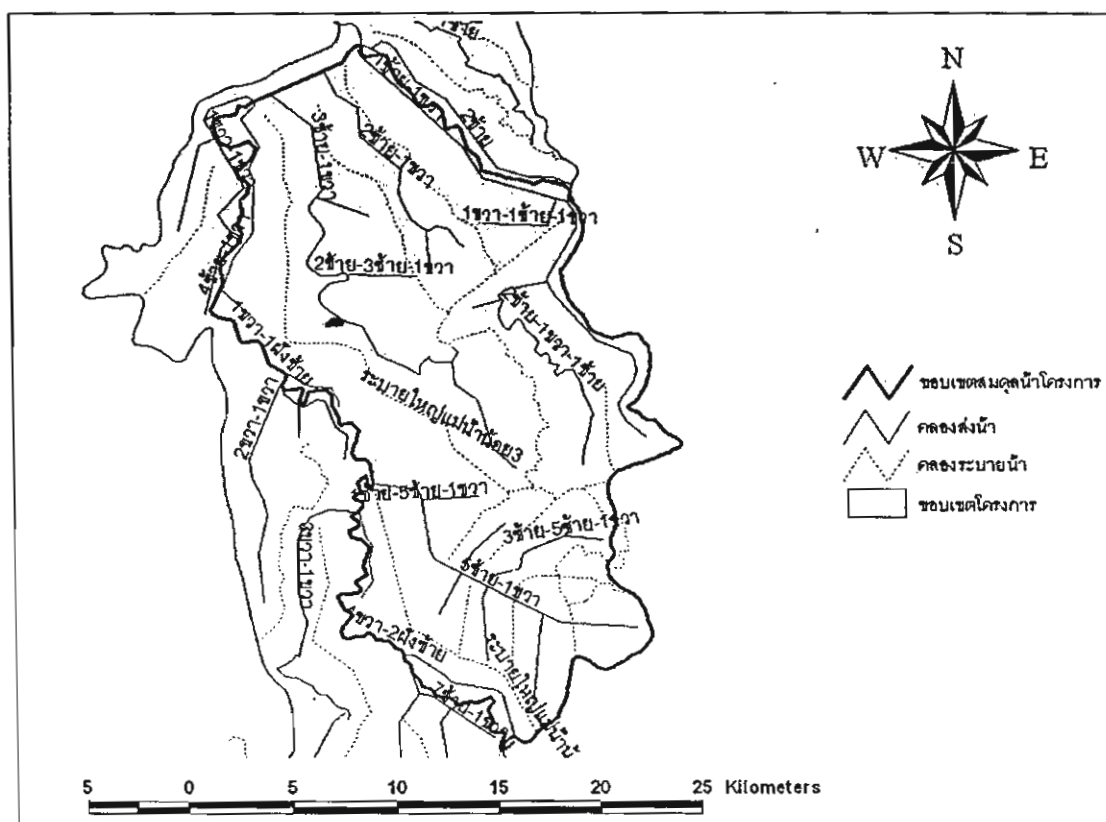
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา

1. ประเมินอัตราการไหลคลองส่งน้ำตามกลุ่มประเภทของคลองชลประทาน
2. ประเมินสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายน้ำตามกลุ่มประเภทของคลองชลประทาน

3. เกณฑ์การกำหนดกลุ่มคลองส่งน้ำเพื่อวัดอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายน้ำ

จากศึกษาและรวบรวมข้อมูลคลองชลประทาน และพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูงตร ซึ่งประกอบด้วยความยาวของคลองส่งน้ำ ขอบเขตพื้นที่โครงการ ขอบเขตพื้นที่ชลประทาน และอัตราการไหลของคลองส่งน้ำออกแบบ และกลุ่มพื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ ประกอบด้วยพื้นที่ชลประทานในบริเวณพื้นที่ตอนบนเริ่มตั้งแต่คลองสายใหญ่ 1 ขวา จากหัวงานโครงการฯ พื้นที่ชลประทานบริเวณคลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา, 2ซ้าย-1ขวา, 3ซ้าย-1ขวา, 4ซ้าย-1ขวา และ 1ขวา-1ฝั่งซ้าย และ

