

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การศึกษาหลักเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (ค่า n) ของคลองส่งน้ำชลประทานนั้น ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ส่วนใหญ่ได้จากการวัดค่าจริงโดยตรงในสนาม จากคลองส่งน้ำตัวอย่างจำนวน 8 ช่วง ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว ซึ่งคลองส่งน้ำแต่ละช่วง จะมีผลกระทบจากปัจจัยที่ทำการศึกษาดังกล่าวได้แก่การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของปริมาณตะกอนท้องน้ำ และปริมาณวัชพืชน้ำในระหว่างฤดูการส่งน้ำชลประทาน และเพื่อให้ทราบผลกระทบของปัจจัยดังกล่าว จึงต้องทำการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปัจจัย และตรวจวัดค่า n จำนวนหลายครั้ง ตลอดระยะเวลาการส่งน้ำทั้งในช่วงฤดูแล้งสำหรับการทำนาปรัง และฤดูฝนสำหรับทำนาปี ซึ่งมีสภาพแวดล้อมทางด้านปริมาณแสงแดด และปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในอ่างต้นทางแตกต่างกัน

นอกจากนี้ เพื่อความสมบูรณ์ของผลการศึกษาในส่วนผลกระทบของวัชพืช ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองแบบจำลองทางกายภาพของวัชพืชในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม เพื่อเปรียบเทียบผลของค่า n ที่ได้ กับค่าที่วัดโดยตรงในสนาม ผลการศึกษาที่ได้ดำเนินการมาแล้วทั้งหมดมีดังนี้

4.1 ผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ในสนาม

การตรวจวัดค่า n ในสนามของคลองส่งน้ำสายซอย 3 สาย คือ คลอง 4R-RMC มีช่วงตรวจวัด 4 ตำแหน่ง คลอง 4L-4R-RMC มีช่วงตรวจวัด 2 ตำแหน่ง และคลอง 6R-RMC มีช่วงตรวจวัด 2 ตำแหน่ง รวมช่วงตรวจวัดทั้งสิ้น 8 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งทำการตรวจวัดในระยะเวลาแตกต่างกัน ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นฤดูการส่งน้ำจนถึงช่วงปลายฤดูส่งน้ำจำนวน 8 ครั้ง ในแต่ละฤดู ซึ่งเมื่อรวมทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนแล้ว จะเป็น 16 ครั้งต่อ 1 ตำแหน่งช่วงคลอง ผลการตรวจวัดค่า n ของคลองแต่ละสายมีดังนี้



ภาพที่ 4.1 การตรวจวัดระดับผิวน้ำ และวัดกระแสสำหรับคลอง 4R- RMC

4.1.1 ค่า n ของคลองส่งน้ำสาย 4R-RMC

คลองสาย 4R-RMC มีจุดเริ่มต้นที่ประตูน้ำ กิโลเมตรที่ 56+942 ของคลองส่งน้ำสายหลักฝั่งขวา (RMC) ออกแบบอัตราการไหลต้นคลองไว้ 3.631 ลบ.ม.ต่อวินาที ความยาวของคลองทั้งสิ้น 24 กิโลเมตร เลือกตรวจวัด 4 ช่วงตำแหน่ง ในระหว่างกิโลเมตรที่ 7 ถึง กิโลเมตรที่ 17 คือ ตำแหน่ง 4R-01 (กม. 7+100 ถึง 7+611) 4R-02 (กม. 9+260 ถึง 9+842) 4R-03 (กม. 12+684 ถึง 13+473) และ ตำแหน่ง 4R-04 (กม. 16+174 ถึง 16+925) ซึ่งรายละเอียดตามข้อมูลการออกแบบอื่น ๆ ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

ตำแหน่ง 4R-01 มีความยาว 511 เมตร วัดค่าอัตราการไหลได้ประมาณ 0.81 ถึง 1.76 ลบ.ม. ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และประมาณ 1.50 ถึง 2.59 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน ซึ่งน้อยกว่าอัตราการไหลออกแบบคือ 2.76 ลบ.ม.ต่อวินาที ค่า n อยู่ในช่วง 0.019 ถึง 0.025 ในช่วงฤดูแล้ง และ 0.019 ถึง 0.023 ในฤดูฝน โดยจะเพิ่มสูงขึ้น ในช่วงปลายของฤดูส่งน้ำ

ตำแหน่ง 4R-02 ระยะทาง 582 เมตร วัดค่าอัตราการไหลได้ประมาณ 0.71 ถึง 1.59 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และ 1.04 ถึง 2.47 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน น้อยกว่าอัตราการไหลออกแบบคือ 2.76 ลบ.ม.ต่อวินาที ส่วนค่า n อยู่ในช่วง 0.018 ถึง 0.026 ในช่วงฤดูแล้ง และ 0.019 ถึง 0.025 ในฤดูฝนโดยค่า n จะเพิ่มสูงขึ้นแปรผันตามระยะเวลาของฤดูส่งน้ำ

ตำแหน่ง 4R-03 มีความยาว 753 เมตร วัดค่าอัตราการไหลได้ระหว่าง 0.51 ถึง 1.21 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และ 1.01 ถึง 2.58 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน ส่วนใหญ่จะน้อยกว่าอัตราการไหลออกแบบคือ 1.93 ลบ.ม.ต่อวินาที โดยมีข้อสังเกตคือ ในฤดูฝนระดับน้ำจะสูงขึ้นจนถึงบริเวณคอนกรีตที่ลาดเพิ่มความสูงจากบ่อกองเดิมขึ้นไปอีกประมาณ 0.3 ม. ค่า n ที่วัดได้ อยู่ในช่วง 0.020 ถึง 0.036 ในช่วงฤดูแล้ง และ 0.021 ถึง 0.029 ในฤดูฝน โดยค่า n จะเพิ่มสูงขึ้นแปรผันตามระยะเวลาในช่วงฤดูส่งน้ำ

ตำแหน่ง 4R-04 มีระยะทาง 751 เมตร วัดค่าอัตราการไหลได้ระหว่าง 0.62 ถึง 1.65 ลบ.ม. ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และระหว่าง 1.03 ถึง 2.33 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน โดยส่วนใหญ่จะน้อยกว่าอัตราการไหลออกแบบคือ 1.77 ลบ.ม.ต่อวินาที ค่า n อยู่ในช่วง 0.020 ถึง 0.033 ในช่วงฤดูแล้ง และอยู่ในระหว่าง 0.023 ถึง 0.031 ในฤดูฝน โดยค่า n มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แปรผันตามระยะเวลาในช่วงฤดูส่งน้ำ

ผลการตรวจวัด ค่า n ของคลอง 4R-RMC ตลอดช่วงเวลาการส่งน้ำในฤดูแล้งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 (ก.) และภาพที่ 4.4 ส่วน ค่า n ที่วัดได้ในฤดูฝน แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 (ข.) และภาพที่ 4.5 แต่ก่อนที่จะได้มาซึ่งผลความเปลี่ยนแปลงของค่า n ดังกล่าว จะต้องดำเนินการตรวจวัดกระแสน้ำ และรูปตัดการไหล ทั้งด้านเหนือน้ำ และท้ายน้ำของช่วงตรวจวัด จากนั้นทำการสำรวจหาความลาดชันของผิวน้ำ (S_w) เพื่อคำนวณหาความลาดชันของเส้นพลังงาน (S_f) เมื่อได้ข้อมูลครบแล้ว จึงนำไปแทนค่าในสมการที่ (3.11) ก็จะได้ ค่า n แต่ละจุดของการตรวจวัด ตัวอย่างตารางคำนวณหาความเร็วกระแส น้ำ ผลสำรวจรูปตัดการไหล ผลการคำนวณ หาค่า S_w และ S_f พร้อมทั้งผลการคำนวณค่า n ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

4.1.2 ค่า n ของคลองส่งน้ำสาย 4L-4R-RMC

คลองสาย 4L-4R-RMC รับน้ำต่อเนื่องมาจาก คลอง 4R-RMC กิโลเมตรที่ 16+949 ออกแบบอัตราการไหลต้นคลองไว้ 0.900 ลบ.ม. ต่อวินาที มีหน้าตัดเล็กที่สุดในบรรดาคลองที่ศึกษา มีความยาวคลองทั้งสิ้น 5.4 กิโลเมตร ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด มี 2 ช่วง คือ 4L-4R-01 (กม. 0+040 ถึง 0+510) และ 4L-4R-02 (กม. 0+810 ถึง 1+325)

ตำแหน่งตรวจวัดที่ 4L-4R-01 ความยาว 470 เมตร วัดอัตราการไหลได้ 0.18 ถึง 0.50 ลบ.ม. ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และ 0.18 ถึง 0.64 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน น้อยกว่าที่ออกแบบไว้ คือ 0.90 ลบ.ม. ต่อวินาที ค่า n ที่วัดได้อยู่ในระหว่าง 0.021 ถึง 0.034 ในฤดูแล้ง และมีค่า 0.023 ถึง 0.031 ในฤดูฝน โดยค่า n จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในช่วงฤดูส่งน้ำ

ตำแหน่งตรวจวัดที่ 4L-4R-02 มีความยาว 515 เมตร ค่าอัตราการไหลที่วัดได้ในฤดูแล้งอยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.30 ลบ.ม. ต่อวินาที ส่วนในฤดูฝนวัดได้ค่าระหว่าง 0.17 ถึง 0.39 ลบ.ม.ต่อวินาที น้อยกว่าค่าอัตราการไหลออกแบบ คือ 0.75 ลบ.ม. ต่อวินาที ค่า n ที่วัดได้อยู่ในระหว่าง 0.021 ถึง 0.035 ในช่วงฤดูแล้ง และมีค่า 0.023 ถึง 0.032 ในฤดูฝน โดยจะเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาในช่วงฤดูส่งน้ำ



ภาพที่ 4.2 การตรวจวัดระดับผิวน้ำ และวัดกระแสสำหรับคลอง 4L-4R-RMC

ผลการตรวจวัดค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC ในช่วงเวลาการส่งน้ำในฤดูแล้ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 (ก.) และ ภาพที่ 4.6 ส่วนผลของค่า n ในฤดูฝนแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 (ข.) และ ภาพที่ 4.7 นอกจากนี้ข้อมูลที่ใช้สำหรับการคำนวณค่า n ได้แก่ตารางคำนวณหาความเร็วกระแสน้ำ ผลการวัดอัตราการไหล และหน้าตัดการไหลเฉลี่ย ผลการคำนวณค่า S_w และ S_f รวมทั้งตารางแสดงขั้นตอนการคำนวณค่า n ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

4.1.3 ค่า n ของคลองส่งน้ำสาย 6R-RMC

คลองสาย 6R-RMC รับน้ำจากคลองส่งน้ำสายหลักฝั่งขวา (RMC) กิโลเมตรที่ 63+089 มีอัตราการไหลออกแบบสำหรับต้นคลอง 2.07 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับคลอง 4R-RMC ความยาวคลองทั้งหมด 8.1 กิโลเมตร ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัดมีสองช่วงคือ 6R-01 (กม. 0+357 ถึง 1+165) และ 6R-02 (กม. 3+085 ถึง 3+625) จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่ามีวัชพืช และตะกอนน้อยที่สุด จึงกำหนดให้เป็นหน่วยทดลองควบคุม เปรียบเทียบกับคลองสายอื่น ๆ

ตำแหน่งตรวจวัดที่ 6R-01 ความยาว 808 เมตร กำหนดให้เป็นหน่วยทดลองควบคุม ปัจจัยตะกอนและวัชพืชน้ำ วัดค่าอัตราการไหลได้ค่าระหว่าง 0.98 ถึง 2.30 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และมีค่าระหว่าง 0.57 ถึง 1.80 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน ซึ่งส่วนใหญ่ยังน้อยกว่าค่าที่ออกแบบไว้ คือ 2.07 ลบ.ม.ต่อวินาที สาเหตุส่วนหนึ่งเป็นเพราะแนวคลองสายนี้ส่งน้ำลงยังที่ลุ่ม มีความต้องการน้ำในฤดูฝนน้อย

จึงปรับค่าอัตราการไหลของประตุน้ำต้นคลองในฤดูฝนไว้ต่ำกว่าฤดูแล้ง ค่า n ที่วัดได้แปรผันอยู่ระหว่าง 0.018 ถึง 0.021 ใกล้เคียงกันทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน

ตำแหน่งตรวจวัดที่ 6R-02 มีระยะทาง 540 เมตร กำหนดให้เป็นหน่วยทดลองควบคุม สำหรับปัจจัยวัชพืชน้ำอย่างเดียว เนื่องจากพบปริมาณตะกอนมากกว่าช่วง 6R-01 วัดอัตราการไหลได้ 0.40 ถึง 1.13 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูแล้ง และวัดได้ 0.21 ถึง 0.37 ลบ.ม.ต่อวินาที ในฤดูฝน น้อยกว่าค่าที่ออกแบบคือ 1.41 ลบ.ม.ต่อวินาที ค่า n ที่วัดได้แปรผันอยู่ระหว่าง 0.019 ถึง 0.022 ในฤดูแล้งและมีค่า 0.019 ถึง 0.023 ในฤดูฝน โดยมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงระยะเวลาการส่งน้ำ