พื้นที่ประทานในบริเวณพื้นที่ตอนล่าง ตั้งแต่ คลองแยกชอย 5ซ้าย-1ขวา, 1ขวา-2ฝั่งซ้าย และ 6ซ้าย-1ขวา นอกจากคลองส่งน้ำแล้วจะประกอบด้วย คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 และ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 4 พื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำมีพื้นที่โครงการรวม ประมาณ 339,400 ไร่ พื้นที่ชลประทานรวมประมาณ 304,300 ไร่ คิดเป็นประมาณ 64% ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ

เมื่อได้พื้นที่พิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการแล้ว จากนั้นพิจารณาเลือกกลุ่มหรือประเภทของคลองเพื่อวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำ โดยการจัดประเภทตามขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองที่ใกล้เคียงกันไว้กลุ่มเดียวกันและต้องเป็นคลองส่งน้ำที่มีประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำ หรือคลองระบายน้ำที่มีประตูระบายน้ำท้ายคลองด้วย และเนื่องจากคลองส่งน้ำมีจำนวนมากและถ้าหากว่าวัดอัตราการไหลทุกคลองส่งน้ำทุกสาย อาจทำให้ต้องใช้เวลาในการวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำมาก จึงจัดประเภทของคลองเป็นกลุ่มของคลองส่งน้ำดังกล่าว โดยขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองแสดง ดังตารางที่ 1 ดังนี้

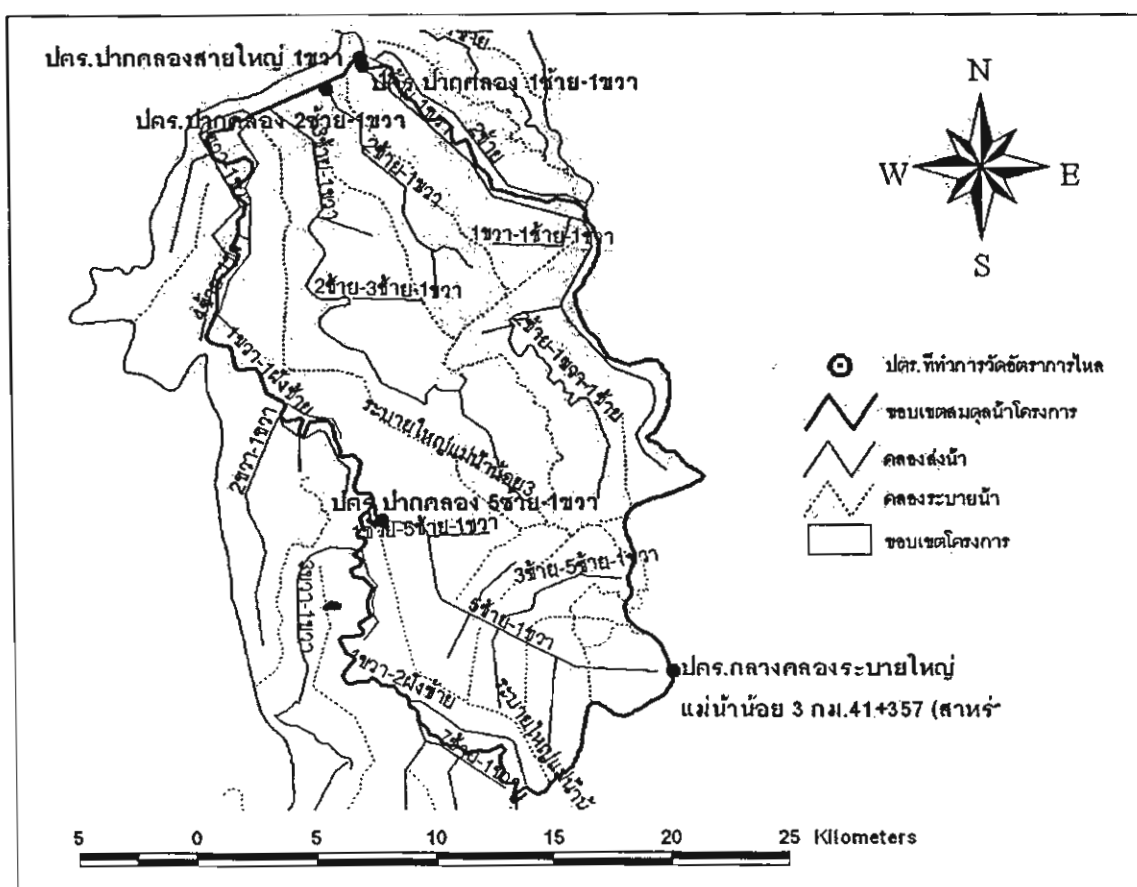
ตารางที่ 1 ขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองส่งน้ำ

ที่	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ความยาว (กม.)	พื้นที่โครงการ (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	1ขวา	1R	79.592	94,129.50	86,223.25	55.000
2	1ซ้าย-1ขวา	1L-1R	29.700	36,485.00	32,836.50	7.428
3	2ซ้าย-1ขวา	2L-1R	12.000	15,480.00	13,932.00	2.408
4	3ซ้าย-1ขวา	3L-1R	24.500	39,265.00	35,338.50	7.455
5	4ซ้าย-1ขวา	4L-1R	12.000	15,445.00	13,900.50	2.010
6	5ซ้าย-1ขวา	5L-1R	16.480	28,807.50	25,926.75	8.500
7	6ซ้าย-1ขวา	6L-1R	7.840	7,592.50	5,883.25	0.990
8	1ขวา-1ฝั่งซ้าย	1R-1(L)	5.365	12,491.00	10,222.00	1.530
9	1ขวา-2ฝั่งซ้าย	1R-2(L)	4.900	8,398.00	7,078.00	1.347

จากขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองส่งน้ำ สามารถจัดกลุ่มของคลองส่งน้ำและคลองที่เป็นตัวแทนเพื่อใช้วัดอัตราการไหลได้ดังนี้

1. ประเภทคลองสายใหญ่ ซึ่งมีเพียงสายเดียวคือ คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ขวา
2. ประเภทคลองแยกซอยที่มีความยาวน้อยกว่า 12 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทานน้อยกว่า 15,000 ไร่ อัตราการไหลน้อยกว่า 2.5 ลบ.ม.ต่อวินาที ได้แก่ คลองแยกซอย 2ซ้าย-1ขวา, 4ซ้าย-1ขวา, 6ซ้าย-1ขวา, 1ขวา-1ฝั่งซ้าย, 1ขวา-1ฝั่งซ้าย และ 1ขวา-2ฝั่งซ้าย เลือกใช้คลองแยกซอย 2ซ้าย-1ขวา สำหรับการวัดอัตราการไหล
3. ประเภทคลองแยกซอยที่มีความยาวประมาณ 15 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทานประมาณ 25,000 ไร่ อัตราการไหลประมาณ 8.5 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งมีเพียงสายเดียวคือ คลองแยกซอย 5ซ้าย-1ขวา เลือกใช้สำหรับการวัดอัตราการไหล
4. ประเภทคลองแยกซอยที่มีความยาวประมาณ 25-30 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทานประมาณ 30,000 ไร่ อัตราการไหลประมาณ 7.4 ลบ.ม.ต่อวินาที ได้แก่ คลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา และ 3ซ้าย-1ขวา เลือกใช้คลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา สำหรับการวัดอัตราการไหล
5. ประเภทคลองระบายสายใหญ่ ได้แก่ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 และ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 4 จากสภาพพื้นที่ตามขอบเขตที่พิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 คลองระบายใหญ่ที่มีสาขาคอคลุมเกือบทั้งพื้นที่ ดังนั้นจึงใช้คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 เป็นตัวแทนคลองระบายใหญ่ในการพิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ เลือกใช้คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 สำหรับการวัดอัตราการไหล

ตำแหน่งของประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ขวา, คลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา, คลองแยกซอย 2ซ้าย-1ขวา, คลองแยกซอย 5ซ้าย-1ขวา และ ประตูระบายน้ำกลางคลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 กม.41+357 (สาหร่าย) ดังรูปที่ 2