ภาพที่ 4.3 การสำรวจรูปตัดและวัดกระแสน้ำของคลอง 6R-RMC

ผลการตรวจวัดค่า n ของคลอง 6R-RMC ในช่วงฤดูแล้ง แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 (ก.) และภาพที่ 4.8 ส่วนผลค่า n ในช่วงฤดูฝนแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 (ข.) และภาพที่ 4.9 นอกจากนี้ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการหา ค่า n ได้แก่ ผลการวัดกระแสน้ำ อัตราการไหล หน้าตัดการไหล ผลสำรวจหาค่า S_w และ S_f ตลอดจนจนตารางการคำนวณหาค่า n ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

4.2 ผลการตรวจวัดตะกอนในคลองชลประทาน

การตรวจวัดปริมาณตะกอน ดำเนินการได้สองส่วนคือ ตะกอนแขวนลอยปะปนมากับน้ำ จะต้องเก็บข้อมูลในช่วงการส่งน้ำ และตะกอนตกจมท้องน้ำ ทำการตรวจวัดเมื่อเสร็จสิ้นฤดูการส่งน้ำ สภาพคลองแห่งซึ่ง ในส่วนตะกอนตกจม จะได้ปริมาณตัวอย่างดินมากพอที่จะวิเคราะห์จำแนกชนิดประเภทดินได้

4.2.1 ผลการวัดตะกอนแขวนลอย

ในเบื้องต้นของการตรวจวัด ผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำในคลอง ที่ความลึกแตกต่างกันพร้อม ๆ กัน โดยรบกวนสภาพเดิมของน้ำตัวอย่างให้น้อยที่สุด อุปกรณ์ดังกล่าวดัดแปลงมาจากแบบ Nanson bottle และแบบ Gluschk off's bellow ซึ่งมีรายละเอียดแสดงไว้ในบทที่ 4 แต่เนื่องจาก อุปกรณ์ดังกล่าว ถูกสร้างขึ้นมาจากหลังจากฤดูส่งน้ำสำหรับนาปรัง ปี พ.ศ. 2545 สิ้นสุดลงแล้ว ผู้ศึกษาจึงต้อง มาเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในช่วงต้นปี พ.ศ. 2546 ทดแทน ส่วนการเก็บข้อมูลในฤดูฝน สามารถดำเนินการได้ตามกำหนดในปี พ.ศ. 2545

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัด ค่า n ของคลอง 4R-RMC

ก.) เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง

ลำดับ ที่	สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง สำหรับตำแหน่งช่วงตรวจวัด ที่							
	4R-01 7+100 ถึง 7+611		4R-02 9+260 ถึง 9+842		4R-03 12+684 ถึง 13+437		4R-04 16+174 ถึง 16+925	
	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n
1	12 ม.ค. 45	0.0187	15 ม.ค. 45	0.0181	15 ม.ค. 45	0.0204	16 ม.ค. 45	0.0195
2	01 ก.พ. 45	0.0184	03 ก.พ. 45	0.0185	03 ก.พ. 45	0.0224	05 ก.พ. 45	0.0207
3	16 ก.พ. 45	0.0194	17 ก.พ. 45	0.0204	17 ก.พ. 45	0.0267	18 ก.พ. 45	0.0227
4	02 มี.ค. 45	0.0212	03 มี.ค. 45	0.0205	03 มี.ค. 45	0.0292	03 มี.ค. 45	0.0262
5	15 มี.ค. 45	0.0216	15 มี.ค. 45	0.0219	15 มี.ค. 45	0.0300	17 มี.ค. 45	0.0291
6	29 มี.ค. 45	0.0228	29 มี.ค. 45	0.0242	29 มี.ค. 45	0.0333	30 มี.ค. 45	0.0298
7	10 เม.ย. 45	0.0243	10 เม.ย. 45	0.0256	10 เม.ย. 45	0.0352	10 เม.ย. 45	0.0319
8	19 เม.ย. 45	0.0248	19 เม.ย. 45	0.0261	19 เม.ย. 45	0.0356	20 เม.ย. 45	0.0325

ข.) เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน

ลำดับ ที่	สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง สำหรับตำแหน่งช่วงตรวจวัด ที่							
	4R-01 7+100 ถึง 7+611		4R-02 9+260 ถึง 9+842		4R-03 12+684 ถึง 13+437		4R-04 16+174 ถึง 16+925	
	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n
1	02 ก.ค. 45	0.0186	02 ก.ค. 45	0.0190	02 ก.ค. 45	0.0212	04 ก.ค. 45	0.0229
2	18 ก.ค. 45	0.0196	18 ก.ค. 45	0.0193	18 ก.ค. 45	0.0233	19 ก.ค. 45	0.0238
3	30 ก.ค. 45	0.0200	30 ก.ค. 45	0.0214	30 ก.ค. 45	0.0235	02 ส.ค. 45	0.0273
4	12 ส.ค. 45	0.0204	12 ส.ค. 45	0.0213	12 ส.ค. 45	0.0267	15 ส.ค. 45	0.0288
5	27 ส.ค. 45	0.0221	27 ส.ค. 45	0.0233	27 ส.ค. 45	0.0280	29 ส.ค. 45	0.0287
6	10 ก.ย. 45	0.0216	10 ก.ย. 45	0.0241	10 ก.ย. 45	0.0280	11 ก.ย. 45	0.0304
7	23 ก.ย. 45	0.0220	23 ก.ย. 45	0.0242	23 ก.ย. 45	0.0292	24 ก.ย. 45	0.0300
8	04 ต.ค. 45	0.0228	04 ต.ค. 45	0.0247	04 ต.ค. 45	0.0291	05 ต.ค. 45	0.0307

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัด ค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC และคลอง 6R-RMC

ก.) เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง

ลำดับ ที่	คลอง 4L-4R-RMC				คลอง 6R-RMC			
	4L-4R-01 0+040 ถึง 0+510		4L-4R-02 0+810 ถึง 1+325		6R-01 0+357 ถึง 1+165		6R-02 3+085 ถึง 3+625	
	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n
1	16 ม.ค. 45	0.0209	16 ม.ค. 45	0.0214	17 ม.ค. 45	0.0198	17 ม.ค. 45	0.0194
2	05 ก.พ. 45	0.0228	05 ก.พ. 45	0.0244	06 ก.พ. 45	0.0183	06 ก.พ. 45	0.0198
3	18 ก.พ. 45	0.0273	18 ก.พ. 45	0.0294	21 ก.พ. 45	0.0185	21 ก.พ. 45	0.0189
4	03 มี.ค. 45	0.0308	03 มี.ค. 45	0.0301	07 มี.ค. 45	0.0196	07 มี.ค. 45	0.0192
5	17 มี.ค. 45	0.0311	17 มี.ค. 45	0.0318	19 มี.ค. 45	0.0189	19 มี.ค. 45	0.0199
6	30 มี.ค. 45	0.0320	30 มี.ค. 45	0.0331	31 มี.ค. 45	0.0204	31 มี.ค. 45	0.0221
7	10 เม.ย. 45	0.0335	10 เม.ย. 45	0.0356	11 เม.ย. 45	0.0198	11 เม.ย. 45	0.0212
8	20 เม.ย. 45	0.0339	20 เม.ย. 45	0.0353	21 เม.ย. 45	0.0210	21 เม.ย. 45	0.0216

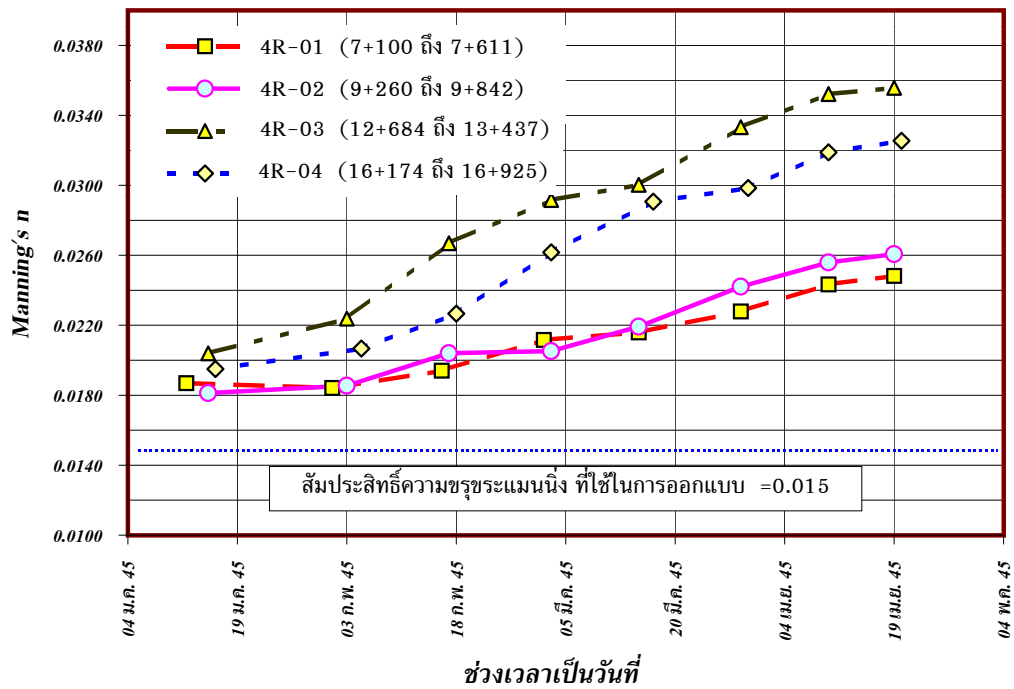
ข.) เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน

ลำดับ ที่	คลอง 4L-4R-RMC				คลอง 6R-RMC			
	4L-4R-01 0+040 ถึง 0+510		4L-4R-02 0+810 ถึง 1+325		6R-01 0+357 ถึง 1+165		6R-02 3+085 ถึง 3+625	
	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n	วันที่	n
1	04 ก.ค. 45	0.0225	04 ก.ค. 45	0.0234	05 ก.ค. 45	0.0191	05 ก.ค. 45	0.0194
2	19 ก.ค. 45	0.0231	19 ก.ค. 45	0.0244	22 ก.ค. 45	0.0185	22 ก.ค. 45	0.0190
3	02 ส.ค. 45	0.0266	02 ส.ค. 45	0.0271	03 ส.ค. 45	0.0182	03 ส.ค. 45	0.0196
4	15 ส.ค. 45	0.0276	15 ส.ค. 45	0.0286	16 ส.ค. 45	0.0208	16 ส.ค. 45	0.0213
5	29 ส.ค. 45	0.0283	29 ส.ค. 45	0.0308	30 ส.ค. 45	0.0192	30 ส.ค. 45	0.0206
6	11 ก.ย. 45	0.0299	11 ก.ย. 45	0.0314	12 ก.ย. 45	0.0215	12 ก.ย. 45	0.0212
7	24 ก.ย. 45	0.0307	24 ก.ย. 45	0.0312	25 ก.ย. 45	0.0213	25 ก.ย. 45	0.0225
8	05 ต.ค. 45	0.0308	05 ต.ค. 45	0.0319	06 ต.ค. 45	0.0209	06 ต.ค. 45	0.0218