4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลคลองส่งน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหล ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดหน้าตัดการไหลและความเร็วการไหล ดังนี้

- (1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดหน้าตัดการไหล ได้แก่
- กล้องวัดระดับและไม้ระดับ (รูปที่ 3) ใช้ทำระดับท้องคลองส่งน้ำของหน้าตัดการไหล
 - เข็อกและตลับเมตร (รูปที่ 4) ใช้ทำแนวระดับและวัดระยะของแต่ละหน้าตัดการไหลย่อย และวัดความลึกขณะหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วการไหล

3.8 การวัดอัตราการไหลเพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การไหล

1. บทนำ
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา
3. เกณฑ์การกำหนดกลุ่มคลองส่งน้ำเพื่อวัดอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายน้ำ
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลคลองส่งน้ำ
5. หลักการและวิธีที่ใช้ประเมินอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลผ่านบานระบาย
6. ขั้นตอนการวัดอัตราไหลคลองส่งน้ำ
7. การวิเคราะห์และประเมินค่าของอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลของคลองส่งน้ำ
8. ข้อสรุป
9. ข้อเสนอแนะ
10. เอกสารอ้างอิง

1. บทนำ

การเพาะปลูกพืชของเกษตรกรในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชันสูตรนั้น มีการทำการเพาะปลูกกันตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงมีการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกตลอดฤดูฝนและฤดูแล้ง ปริมาณน้ำที่ใช้ในพื้นที่เพาะปลูกสูญเสียไปกับการเตรียมแปลง การคายระเหย และการซึมน้ำลึกเลยเขตรากพืช ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมและการระเหยน้ำจากคลองส่งน้ำ การวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำในสนามนอกจากการคำนวณอัตราการไหลจากประตูระบายของคลองส่งน้ำแล้ว จะทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำและการเปิดปิดบานของการส่งน้ำให้กับพื้นที่จริง เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการส่งน้ำในทางปฏิบัติได้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น

วิธีการวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำในสนาม โดยทั่วไปจะใช้การวัดความเร็วการไหลผ่านรูปตัดขวางของคลองส่งน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและสามารถคำนวณได้ถูกต้องแม่นยำ ได้จากการแบ่งส่วนย่อยของหน้าตัดย่อยๆ ให้มีจำนวนมาก ดังนั้นในวิธีการวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำในสนามนี้จึงเลือกใช้วิธีดังกล่าวในการประเมินอัตราการไหลและประเมินสัมประสิทธิ์การไหลจากค่าอัตราการไหลดังกล่าวด้วย

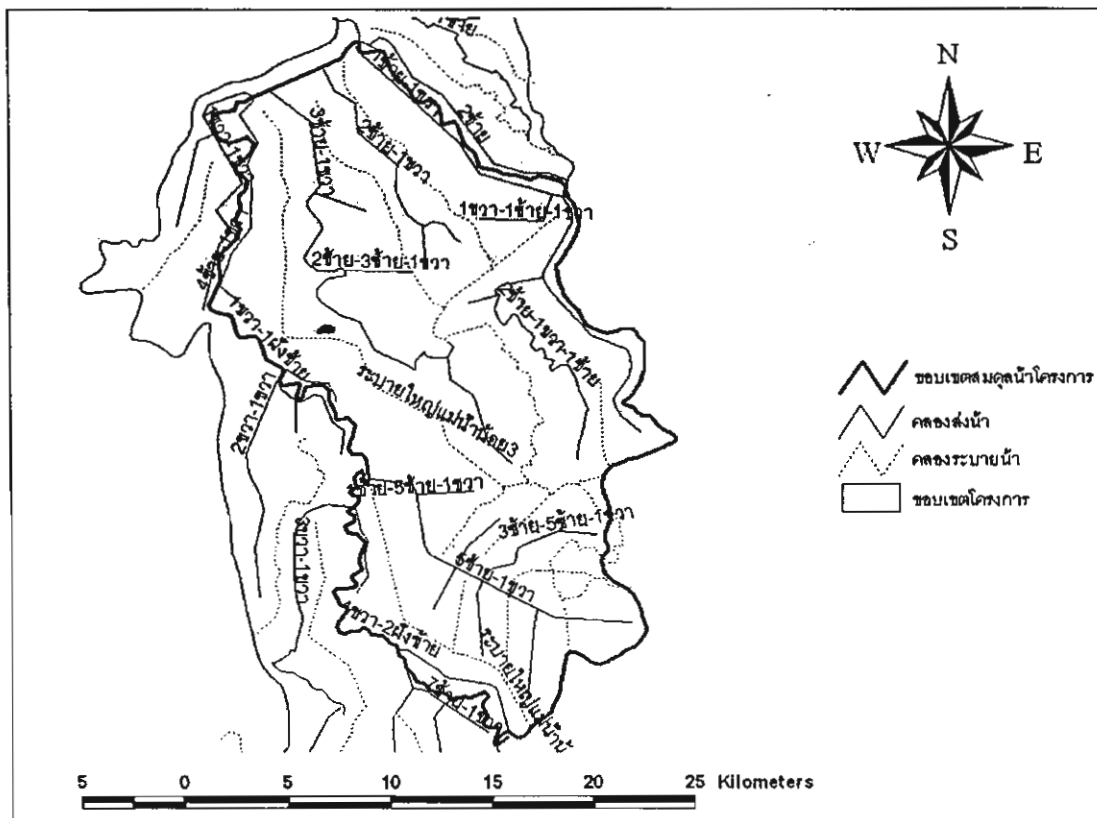
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา

1. ประเมินอัตราการไหลคลองส่งน้ำตามกลุ่มประเภทของคลองชลประทาน
2. ประเมินสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายน้ำตามกลุ่มประเภทของคลองชลประทาน

3. เกณฑ์การกำหนดกลุ่มคลองส่งน้ำเพื่อวัดอัตราการไหลและสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายน้ำ

จากศึกษาและรวบรวมข้อมูลคลองชลประทาน และพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชันสูตร ซึ่งประกอบด้วยความยาวของคลองส่งน้ำ ขอบเขตพื้นที่โครงการ ขอบเขตพื้นที่ชลประทาน และอัตราการไหลของคลองส่งน้ำออกแบบ และกลุ่มพื้นที่สำหรับการพิจารณาแบบสมมูลน้ำของโครงการ ประกอบด้วยพื้นที่ชลประทานในบริเวณพื้นที่ตอนบนเริ่มตั้งแต่คลองสายใหญ่ 1 ขวา จากหัวงานโครงการฯ พื้นที่ชลประทานบริเวณคลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา, 2ซ้าย-1ขวา, 3ซ้าย-1ขวา, 4ซ้าย-1ขวา และ 1ขวา-1ฝั่งซ้าย และ

พื้นที่ประทานในบริเวณพื้นที่ตอนล่าง ตั้งแต่ คลองแยกชอย 5ซ้าย-1ขวา, 1ขวา-2ฝั่งซ้าย และ 6ซ้าย-1ขวา นอกจากคลองส่งน้ำแล้วจะประกอบด้วย คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 และ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 4 พื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำมีพื้นที่โครงการรวม ประมาณ 339,400 ไร่ พื้นที่ชลประทานรวมประมาณ 304,300 ไร่ คิดเป็นประมาณ 64% ของ พื้นที่ทั้งหมด พื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่สำหรับการพิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ

เมื่อได้พื้นที่พิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการแล้ว จากนั้นพิจารณาเลือกกลุ่มหรือประเภทของคลองเพื่อวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำ โดยการจัดประเภทตามขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองที่ใกล้เคียงกันไว้กลุ่มเดียวกันและต้องเป็นคลองส่งน้ำที่มีประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำ หรือคลองระบายน้ำที่มีประตูระบายท้ายคลองด้วย และเนื่องจากคลองส่งน้ำมีจำนวนมากและถ้าหากว่าวัดอัตราการไหลทุกคลองส่งน้ำทุกสาย อาจทำให้ต้องใช้เวลาในการวัดอัตราการไหลของคลองส่งน้ำมาก จึงจัดประเภทของคลองเป็นกลุ่มของคลองส่งน้ำดังกล่าว โดยขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองแสดง ดังตารางที่ 1 ดังนี้