คลองส่งน้ำ

4R-RMC

เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง สำหรับการทำนาปรัง

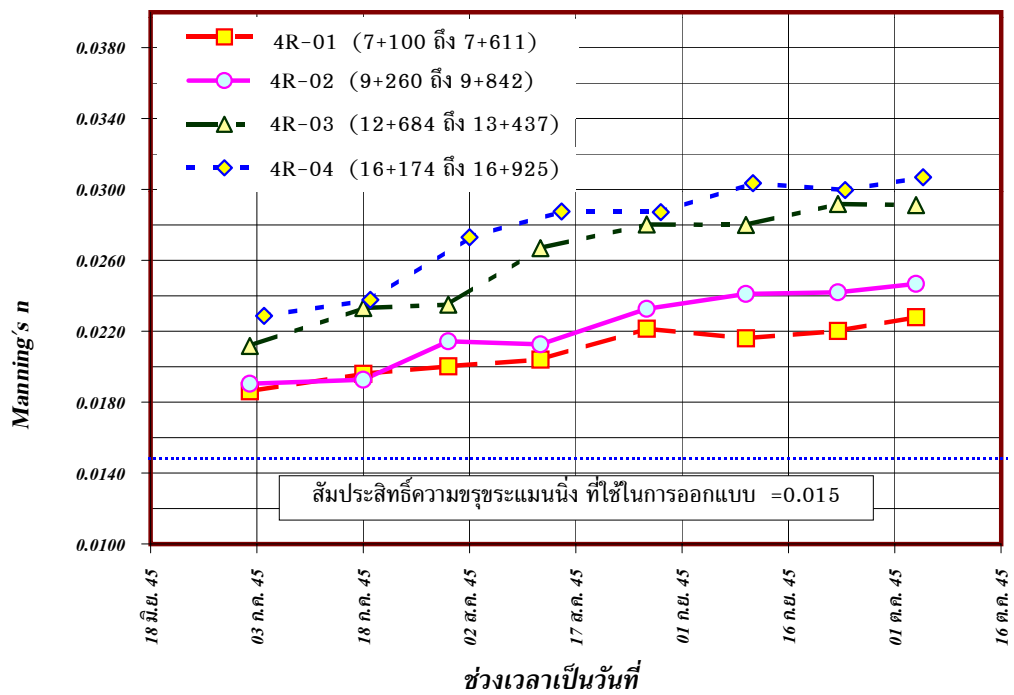


ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง

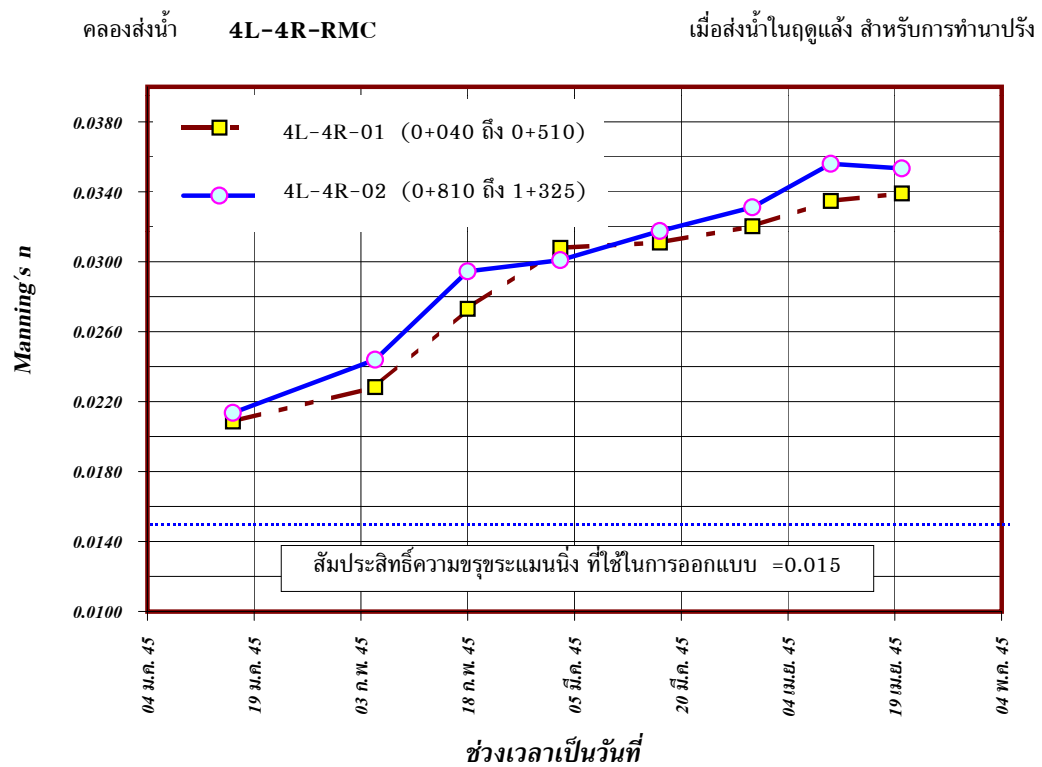
คลองส่งน้ำ

4R-RMC

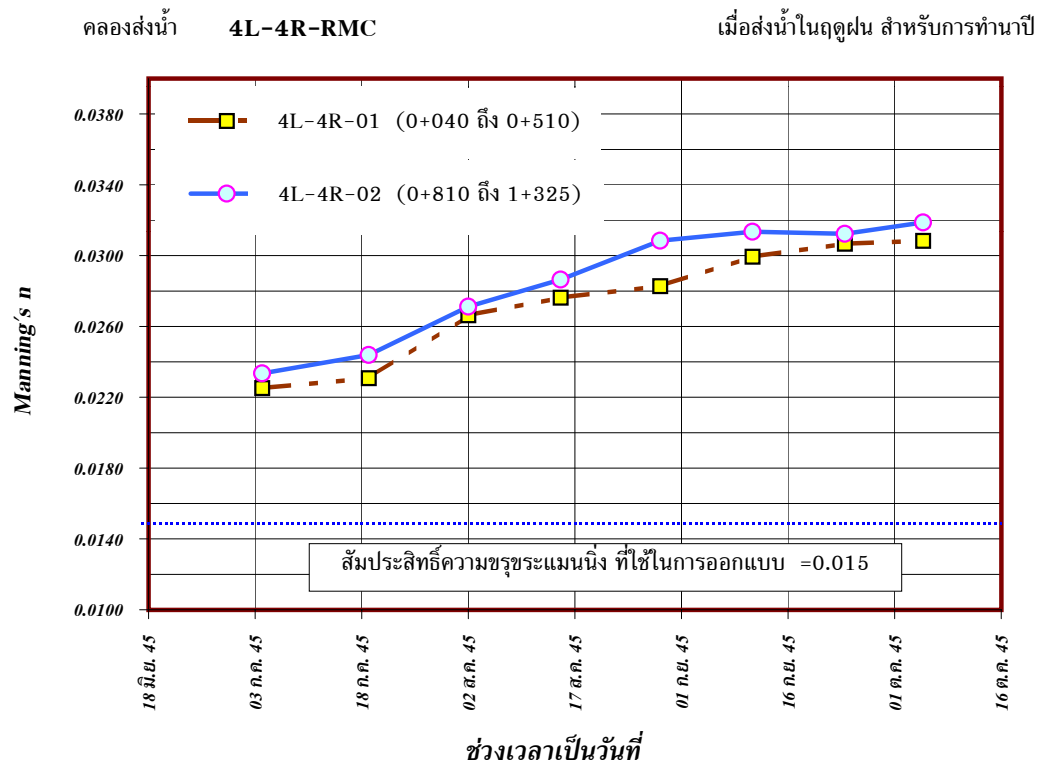
เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน สำหรับการทำนาปี



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง

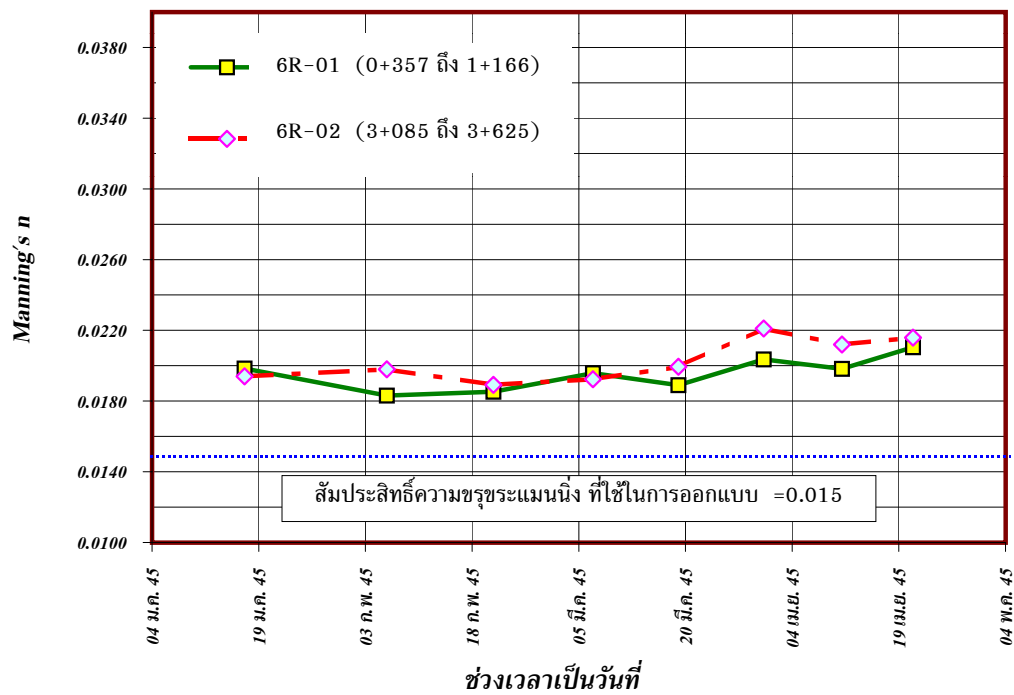


ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน

คลองส่งน้ำ

6R-RMC

เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง สำหรับการทำนาปรัง

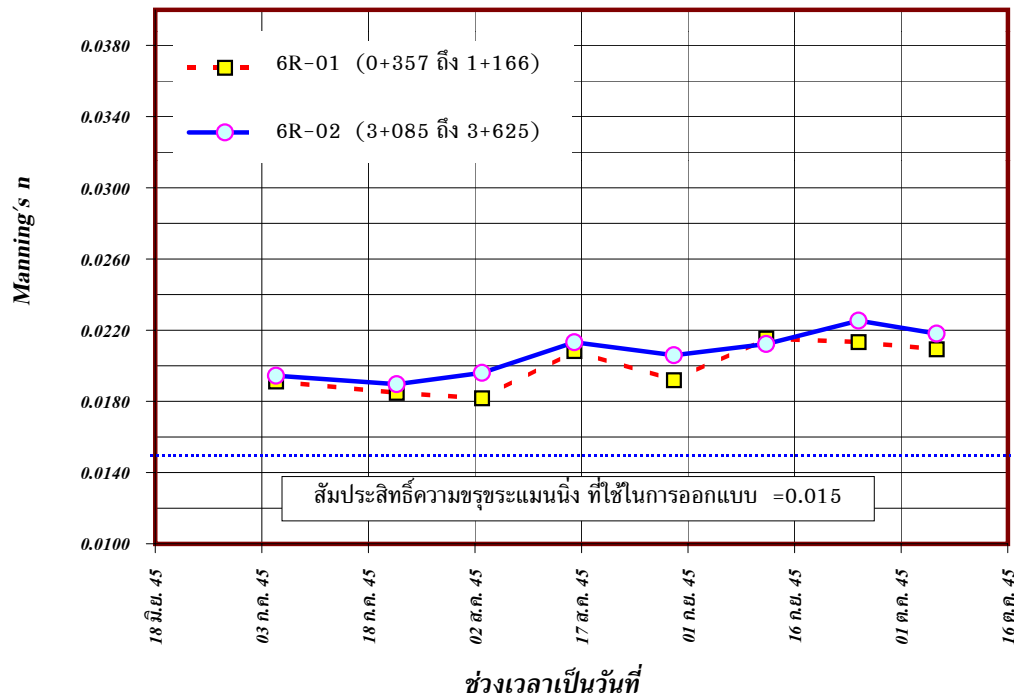


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 6R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง

คลองส่งน้ำ

6R-RMC

เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน สำหรับการทำนาปี



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 6R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน



รูปที่ 4.10 การเก็บตัวอย่างน้ำคลอง เพื่อหาปริมาณตะกอนแขวนลอย

เนื่องจากปริมาณตะกอนแขวนลอยในคลองส่งน้ำ อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากปริมาณตะกอนตั้งแต่อ่างเก็บน้ำต้นทาง มาตามคลอง RMC จนมาถึงคลองที่ทำการศึกษา ดังนั้นจึงต้องเก็บข้อมูลจากประตูน้ำสู่คลอง RMC เป็นต้นมา ครอบคลุมคลองส่งน้ำ 4 สาย คือ RMC 4R-RMC 4L-4R-RMC และ 6R-RMC จุดที่เก็บข้อมูล จะเป็นตำแหน่งอาคารสำคัญ เช่น สะพาน ประตูน้ำ ท่อลอด และอาคารอัดน้ำ เป็นต้น แต่ละจุดจะเก็บตัวอย่าง 3 ระดับความลึก นำมาซึ่งน้ำหนักก่อนและหลังอบแห้ง หาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอนุภาคของแข็ง ต่อน้ำหนักตัวอย่าง โดยได้ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ต่อ 1 ถูการส่งน้ำ

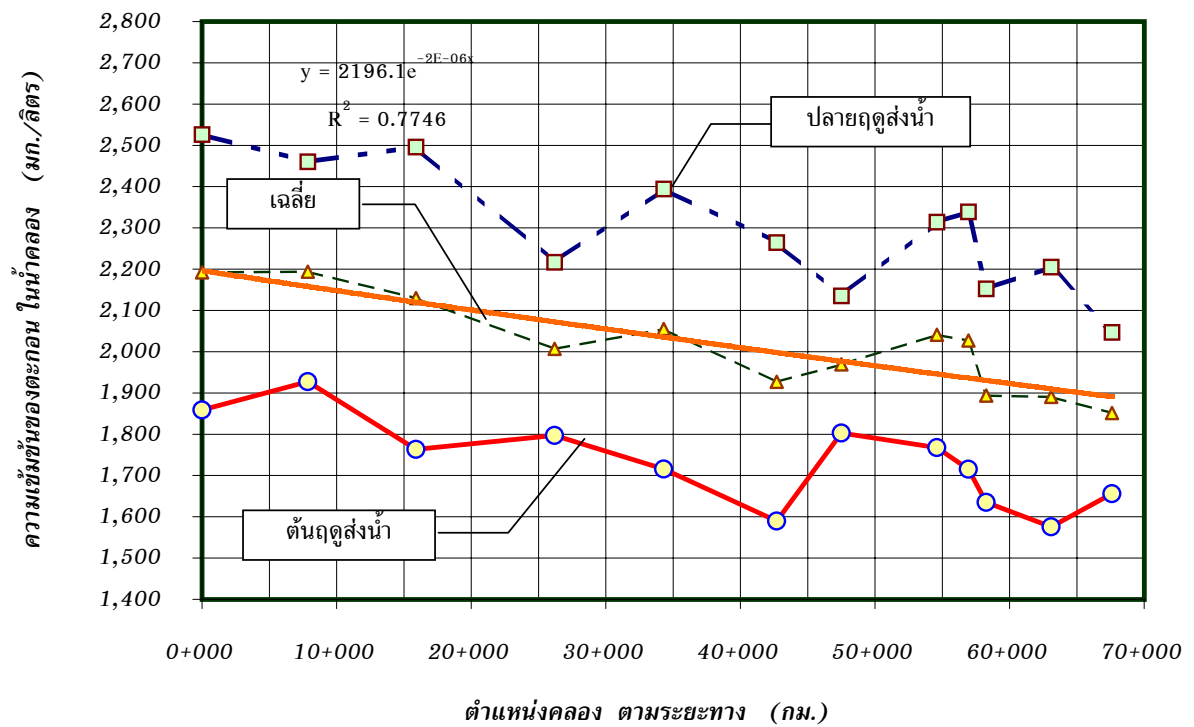
จากผลปริมาณตะกอนแขวนลอยที่วัดค่าได้ พบว่ามีความเข้มข้นสูงในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะช่วงปลายฤดูฝน และพบว่าความเข้มข้นมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อระยะทางการไหลเพิ่มขึ้น หรือเป็นส่วนกั้นระยะทางจากอ่างเก็บน้ำ ส่วนความเข้มข้นของตะกอนในฤดูแล้งมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับฤดูฝน ผลการตรวจวัดปริมาณตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้งเฉลี่ย จากน้ำตัวอย่างของคลอง RMC = 460 มก./ลิตร จากคลอง 4R-RMC = 330 มก./ลิตร คลอง 4L-4R-RMC = 270 มก./ลิตร และจากคลอง 6R-RMC = 320 มก./ลิตร

ผลการตรวจวัดตะกอนแขวนลอยสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน จากน้ำตัวอย่างของคลอง RMC เฉลี่ย = 2,010 มก./ลิตร จากคลอง 4R-RMC = 1,870 มก./ลิตร คลอง 4L-4R-RMC เฉลี่ย = 1,630 มก./ลิตร และจากคลอง 6R-RMC = 1,820 มก./ลิตร โดยค่าปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจากตัวอย่างคลองแต่ละสาย ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.11 ถึงภาพที่ 4.18 ส่วนตารางบันทึกผล และตารางคำนวณต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

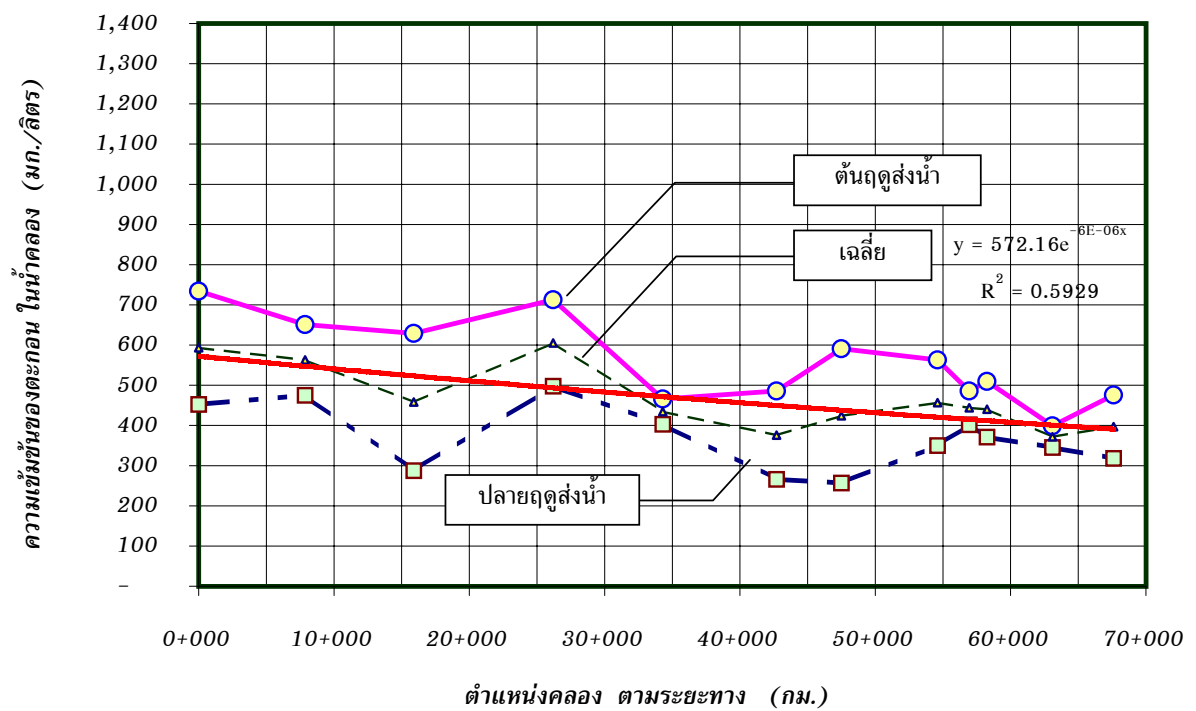
4.2.2 ผลการวัดตะกอนตกจม

สำหรับปริมาณตะกอนตกจม ได้ดำเนินการตรวจวัดเมื่อสิ้นสุดฤดูส่งน้ำแต่ละฤดู มีสภาพคลองแห้งพอที่จะเลือกจุดวัดค่าระดับตะกอนเปรียบเทียบกับระดับท้องคลอง และเก็บตัวอย่างไปทดสอบเพื่อจำแนกประเภทดินแต่ละช่วงคลองได้ โดยทำการสำรวจ 3 ครั้ง คือ ต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2545 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2545 และปลายเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2546 ครอบคลุมช่วงหัว-ท้ายของฤดูส่งน้ำ ทั้ง 2 ฤดู

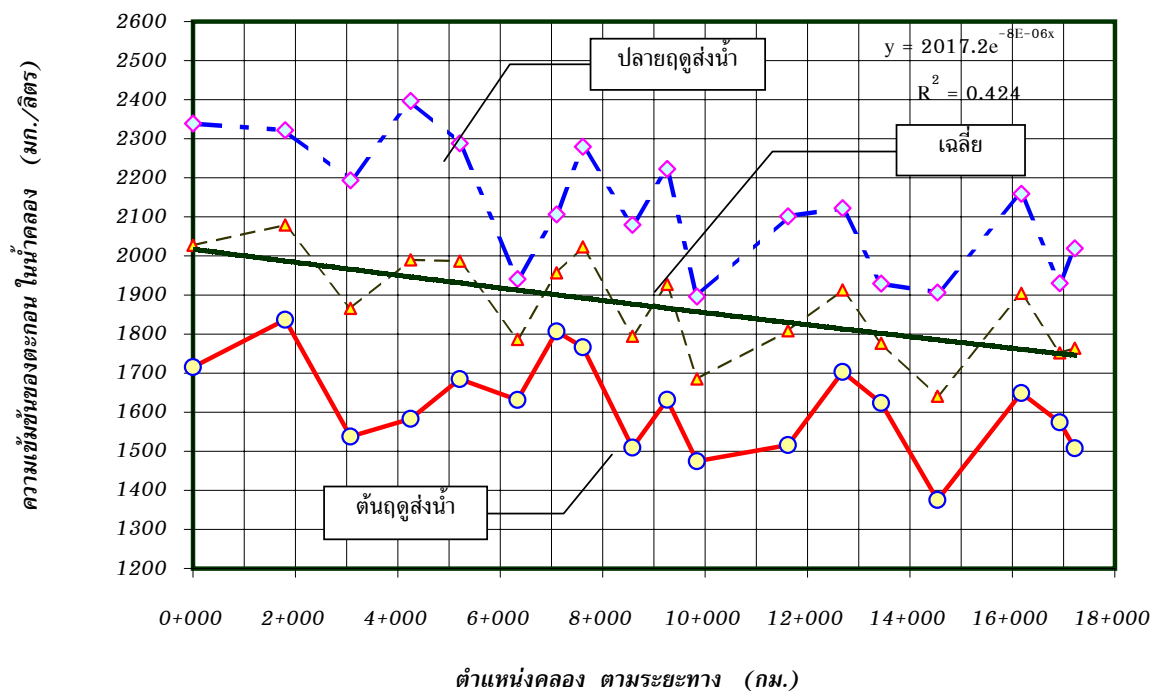
ผลสำรวจท้องคลองแต่ละช่วง พบว่ามีความหนาตะกอนใกล้เคียงกัน เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3 ถึง 7 เซนติเมตร ค่ามากที่สุดประมาณ 11 เซนติเมตร ปริมาตรตะกอนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 50 ถึง 160 ลบ.ม. ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร ยกเว้นคลอง 6R-RMC ที่ตำแหน่งตรวจวัด 6R-01 มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1 เซนติเมตร



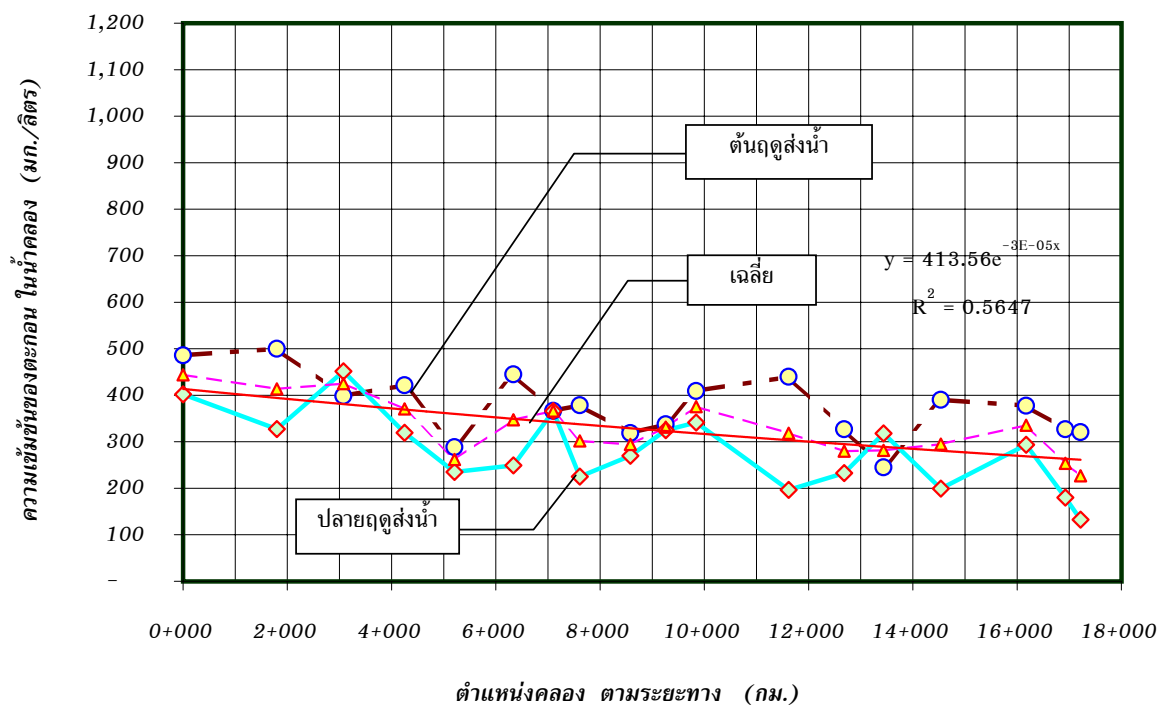
ภาพที่ 4.11 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย RMC ช่วงฤดูฝน



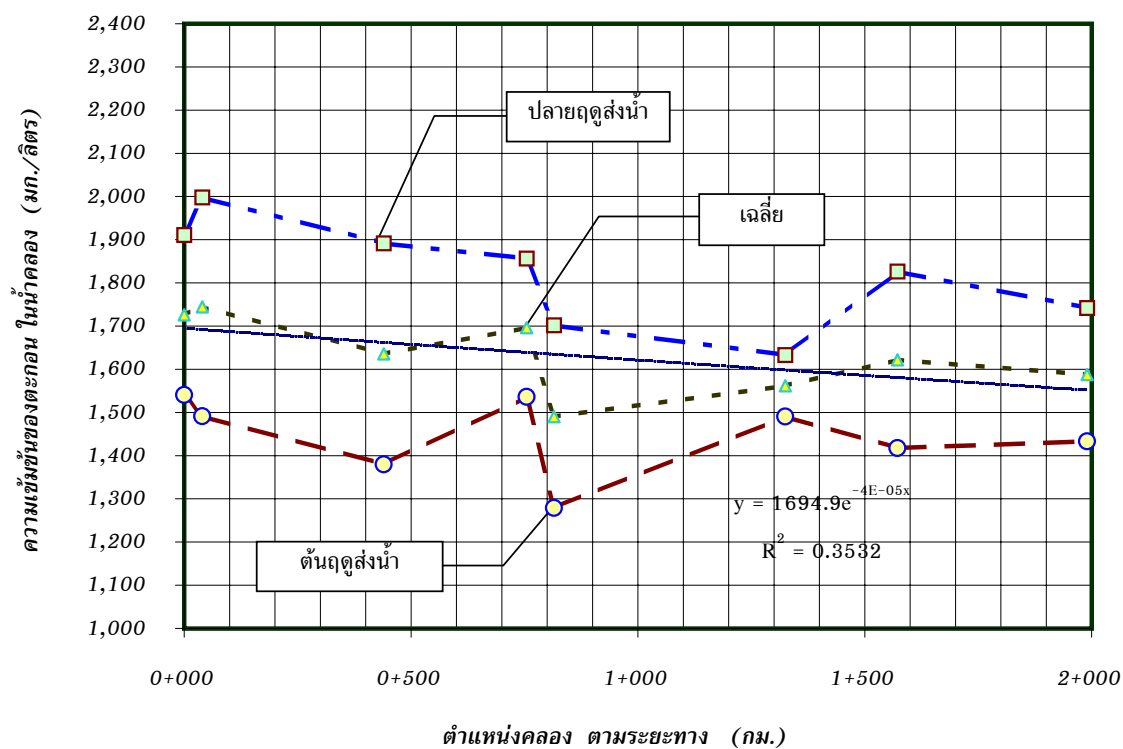
ภาพที่ 4.12 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย RMC ช่วงฤดูแล้ง