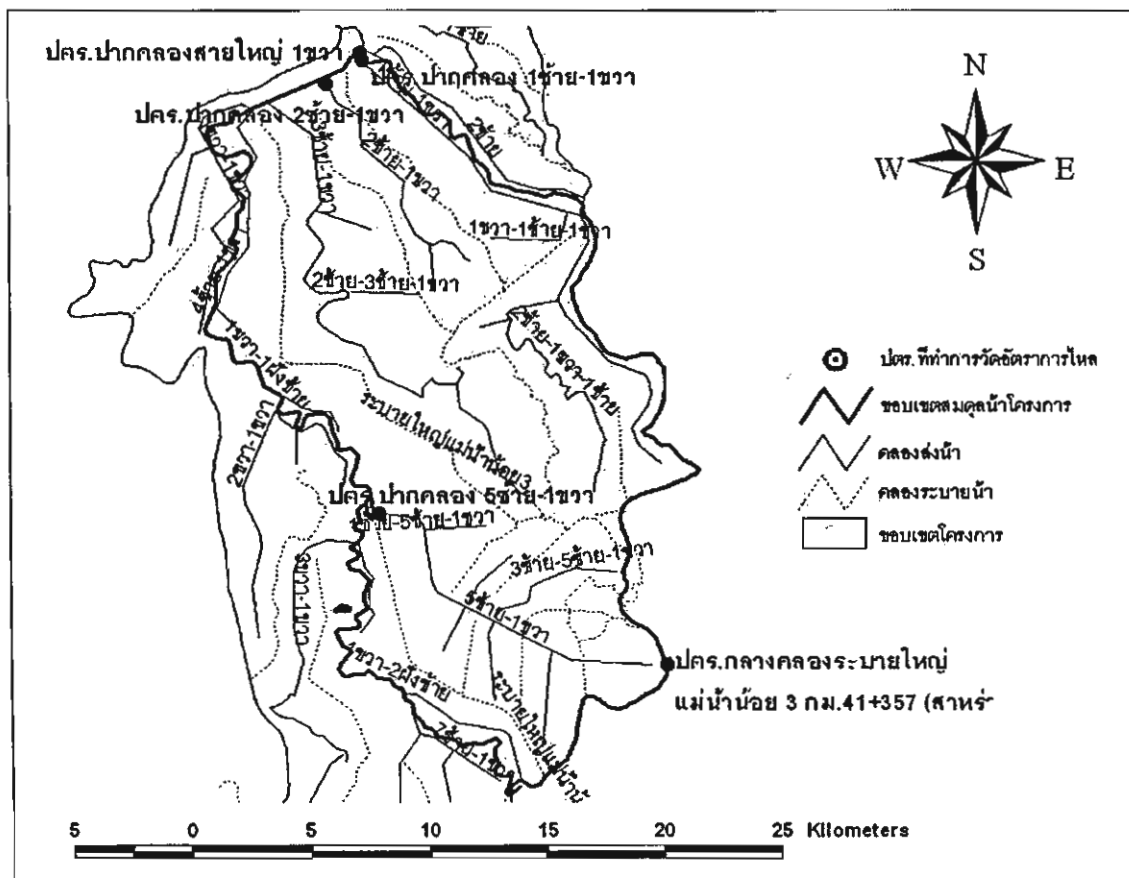
ตารางที่ 1 ขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองส่งน้ำ