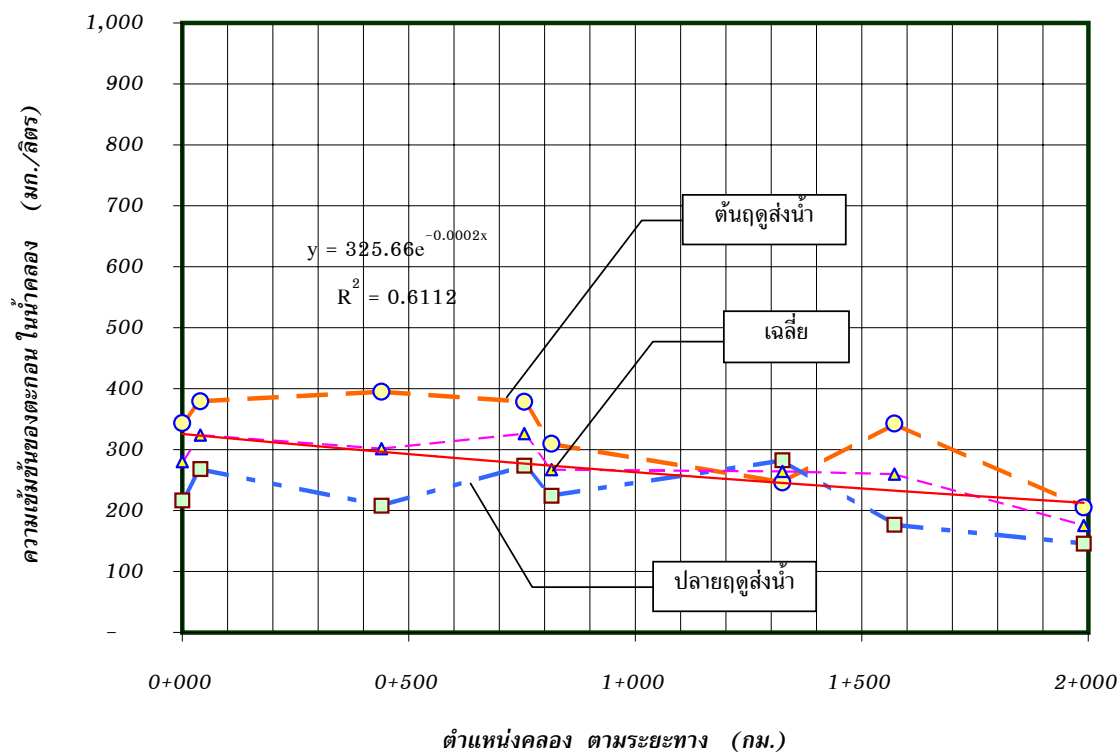
ภาพที่ 4.13 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลองสาย 4R-RMC ช่วงฤดูฝน



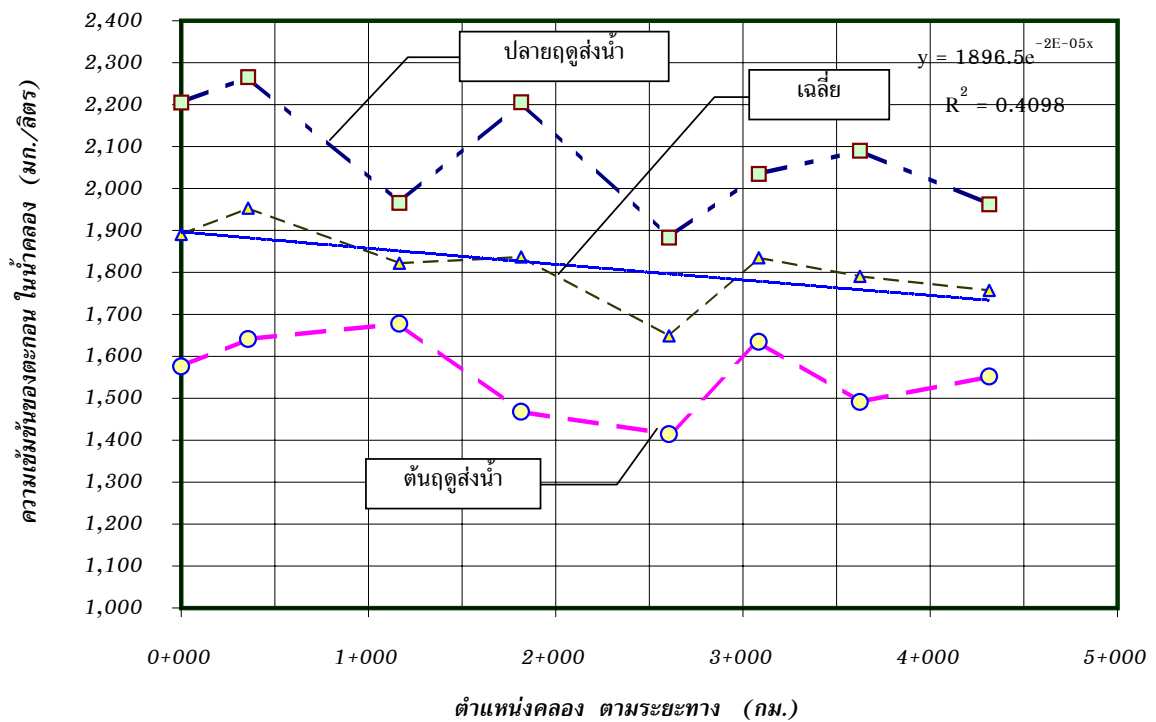
ภาพที่ 4.14 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลองสาย 4R-RMC ช่วงฤดูแล้ง



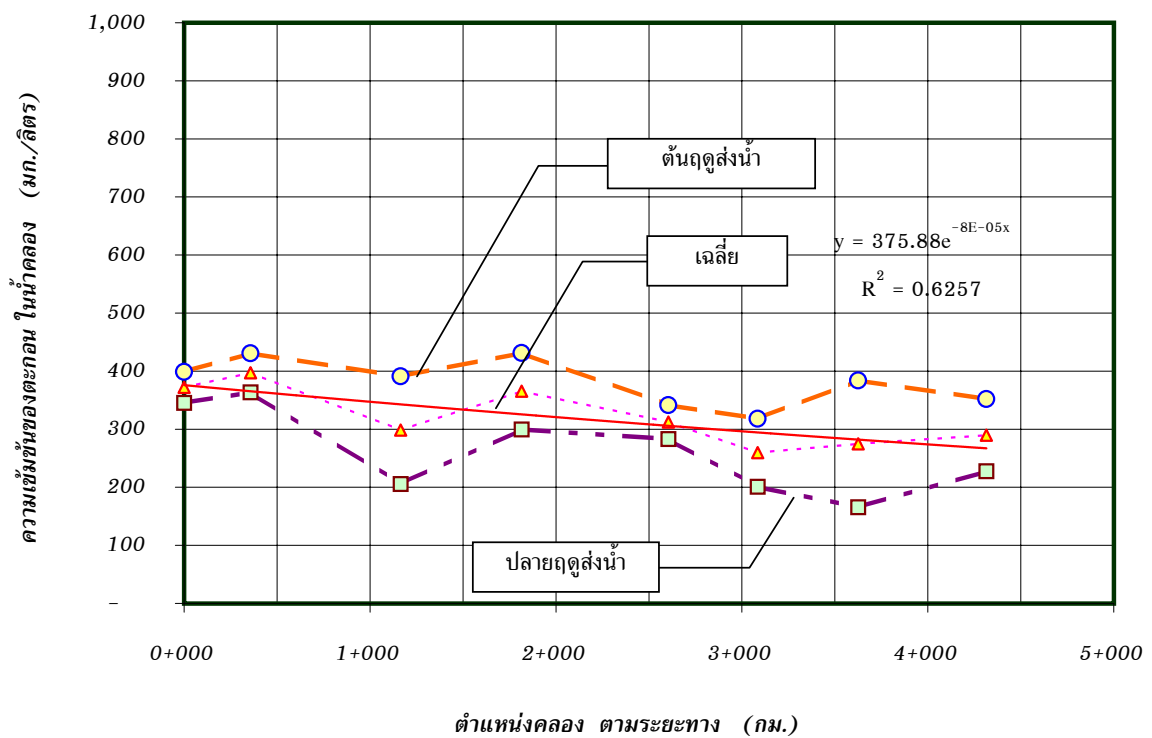
ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 4L-4R-RMC ช่วงฤดูฝน



ภาพที่ 4.16 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 4L-4R-RMC ช่วงฤดูแล้ง



ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลองสาย 6R-RMC ช่วงฤดูฝน



ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลองสาย 6R-RMC ช่วงฤดูแล้ง

และปริมาตรตะกอนเฉลี่ย 20 ลบ.ม.ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร เท่านั้น สาเหตุที่มีปริมาตรตะกอนน้อยกว่าช่วงอื่นอาจเนื่องมาจาก เป็นช่วงต้นคลองที่มีระดับน้ำต่ำกว่าคลอง RMC มาก น้ำจะไหลด้วยพลังงานจลน์ที่สูงกว่า และเมื่อมีปริมาตรตะกอนน้อยกว่าช่วงอื่น จึงถูกนำมาเป็นหน่วยทดลองควบคุม เปรียบเทียบกับคลองช่วง 6R-02 ซึ่งมีปริมาณมีวัชพืชเบาบางมากเช่นเดียวกัน แต่มีตะกอนมากกว่า



ภาพที่ 4.19 สภาพตะกอนตกจมในท้องคลองเมื่อสิ้นสุดฤดูส่งน้ำ

ผลการสำรวจปริมาณตะกอนตกจม สำหรับคลองช่วงต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของดิน และการจำแนกประเภทดินตะกอน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 ส่วนตารางบันทึกผล และตารางคำนวณต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

4.3 ผลการตรวจวัดปริมาณวัชพืชน้ำ

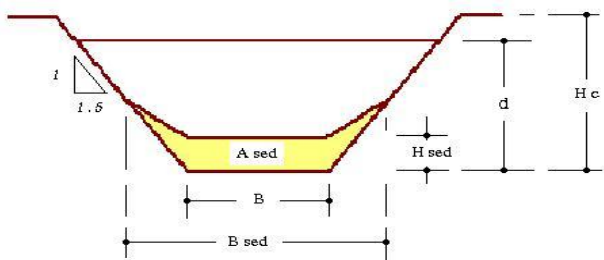
ในช่วงต้นของการดำเนินการ ผู้ศึกษาได้ตรวจวัดปริมาณวัชพืชท้องคลอง ทุก ๆ ระยะ 3 เมตร หรือ 1 แผงดาดคอนกรีต สุ่มเก็บตัวอย่างวัชพืชแต่ละชนิด มาวัดหาค่าความยาวเฉลี่ย น้ำหนักเปียก สัดส่วนน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักเปียก ทำให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างเชื่องช้า มีความยุ่งยากในการปฏิบัติ และยากในการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ประเมินสำหรับระบบส่งน้ำที่ใหญ่ขึ้น จึงเปลี่ยนมาเป็นการประเมินในช่วงคลองที่ยาวขึ้น คือทุก ๆ ระยะ 50 เมตร พิจารณาเฉพาะ วัชพืชหลัก 3 ชนิด มีชื่อตามผลการจำแนกประเภทจากภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ คือ 1) *Blyxa echinosperma* (Clarke) Hook. f. หรือ สันตะวาใบข้าว กำหนดเป็น Type A 2.) *Potamogeton crispus* L. หรือติปลี่น้ำ กำหนดเป็น Type B และ 3.) *Hydilla verticillata* (Lynn. f.) Royal หรือสาหร่ายหางกระรอก กำหนดเป็น Type C

ปัจจัยต่อไปคือ ระดับความหนาแน่น ใช้สัญลักษณ์ N_p แทนค่าด้วยจำนวนเต็ม 4 ระดับคือ “0” หมายถึงไม่พบวัชพืช “1” หมายถึงมีวัชพืชไม่เกิน 20% ของพื้นที่ท้องคลอง “2” หมายถึงมีวัชพืชระหว่าง 20 ถึง 50% ของพื้นที่คลอง และ “3” สำหรับช่วงที่มีวัชพืชหนาแน่นมากกว่า 50% ปัจจัยสุดท้ายคือ การเจริญเติบโต ประเมินเป็นระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น ใช้สัญลักษณ์ N_L แบ่งเป็น 5 ระดับคือ “0” หมายถึงไม่มี

ตารางที่ 4.3 สรุปปริมาณตะกอนตกจม จากการวัดในช่วงเวลา 1 ปี

พื้นที่ศึกษา ; โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

คลองส่งน้ำ	ตำแหน่ง ช่วงตรวจวัด ที่	กม. ที่	ขนาดคลอง ตามข้อมูลออกแบบ			ความหนาตะกอนเฉลี่ย (ซม.)			
			B (ม.)	H _c (ม.)	d (ม.)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
						มิ.ย. 45	ธ.ค. 45	พ.ค. 46	
4R-RMC	4R-01	7+100	2.000	1.500	1.275	2.5	3.1	3.2	2.92
	4R-02	9+260	2.000	1.500	1.275	6.4	7.3	7.5	7.05
	4R-03	12+684	1.800	1.300	1.102	3.3	4.1	4.1	3.85
	4R-04	16+174	1.600	1.300	1.099	4.2	5.0	5.1	4.76
4L-4R-RMC	4L-4R-01	0+040	1.200	1.000	0.780	5.2	5.9	5.7	5.61
	4L-4R-02	0+800	1.000	0.950	0.754	3.2	4.2	4.0	3.80
6R-RMC	6R-01	0+357	1.800	1.350	1.144	1.1	1.4	1.2	1.23
	6R-01	3+085	1.600	1.200	0.982	4.0	4.5	4.7	4.38