ที่	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ความยาว (กม.)	พื้นที่โครงการ (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
1	1ขวา	1R	79.592	94,129.50	86,223.25	55.000
2	1ซ้าย-1ขวา	1L-1R	29.700	36,485.00	32,836.50	7.428
3	2ซ้าย-1ขวา	2L-1R	12.000	15,480.00	13,932.00	2.408
4	3ซ้าย-1ขวา	3L-1R	24.500	39,265.00	35,338.50	7.455
5	4ซ้าย-1ขวา	4L-1R	12.000	15,445.00	13,900.50	2.010
6	5ซ้าย-1ขวา	5L-1R	16.480	28,807.50	25,926.75	8.500
7	6ซ้าย-1ขวา	6L-1R	7.840	7,592.50	5,883.25	0.990
8	1ขวา-1ฝั่งซ้าย	1R-1(L)	5.365	12,491.00	10,222.00	1.530
9	1ขวา-2ฝั่งซ้าย	1R-2(L)	4.900	8,398.00	7,078.00	1.347

จากขนาดของพื้นที่ส่งน้ำ ขนาดอัตราการไหล และความยาวคลองส่งน้ำ สามารถจัดกลุ่มของคลองส่งน้ำและคลองที่เป็นตัวแทนเพื่อใช้วัดอัตราการไหลได้ดังนี้

1. ประเภทคลองสายใหญ่ ซึ่งมีเพียงสายเดียวคือ คลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ขวา
2. ประเภทคลองแยกซอยที่มีความยาวน้อยกว่า 12 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทานน้อยกว่า 15,000 ไร่ อัตราการไหลน้อยกว่า 2.5 ลบ.ม.ต่อวินาที ได้แก่ คลองแยกซอย 2ซ้าย-1ขวา, 4ซ้าย-1ขวา, 6ซ้าย-1ขวา, 1ขวา-1ฝั่งซ้าย, 1ขวา-1ฝั่งซ้าย และ 1ขวา-2ฝั่งซ้าย เลือกใช้คลองแยกซอย 2ซ้าย-1ขวา สำหรับการวัดอัตราการไหล
3. ประเภทคลองแยกซอยที่มีความยาวประมาณ 15 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทานประมาณ 25,000 ไร่ อัตราการไหลประมาณ 8.5 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งมีเพียงสายเดียวคือ คลองแยกซอย 5ซ้าย-1ขวา เลือกใช้สำหรับการวัดอัตราการไหล
4. ประเภทคลองแยกซอยที่มีความยาวประมาณ 25-30 กิโลเมตร พื้นที่ชลประทานประมาณ 30,000 ไร่ อัตราการไหลประมาณ 7.4 ลบ.ม.ต่อวินาที ได้แก่ คลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา และ 3ซ้าย-1ขวา เลือกใช้คลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา สำหรับการวัดอัตราการไหล
5. ประเภทคลองระบายสายใหญ่ ได้แก่ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 และ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 4 จากสภาพพื้นที่ตามขอบเขตที่พิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 คลองระบายใหญ่ที่มีสาขาคอบคลุมเกือบทั้งพื้นที่ ดังนั้นจึงใช้คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 เป็นตัวแทนคลองระบายใหญ่ในการพิจารณาระบบสมมูลน้ำของโครงการ เลือกใช้คลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 สำหรับการวัดอัตราการไหล

ตำแหน่งของประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ขวา, คลองแยกซอย 1ซ้าย-1ขวา, คลองแยกซอย 2ซ้าย-1ขวา, คลองแยกซอย 5ซ้าย-1ขวา และ ประตูระบายน้ำกลางคลองระบายใหญ่แม่น้ำน้อย 3 กม.41+357 (สาหร่าย) ดังรูปที่ 2