คลองส่งน้ำ	ตำแหน่ง ช่วงตรวจวัด ที่	กม. ที่	ขนาดคลอง ตามข้อมูลออกแบบ			ปริมาตรตะกอนเฉลี่ย ต่อระยะ 1 กม. (ลบ.ม.)			
			B (ม.)	H _c (ม.)	d (ม.)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
						มิ.ย. 45	ธ.ค. 45	พ.ค. 46	
4R-RMC	4R-01	7+100	2.000	1.500	1.275	54.1	66.9	70.4	63.81
	4R-02	9+260	2.000	1.500	1.275	142.1	161.8	167.6	157.17
	4R-03	12+684	1.800	1.300	1.102	67.6	82.6	81.7	77.27
	4R-04	16+174	1.600	1.300	1.099	78.6	93.5	95.0	89.05
4L-4R-RMC	4L-4R-01	0+040	1.200	1.000	0.780	71.0	80.4	79.0	76.80
	4L-4R-02	0+800	1.000	0.950	0.754	33.2	43.4	42.1	39.56
6R-RMC	6R-01	0+357	1.800	1.350	1.144	18.7	23.7	21.9	21.45
	6R-01	3+085	1.600	1.200	0.982	91.7	102.6	105.9	100.10

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทดินตะกอนตกลมในท้องคลอง

เกณฑ์การจำแนก แบบ *Unified Soil Classification*

ช่วงตรวจวัด ที่	ตัวอย่าง จาก ตำแหน่ง	ลักษณะทั่วไปของดินตะกอน	พิกัดอัตราเทอร์เบอร์ก			ความถ่วงจำเพาะ ของเม็ดดิน G_s	ผลการจำแนก ประเภท ดินตะกอน
			LL	PL	PI		
4R-01	7+300	ดินเหนียวปนทรายละเอียด สีเทาปนน้ำตาล	31.30	21.16	10.14	2.549	SC
4R-02	9+500	ดินเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลเข้มปนเทา	33.00	23.42	9.58	2.483	ML
4R-03	13+000	ดินทรายแป้งปนอินทรีย์สาร สีเทาเข้ม	35.00	23.06	11.94	1.996	OL
4R-04	16+500	ดินเหนียวปนอินทรีย์สาร สีเทาปนน้ำตาล	35.10	23.50	11.60	2.004	OL
4L-4R-01	0+250	ดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาปนน้ำตาล	34.20	20.96	13.24	2.189	CL
4L-4R-02	1+100	ดินเหนียวปนอินทรีย์สาร สีเทาปนน้ำตาล	33.00	23.13	9.87	1.991	OL
6R-01	0+900	ดินทรายแป้งปนทรายละเอียด สีน้ำตาลเข้มปนเทา	35.60	24.61	10.99	2.558	SM
6R-02	3+300	ดินเหนียวปนทรายละเอียด สีเทาปนน้ำตาล	35.30	24.08	11.22	2.389	ML



ภาพที่ 4.20 การทดสอบเพื่อวิเคราะห์จำแนกประเภทดินตะกอนตกลมในท้องคลอง

ความยาว “1” มีความยาวเฉลี่ยไม่เกิน 0.2 เมตร “2” คือความยาวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.5 เมตร “3” คือความยาวเฉลี่ย 0.5 ถึง 1.0 เมตร และ “4” สำหรับกลุ่มวัชพืชที่มีความยาวเฉลี่ยมากกว่า 1.0 เมตร



ภาพที่ 4.21 เกณฑ์วัดการเจริญเติบโตของวัชพืช $N_D:N_L$ ระดับ 2:2 (ซ้าย) และ ระดับ 3:4 (ขวา)

จากเกณฑ์กำหนดดังกล่าว จึงทำให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างสะดวกขึ้น บางส่วนสามารถประเมินด้วยตาเปล่าได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการวัดค่าจริงของตัวอย่างเก่า หลังจากประเมินทุกระยะ 50 เมตร แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเลือกเกณฑ์เฉลี่ยสำหรับใช้กับช่วงตรวจวัดตลอดทั้งช่วงได้ ดังตัวอย่างผลการวัดปริมาณวัชพืชในตารางที่ 4.5

ช่วงตรวจวัดที่ 4R-01 และ 4R-02 วัชพืชส่วนใหญ่เป็น Type B ระดับความหนาแน่นเริ่มต้นฤดูส่งน้ำ $N_D = 0$ และเพิ่มเป็น $N_D = 2$ ช่วงปลายฤดูแล้งและฤดูฝน ขนาดความยาวเพิ่มขึ้นจาก $N_L = 0$ เป็น $N_L = 3$ ช่วงปลายของทั้ง 2 ฤดู

ช่วงตรวจวัดที่ 4R-03 และ 4R-04 วัชพืชส่วนใหญ่เป็น Type A มีความหนาแน่นเริ่มต้น $N_D = 1$ แล้วเพิ่มเป็นระดับ $N_D = 3$ ช่วงปลายของทั้ง 2 ฤดู ขนาดความยาวเพิ่มขึ้นจากระดับ $N_L = 1$ เป็น $N_L = 3$ ในฤดูฝน และสูงที่สุดระดับ $N_D = 4$ ในช่วงปลายฤดูแล้ง

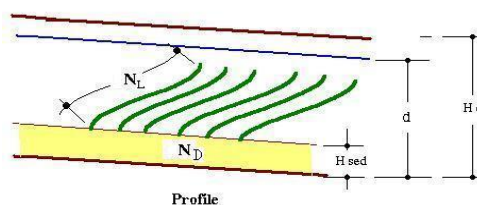
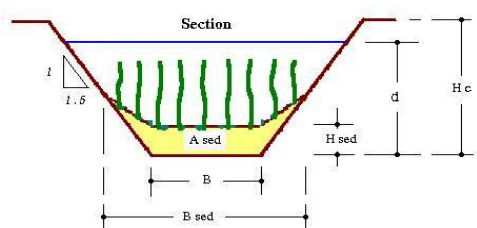
ช่วงตรวจวัด 4L-4R-01 และ 4L-4R-02 วัชพืชส่วนใหญ่เป็น Type A โดยมี Type C ขึ้นปะปนอยู่เพียงเล็กน้อยระดับความหนาแน่นเริ่มต้นที่ $N_D = 1$ ในช่วงต้นของทั้ง 2 ฤดู แล้วเพิ่มเป็นระดับ $N_D = 2$ ในช่วงปลายฤดูฝนและระดับ $N_D = 3$ ช่วงปลายฤดูแล้ง ความยาวเพิ่มขึ้นจากระดับ $N_D = 1$ ช่วงต้นฤดู เป็นระดับ $N_D = 3$ ถึง $N_D = 4$ ช่วงปลายฤดูส่งน้ำทั้ง 2 ฤดู

ช่วงตรวจวัดที่ 6R-01 และ 6R-02 ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณวัชพืชเบาบางที่สุด แต่เมื่อถูกเลือกเป็นหน่วยทดลองควบคุม จึงต้องกำจัดวัชพืชทิ้งตลอดช่วงฤดูการส่งน้ำ ทางหน่วยงานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 7 ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว ได้ให้ความอนุเคราะห์กับผู้ศึกษา โดยจัดเจ้าหน้าที่พร้อมทั้งเครื่องมือเครื่องจักร มากำจัดวัชพืชเป็นระยะ ๆ ดังนั้นจึงสามารถควบคุมปริมาณวัชพืชโดยเฉลี่ย ให้อยู่ในเกณฑ์ $N_D = 0$ และ $N_L = 0$ ทั้ง 2 ฤดูส่งน้ำ

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ

พื้นที่ศึกษา ; โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว			
คลองส่งน้ำ ;	4L-4R-RMC	ขนาดคลอง ตามข้อมูลออกแบบ	
ตำแหน่งช่วงตรวจวัดที่ ;	4L-4R-01	ความกว้างท้องคลอง ; B =	1.200 ม.
ระยะทาง =	470.00 ม.	ความลึกคอนกรีต ; H _C =	1.000 ม.รทก.
วัดในฤดูแล้ง ครั้งที่ 1	วันที่ ; 10 กรกฎาคม 2545	ความลึกน้ำ ; d =	0.780 ม.รทก.

ตำแหน่ง คลอง (กม.)	ความยาว คลอง (ม.)	ระดับความหนาแน่น ต่อพื้นที่ท้องคลอง ; N _D				ระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น ; N _L			
		แยกชนิดวัชพืชน้ำ			ประเมิน คะแนน	แยกชนิดวัชพืชน้ำ			ประเมิน คะแนน
		type A	type B	type C		type A	type B	type C	
0+040	-								
0+050	10.00	1	0	0	1	1	0	0	1
0+100	50.00	2	0	0	2	2	0	0	2
0+150	50.00	1	0	1	1	2	0	1	2
0+200	50.00	0	0	1	1	0	0	1	1
0+250	50.00	1	0	0	1	1	0	0	1
0+300	50.00	1	0	1	2	1	0	1	1
0+350	50.00	0	0	1	1	0	0	1	1
0+400	50.00	2	0	0	2	1	0	0	1
0+450	50.00	1	0	0	1	2	0	0	2
0+500	50.00	1	0	0	1	1	0	0	1
0+510	10.00	0	0	0	0	0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย		0.91	0.00	0.36	1.18	1.00	0.00	0.36	1.18
เกณฑ์เฉลี่ยที่ใช้		1	0	0	1	1	0	0	1

ระดับความหนาแน่น ต่อพื้นที่ท้องคลอง ; N_D

- 0 = ไม่มีวัชพืช
- 1 = มี ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ท้องคลอง
- 2 = มีระหว่าง 20 ถึง 50% ของพื้นที่ท้องคลอง
- 3 = มีมากกว่า 50 % ของพื้นที่ท้องคลอง

ระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น ; N_L

- 0 = ไม่มีวัชพืช
- 1 = ยาวเฉลี่ยไม่เกิน 0.2 เมตร
- 2 = ยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.2 ถึง 0.5 เมตร
- 3 = ยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 เมตร
- 4 = ยาวเฉลี่ยมากกว่า 1.0 เมตร

ชนิดของวัชพืชน้ำที่ใช้ศึกษา

type A	ชื่อท้องถิ่น	สันตวาใบข้าว	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Blyxa echinosperma</i> (Clarke) Hook.f.
type B	ชื่อท้องถิ่น	ติปลี่น้ำ	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Potamogeton crispus</i> L.
type C	ชื่อท้องถิ่น	สาหร่ายหางกระรอก	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Hydrilla verticillata</i> (Linn.f.) Royal

สำหรับศึกษาวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลกระทบของปริมาณตะกอนและวัชพืชน้ำ ต่อสัมประสิทธิ์การไหลในคลองชลประทาน



ภาพที่ 4.22 การกำจัดวัชพืช โดยใช้รถไถเล็ก 2 คัน ลากโครงเหล็กตัดผ่านคันคลอง

ผลการประเมินระดับความหนาแน่นและระดับการเจริญเติบโตของวัชพืชช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนได้
แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 ถึงตารางที่ 4.9

4.4 ผลการทดลองแบบจำลองการไหลในทางน้ำที่มีวัชพืช

ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองแบบจำลองการไหลในทางน้ำที่มีวัชพืช โดยใช้รางน้ำทดลองของห้องทดลองทางชลศาสตร์ เป็นอุปกรณ์ทดลอง ตัววัชพืชประดิษฐ์จากแผ่น Geo-textile พันรอบแกนไม้เสียบลูกชิ้น ติดตั้งบนแผ่นยางซึ่งเจาะรูไว้จำนวนมาก เพื่อให้สามารถจำลองสภาพ ปรับตำแหน่ง จัดกลุ่ม และปรับความสูงของต้นวัชพืชจำลองได้ตามต้องการ นำมาวัดวางเรียงตามความยาวของรางน้ำ ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการทดลองได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

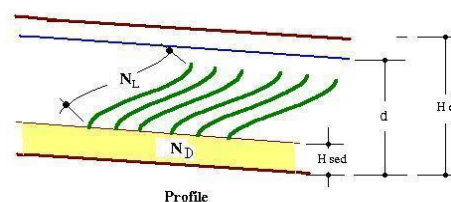
ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินระดับความความยาวเฉลี่ยของกลุ่มวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูแล้ง