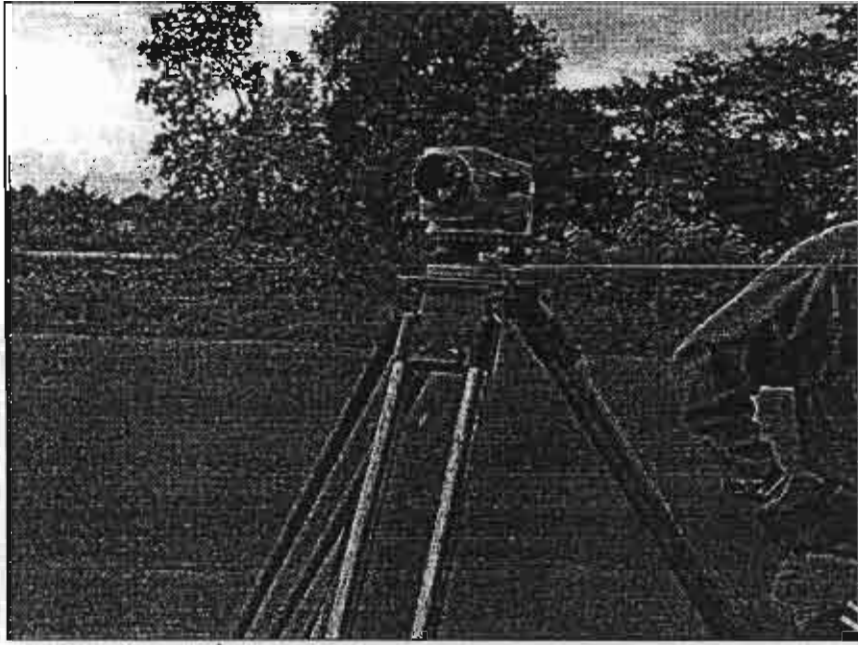


รูปที่ 2 ตำแหน่งของประตูประบายน้ำสำหรับการวัดอัตราการไหล

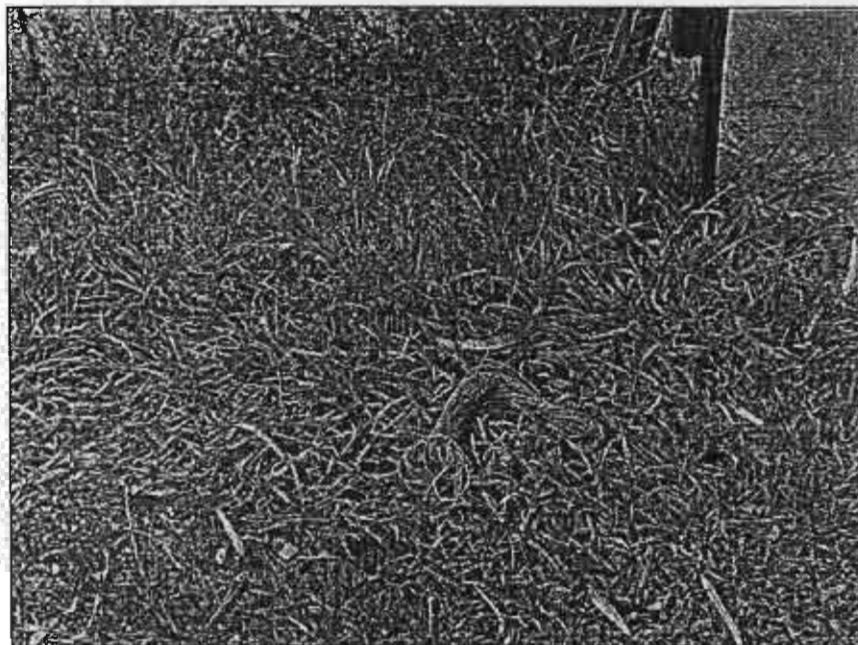
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลคลองส่งน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหล ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดหน้าตัดการไหลและความเร็วการไหล ดังนี้

- (1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดหน้าตัดการไหล ได้แก่
 - กล้องวัดระดับและไม้ระดับ (รูปที่ 3) ใช้ทำระดับห้องคลองส่งน้ำของหน้าตัดการไหล
 - เชือกและตลับเมตร (รูปที่ 4) ใช้ทำแนวระดับและวัดระยะของแต่ละหน้าตัดการไหลย่อย และวัดความลึกขณะหย่อนเครื่องมือวัดความเร็วการไหล



รูปที่ 3 กล้องวัดระดับสำหรับวัดหน้าตัดการไหล



รูปที่ 4 เชือกทำแนวระดับสำหรับวัดหน้าตัดการไหล

(2) อุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วการไหล ได้แก่

- เครื่องมือวัดความเร็วการไหลแบบใบจักร (Propeller-type current meter) ใช้วัดความเร็วการไหลในแต่ละหน้าตัดย่อยตามจุดความลึกที่ได้จากความลึกของหน้าตัด