พื้นที่ศึกษา ; โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

คลอง ส่งน้ำ	ตำแหน่งช่วงตรวจวัด			ตรวจวัด ครั้งที่	วันที่	ระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น ; N _L			
	ช่วงที่	ตำแหน่ง (กม.)	ความยาว (ม.)			แยกตามชนิดวัชพืชน้ำ			ประเมิน คะแนน
						type A	type B	type C	
4R-RMC	4R-01	7+100 ถึง 7+611	511	1	18 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	14 ก.พ. 2545	0	1	0	1
				3	16 มี.ค. 2545	0	2	0	2
				4	16 เม.ย. 2545	0	3	0	3
4R-RMC	4R-02	9+260 ถึง 9+842	582	1	19 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	14 ก.พ. 2545	1	2	0	2
				3	16 มี.ค. 2545	1	2	0	2
				4	16 เม.ย. 2545	1	3	0	3
4R-RMC	4R-03	12+684 ถึง 13+437	753	1	20 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	15 ก.พ. 2545	2	1	1	2
				3	16 มี.ค. 2545	3	1	1	3
				4	16 เม.ย. 2545	4	2	1	4
4R-RMC	4R-04	16+174 ถึง 16+925	751	1	21 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	15 ก.พ. 2545	3	0	1	3
				3	18 มี.ค. 2545	3	0	1	3
				4	17 เม.ย. 2545	4	0	1	4
4L-4R-RMC	4L-4R-01	0+040 ถึง 0+510	470	1	21 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	19 ก.พ. 2545	2	0	0	2
				3	18 มี.ค. 2545	3	0	1	3
				4	17 เม.ย. 2545	3	0	1	3
4L-4R-RMC	4L-4R-02	0+810 ถึง 1+325	515	1	21 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	19 ก.พ. 2545	3	0	1	3
				3	18 มี.ค. 2545	3	0	1	3
				4	17 เม.ย. 2545	4	0	1	4
6R-RMC	6R-01	0+357 ถึง 1+165	808	1	22 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	20 ก.พ. 2545	0	0	0	0
				3	20 มี.ค. 2545	0	0	0	0
				4	18 เม.ย. 2545	0	0	0	0
6R-RMC	6R-02	3+085 ถึง 3+625	540	1	22 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	20 ก.พ. 2545	0	0	0	0
				3	20 มี.ค. 2545	0	0	0	0
				4	18 เม.ย. 2545	0	0	0	0

ระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น

- $N_L = 0$; ไม่มีวัชพืช
 $N_L = 1$; ยาวเฉลี่ยไม่เกิน 0.2 เมตร
 $N_L = 2$; ยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.2 ถึง 0.5 เมตร
 $N_L = 3$; ยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 เมตร
 $N_L = 4$; ยาวเฉลี่ยมากกว่า 1.0 เมตร



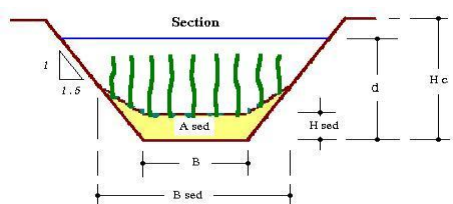
ชนิดของวัชพืชน้ำที่ใช้ศึกษา

type A	ชื่อท้องถิ่น	สันตวาใบข้าว	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Blyxa echinosperma</i> (Clarke) Hook.f.
type B	ชื่อท้องถิ่น	ติปลี่น้ำ	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Potamogeton crispus</i> L.
type C	ชื่อท้องถิ่น	สาหร่ายหางกระรอก	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Hydrilla verticillata</i> (Linn.f.) Royal

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินระดับความหนาแน่นของวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูแล้ง

พื้นที่ศึกษา ; โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

คลอง ส่งน้ำ	ตำแหน่งช่วงตรวจวัด			ตรวจวัด ครั้งที่	วันที่	ระดับความหนาแน่น ต่อพื้นที่ที่คลอง ; N _D			
	ช่วงที่	ตำแหน่ง (กม.)	ความยาว (ม.)			แยกตามชนิดวัชพืชน้ำ			ประเมิน คะแนน
						type A	type B	type C	
4R-RMC	4R-01	7+100 ถึง 7+611	511	1	18 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	14 ก.พ. 2545	0	1	0	1
				3	16 มี.ค. 2545	0	2	0	2
				4	16 เม.ย. 2545	0	2	0	2
4R-RMC	4R-02	9+260 ถึง 9+842	582	1	19 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	14 ก.พ. 2545	1	1	0	1
				3	16 มี.ค. 2545	1	2	0	2
				4	16 เม.ย. 2545	1	2	0	2
4R-RMC	4R-03	12+684 ถึง 13+437	753	1	20 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	15 ก.พ. 2545	2	1	1	3
				3	16 มี.ค. 2545	2	1	1	3
				4	16 เม.ย. 2545	3	1	1	3
4R-RMC	4R-04	16+174 ถึง 16+925	751	1	21 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	15 ก.พ. 2545	1	0	1	2
				3	18 มี.ค. 2545	2	0	1	3
				4	17 เม.ย. 2545	3	0	1	3
4L-4R-RMC	4L-4R-01	0+040 ถึง 0+510	470	1	21 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	19 ก.พ. 2545	2	0	0	2
				3	18 มี.ค. 2545	2	0	1	3
				4	17 เม.ย. 2545	3	0	1	3
4L-4R-RMC	4L-4R-02	0+810 ถึง 1+325	515	1	21 ม.ค. 2545	1	0	0	1
				2	19 ก.พ. 2545	2	0	1	2
				3	18 มี.ค. 2545	3	0	1	3
				4	17 เม.ย. 2545	3	0	1	3
6R-RMC	6R-01	0+357 ถึง 1+165	808	1	22 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	20 ก.พ. 2545	0	0	0	0
				3	20 มี.ค. 2545	0	0	0	0
				4	18 เม.ย. 2545	0	0	0	0
6R-RMC	6R-02	3+085 ถึง 3+625	540	1	22 ม.ค. 2545	0	0	0	0
				2	20 ก.พ. 2545	0	0	0	0
				3	20 มี.ค. 2545	0	0	0	0
				4	18 เม.ย. 2545	0	0	0	0



ระดับความหนาแน่นของวัชพืชน้ำ ต่อพื้นที่ที่คลอง

$N_D = 0$; ไม่มีวัชพืช
 $N_D = 1$; มีไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ที่คลอง
 $N_D = 2$; มีระหว่าง 20 ถึง 50 % ของพื้นที่ที่คลอง
 $N_D = 3$; มีมากกว่า 50 % ของพื้นที่ที่คลอง

ชนิดของวัชพืชน้ำที่ใช้ศึกษา

type A	ชื่อท้องถิ่น	สันตวาใบข้าว	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Blyxa echinosperma</i> (Clarke) Hook.f.
type B	ชื่อท้องถิ่น	ติปลิน้ำ	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Potamogeton crispus</i> L.
type C	ชื่อท้องถิ่น	สาหร่ายหางกระรอก	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Hydrilla verticillata</i> (Linn.f.) Royal

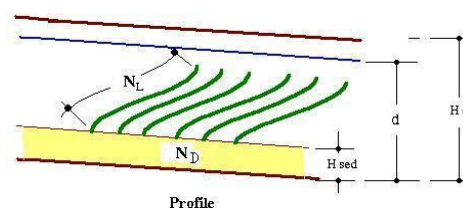
ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินระดับความความยาวเฉลี่ยของกลุ่มวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา ; โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

คลอง ส่งน้ำ	ตำแหน่งช่วงตรวจวัด			ตรวจวัด ครั้งที่	วันที่	ระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น ; N _L			
	ช่วงที่	ตำแหน่ง (กม.)	ความยาว (ม.)			แยกตามชนิดวัชพืชน้ำ			ประเมิน คะแนน
						type A	type B	type C	
4R-RMC	4R-01	7+100 ถึง 7+611	511	1	8 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	9 ส.ค. 2545	0	1	0	1
				3	14 ก.ย. 2545	0	2	0	2
				4	7 ต.ค. 2545	0	3	0	3
4R-RMC	4R-02	9+260 ถึง 9+842	582	1	8 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	9 ส.ค. 2545	1	2	0	2
				3	14 ก.ย. 2545	1	2	0	2
				4	7 ต.ค. 2545	1	3	0	3
4R-RMC	4R-03	12+684 ถึง 13+437	753	1	9 ก.ค. 2545	2	0	0	2
				2	10 ส.ค. 2545	2	1	0	2
				3	14 ก.ย. 2545	3	1	0	3
				4	7 ต.ค. 2545	3	1	0	3
4R-RMC	4R-04	16+174 ถึง 16+925	751	1	9 ก.ค. 2545	2	0	0	2
				2	10 ส.ค. 2545	3	0	0	3
				3	15 ก.ย. 2545	3	0	0	3
				4	8 ต.ค. 2545	3	0	1	3
4L-4R-RMC	4L-4R-01	0+040 ถึง 0+510	470	1	10 ก.ค. 2545	2	0	0	2
				2	11 ส.ค. 2545	2	0	0	2
				3	15 ก.ย. 2545	3	0	0	3
				4	8 ต.ค. 2545	4	0	0	4
4L-4R-RMC	4L-4R-02	0+810 ถึง 1+325	515	1	10 ก.ค. 2545	2	0	0	2
				2	11 ส.ค. 2545	2	0	0	2
				3	15 ก.ย. 2545	4	0	0	4
				4	8 ต.ค. 2545	4	0	0	4
6R-RMC	6R-01	0+357 ถึง 1+165	808	1	11 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	8 ส.ค. 2545	0	0	0	0
				3	16 ก.ย. 2545	0	0	0	0
				4	9 ต.ค. 2545	0	0	0	0
6R-RMC	6R-02	3+085 ถึง 3+625	540	1	11 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	8 ส.ค. 2545	0	0	0	0
				3	16 ก.ย. 2545	0	0	0	0
				4	9 ต.ค. 2545	0	0	0	0

ระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มลำต้น

- $N_L = 0$; ไม่มีวัชพืช
 $N_L = 1$; ยาวเฉลี่ยไม่เกิน 0.2 เมตร
 $N_L = 2$; ยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.2 ถึง 0.5 เมตร
 $N_L = 3$; ยาวเฉลี่ยระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 เมตร
 $N_L = 4$; ยาวเฉลี่ยมากกว่า 1.0 เมตร



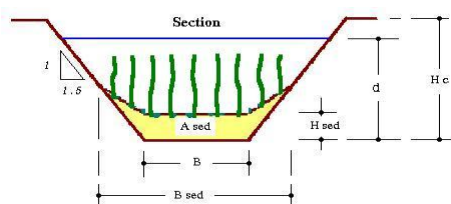
ชนิดของวัชพืชน้ำที่ใช้ศึกษา

type A	ชื่อท้องถิ่น	สันตวาใบข้าว	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Blyxa echinosperma</i> (Clarke) Hook.f.
type B	ชื่อท้องถิ่น	ติปลี่น้ำ	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Potamogeton crispus</i> L.
type C	ชื่อท้องถิ่น	สาหร่ายหางกระรอก	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Hydrilla verticillata</i> (Linn.f.) Royal

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินระดับความหนาแน่นของวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา ; โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว

คลอง ส่งน้ำ	ตำแหน่งช่วงตรวจวัด			ตรวจวัด ครั้งที่	วันที่	ระดับความหนาแน่น ต่อพื้นที่ที่คลอง ; N _D			
	ช่วงที่	ตำแหน่ง (กม.)	ความยาว (ม.)			แยกตามชนิดวัชพืชน้ำ			ประเมิน คะแนน
						type A	type B	type C	
4R-RMC	4R-01	7+100 ถึง 7+611	511	1	8 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	9 ส.ค. 2545	0	1	0	1
				3	14 ก.ย. 2545	0	2	0	2
				4	7 ต.ค. 2545	0	2	0	2
4R-RMC	4R-02	9+260 ถึง 9+842	582	1	8 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	9 ส.ค. 2545	1	1	0	1
				3	14 ก.ย. 2545	1	2	0	2
				4	7 ต.ค. 2545	1	2	0	2
4R-RMC	4R-03	12+684 ถึง 13+437	753	1	9 ก.ค. 2545	1	0	0	1
				2	10 ส.ค. 2545	1	1	0	2
				3	14 ก.ย. 2545	2	1	0	3
				4	7 ต.ค. 2545	3	1	0	3
4R-RMC	4R-04	16+174 ถึง 16+925	751	1	9 ก.ค. 2545	2	0	0	2
				2	10 ส.ค. 2545	2	0	0	2
				3	15 ก.ย. 2545	3	0	0	3
				4	8 ต.ค. 2545	3	0	1	3
4L-4R-RMC	4L-4R-01	0+040 ถึง 0+510	470	1	10 ก.ค. 2545	1	0	0	1
				2	11 ส.ค. 2545	2	0	0	2
				3	15 ก.ย. 2545	2	0	0	2
				4	8 ต.ค. 2545	2	0	0	2
4L-4R-RMC	4L-4R-02	0+810 ถึง 1+325	515	1	10 ก.ค. 2545	1	0	0	1
				2	11 ส.ค. 2545	2	0	0	2
				3	15 ก.ย. 2545	2	0	0	2
				4	8 ต.ค. 2545	2	0	0	2
6R-RMC	6R-01	0+357 ถึง 1+165	808	1	11 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	8 ส.ค. 2545	0	0	0	0
				3	16 ก.ย. 2545	0	0	0	0
				4	9 ต.ค. 2545	0	0	0	0
6R-RMC	6R-02	3+085 ถึง 3+625	540	1	11 ก.ค. 2545	0	0	0	0
				2	8 ส.ค. 2545	0	0	0	0
				3	16 ก.ย. 2545	0	0	0	0
				4	9 ต.ค. 2545	0	0	0	0



ระดับความหนาแน่นของวัชพืชน้ำ ต่อพื้นที่ที่คลอง

$N_D = 0$; ไม่มีวัชพืช
 $N_D = 1$; มีไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ที่คลอง
 $N_D = 2$; มีระหว่าง 20 ถึง 50 % ของพื้นที่ที่คลอง
 $N_D = 3$; มีมากกว่า 50 % ของพื้นที่ที่คลอง

ชนิดของวัชพืชน้ำที่ใช้ศึกษา

type A	ชื่อท้องถิ่น	สันตวาใบข้าว	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Blyxa echinosperma</i> (Clarke) Hook.f.
type B	ชื่อท้องถิ่น	ติปลี่น้ำ	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Potamogeton crispus</i> L.
type C	ชื่อท้องถิ่น	สาหร่ายหางกระรอก	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Hydrilla verticillata</i> (Linn.f.) Royal



ภาพที่ 4.23 การจัดเตรียมอุปกรณ์ ในรางน้ำทดลอง

ผลการทดลองพบว่าค่า n ของรางน้ำที่มีแผ่นยางเปล่าวางอยู่ที่ท้องรางจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.019 ถึง 0.024 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.022 ซึ่งถือว่าเป็นค่า n ของรางเปล่า สำหรับใช้เปรียบเทียบกับกรณีที่มีการติดตั้ง วัชพืชเพิ่มเข้าไป ผลของค่า n จากการจำลองสภาพมีดังนี้

กรณีที่มีการจัดลำต้นสูงประมาณ 4 ซม. ความยาวใบ 6 ซม. รวมเป็น 10 ซม. ติดตั้งในรางน้ำแล้วเปิดน้ำเข้าสู่ราง ปรับวาล์วน้ำจนสภาพการไหลสม่ำเสมอที่สุด จะทำให้มีสัดส่วนความสูงของลำต้นต่อความลึกน้ำ (h_{wt}/d) มีค่าประมาณ 0.22 ถึง 0.27 จะได้ค่า n อยู่ระหว่าง 0.034 ถึง 0.082 เมื่อจัดความหนาแน่น วัชพืชเป็น 5 ต้น ไปจนถึง 41 ต้น ต่อความยาวราง 1 เมตรตามลำดับ เมื่อปรับลำต้นให้สูงประมาณ 8 ซม. ความยาวใบ 12 ซม.รวมเป็น 20 ซม. ติดตั้งในรางน้ำทดลองทำให้มีสัดส่วน h_{wt}/d มีค่าอยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 0.55 จะได้ผลค่า n แปรผันระหว่าง 0.052 ถึง 0.107 เมื่อจำลองสภาพความหนาแน่นของต้นวัชพืชจาก 5 ต้นถึง 41 ต้น

ในกรณีที่ปรับความสูงลำต้นเฉลี่ยประมาณ 12 ซม.ความยาวใบประมาณ 18 ซม. รวมเป็น 30 ซม. ติดตั้งในรางทดลองเมื่อเปิดน้ำเข้าสู่รางและปรับอัตราการไหลจนสม่ำเสมอแล้วจะมีสัดส่วน h_{wt}/d อยู่ระหว่าง 0.55 ถึง 0.80 จะได้ผลค่า n แปรผันระหว่าง 0.058 ถึง 0.149 เมื่อปรับสภาพความหนาแน่นของต้นวัชพืชจาก 5 ต้น ถึง 41 ต้น ต่อเมตรตามลำดับ



ภาพที่ 4.24 ลักษณะของวัชพืชจำลอง ในรางน้ำทดลอง



ภาพที่ 4.25 การวัดค่าระดับน้ำ ในรางน้ำ (ซ้าย) และการวัดอัตราการไหลโดยใช้ฝายวัดน้ำ (ขวา)

เมื่อปรับความสูงลำต้นเป็น 16 ซม. ความยาวใบอีก 24 ซม. รวมเป็น 40 ซม. ติดตั้งบนแผ่นยางในรางทดลองและปรับอัตราการไหลของน้ำ จนใกล้เคียงกับการไหลแบบสม่ำเสมอแล้ว จะมีสัดส่วน h_{wt}/d อยู่ระหว่าง 0.062 ถึง 0.088 ได้ผลค่า n แปรผันอยู่ระหว่าง 0.064 ถึง 0.182 เมื่อจำลองสภาพความหนาแน่นของวัชพืชเป็น 5 ต้น ถึง 41 ต้น ต่อเมตรตามลำดับโดยผลค่า $n = 0.182$ เป็นค่าสูงสุดของผลการทดลองเกิดจากการจำลองสภาพการไหล ที่ระดับวัชพืชหนาแน่นและความยาวมากที่สุด ในการจำลองสภาพความหนาแน่นและความสูงของวัชพืชแต่ละระดับ จะทดลองอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อนำผลค่าเฉลี่ยมาใช้จึงทำให้มีจำนวนการทดลองถึง 52 ครั้งได้ผลของค่า n เฉลี่ยดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองแบบจำลองการไหลในทางน้ำเปิดที่มีวัชพืช

ห้องทดลองปฏิบัติการชลศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา			วันที่ 11 มีนาคม 2546			
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น			ผู้ปฏิบัติการ นาย กริช แก้วนาค			
เข้มนวัดบอกความสูงรางเมื่อท้องรางอยู่ในแนวระดับ = 18.2 cm.			นาย ธีรพงษ์ ทองพันธ์			
ค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลผ่านฝายวัดน้ำ = 0.565			นางสาวทิพาภรณ์ หอมดี			
ตารางบันทึกผล			นาย พงษ์ศักดิ์ พรหมกร			
รายการบันทึกผล			การทดลองครั้งที่			
			45	46	47	48
1. การจัดรูปวัชพืชจำลองในรางทดลอง						
ความสูงลำต้นวัชพืชส่วนที่แข็ง	h_{WT}	cm.	4.0	4.0	4.0	4.0
ความยาวส่วนใบ	h_{WL}	cm.	6.0	6.0	6.0	6.0
ความยาวรวมของวัชพืช (= ต้น+ใบ)	h_W	cm.	10.00	10.00	10.00	10.00
จำนวนต้นต่อแถว	N_r	N/r	4	4	4	4
ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย	S_r	cm.	40.0	40.0	80.0	80.0
จำนวนต้นทั้งหมด	N_T	N	44.0	44.0	24.0	24.0
ความหนาแน่นต่อเมตรเฉลี่ย	d_W	N/m	11.00	11.00	6.00	6.00
2. ความลาดชันของผิวน้ำรางทดลอง						
เข้มนบอกความลาด		cm.	17.9	17.5	18.0	17.6
ความลึกที่ตำแหน่ง 2 ม. (เหนือน้ำ)	d_1	cm.	16.3	15.5	15.9	14.7
ความลึกที่ตำแหน่ง 4 ม. (เข้าสู่ช่วงกลุ่มวัชพืช)	d_2	cm.	16.2	15.6	15.9	14.8
ความลึกที่ตำแหน่ง 6 ม. (กลางช่วงกลุ่มวัชพืช)	d_3	cm.	16.2	15.6	15.8	14.8
ความลึกที่ตำแหน่ง 8 ม. (ออกจากกลุ่มวัชพืช)	d_4	cm.	16.2	15.7	15.9	14.9
ความลึกที่ตำแหน่ง 10 ม. (ท้ายน้ำ)	d_5	cm.	15.9	15.7	15.6	14.9
ความยาวรางช่วงที่มีวัชพืช	L_W	cm.	400.0	400.0	400.0	400.0
ความสูงต่างผิวน้ำ	dd	cm.	0.096	0.124	0.064	0.092
ความลาดชันผิวน้ำ	S_W	cm./cm.	0.00024	0.00031	0.00016	0.00023
3. สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง						
ความสูงน้ำเหนือฝาย	H	cm.	15.6	16.6	15.4	16.5
อัตราการไหล	Q	liters/s	12.829	14.985	12.422	14.761
ความกว้างราง	b	cm.	30.5	30.5	30.5	30.5
ความลึกการไหลเฉลี่ย	d	cm.	16.2	15.6	15.9	14.8
หน้าตัดการไหล	A	sq.cm.	494.1	476.8	483.9	452.4
ความเร็วการไหล	v	m./s	0.260	0.314	0.257	0.326
เส้นขอบเปียก	P	m.	0.629	0.617	0.621	0.601
รัศมีชลศาสตร์	R	m.	0.079	0.077	0.078	0.075
ความเร็วการไหล x รัศมีชลศาสตร์	vR	sq.m./s	0.0204	0.0243	0.0200	0.0246
สปส.ความขรุขระของแมนนิง	n		0.0438	0.0406	0.0359	0.0331

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองแบบจำลองการไหลผ่านวัชพืชในทางน้ำเปิด

การทดลอง ครั้งที่	ความสูงลำต้น ของวัชพืช h_{WT} (cm.)	ความยาวรวม ของวัชพืช h_w (cm.)	ความหนาแน่น ต่อเมตรเฉลี่ย d_w (N/m)	ความลาดชัน ของผิวน้ำ S_w	ความลึกการไหล เฉลี่ย d (cm.)	หน้าตัดการไหล เฉลี่ย A (sq.cm.)	อัตราการไหล Q (liters/s)	ความเร็วการไหล v (m./s)	เส้นขอบเปียก P (m.)	รัศมีชลศาสตร์ R (m.)	สปส.ความขรุขระ ของแม่น้ำ n
1	-	-	-	0.00016	15.1	460.6	17.593	0.038	0.60700	0.076	0.024
2	-	-	-	0.00016	14.9	454.5	18.603	0.041	0.60300	0.075	0.022
3	-	-	-	0.00015	12.8	391.4	16.139	0.041	0.56100	0.070	0.020
4	-	-	-	0.00015	12.8	389.4	17.100	0.044	0.56100	0.069	0.019
5	16.0	40.0	41.00	0.00116	26.8	817.4	12.023	0.015	0.84100	0.097	0.176
6	16.0	40.0	41.00	0.00156	24.9	760.5	11.826	0.016	0.80500	0.094	0.187
7	16.0	40.0	21.00	0.00116	23.4	714.7	13.882	0.019	0.77500	0.092	0.127
8	16.0	40.0	21.00	0.00131	23.0	700.5	14.099	0.020	0.76500	0.092	0.129
9	16.0	40.0	11.00	0.00099	22.4	682.2	16.376	0.024	0.75300	0.091	0.094
10	16.0	40.0	11.00	0.00123	21.7	662.9	16.615	0.025	0.73900	0.090	0.099
11	16.0	40.0	6.00	0.00074	19.9	607.0	16.615	0.027	0.70300	0.086	0.068
12	16.0	40.0	6.00	0.00098	19.3	588.7	17.345	0.029	0.69100	0.085	0.072
13	16.0	40.0	10.50	0.00091	22.1	673.0	14.761	0.022	0.74700	0.090	0.092
14	16.0	40.0	10.50	0.00123	21.8	663.9	17.593	0.026	0.74100	0.090	0.093
15	16.0	40.0	5.25	0.00066	18.7	570.4	14.985	0.026	0.67900	0.084	0.065
16	16.0	40.0	5.25	0.00090	17.7	539.9	17.100	0.032	0.65900	0.082	0.062
17	12.0	30.0	41.00	0.00074	22.0	671.0	9.964	0.015	0.74500	0.090	0.151
18	12.0	30.0	41.00	0.00106	21.3	649.7	11.631	0.018	0.73100	0.089	0.148

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองแบบจำลองการไหลผ่านวัชพืชในทางน้ำเปิด (ต่อ)

การทดลอง ครั้งที่	ความสูงลำต้น ของวัชพืช h_{WT} (cm.)	ความยาวรวม ของวัชพืช h_w (cm.)	ความหนาแน่น ต่อเมตรเฉลี่ย d_w (N/m)	ความลาดชัน ของผิวน้ำ S_w	ความลึกการไหล เฉลี่ย d (cm.)	หน้าตัดการไหล เฉลี่ย A (sq.cm.)	อัตราการไหล Q (liters/s)	ความเร็วการไหล v (m./s)	เส้นขอบเปียก P (m.)	รัศมีชลศาสตร์ R (m.)	สปส.ความขรุขระ ของแม่น้ำ n
19	12.0	30.0	21.00	0.00074	19.7	600.9	12.625	0.021	0.69900	0.086	0.102
20	12.0	30.0	21.00	0.00081	19.4	590.7	13.882	0.024	0.69300	0.085	0.095
21	12.0	30.0	11.00	0.00066	18.6	567.3	14.099	0.025	0.67700	0.084	0.080
22	12.0	30.0	11.00	0.00098	17.3	528.7	15.904	0.030	0.65300	0.081	0.078
23	12.0	30.0	6.00	0.00058	17.4	530.7	14.317	0.027	0.65300	0.081	0.067
24	12.0	30.0	6.00	0.00081	14.5	443.3	14.985	0.034	0.59500	0.074	0.060
25	12.0	30.0	10.50	0.00091	16.1	491.1	13.668	0.028	0.62900	0.078	0.080
26	12.0	30.0	10.50	0.00106	15.8	481.9	13.668	0.028	0.62100	0.078	0.084
27	12.0	30.0	5.25	0.00066	15.6	475.8	14.761	0.031	0.61700	0.077	0.060
28	12.0	30.0	5.25	0.00073	14.3	437.2	14.761	0.034	0.59100	0.074	0.056
29	8.0	20.0	41.00	0.00066	20.8	634.4	12.422	0.020	0.72100	0.088	0.105
30	8.0	20.0	41.00	0.00098	19.6	597.8	13.455	0.023	0.69700	0.086	0.109
31	8.0	20.0	21.00	0.00066	20.3	619.2	15.441	0.025	0.71100	0.087	0.082
32	8.0	20.0	21.00	0.00098	18.9	577.5	17.842	0.031	0.68500	0.084	0.079
33	8.0	20.0	11.00	0.00041	17.7	540.9	14.985	0.028	0.65900	0.082	0.055
34	8.0	20.0	11.00	0.00065	16.4	501.2	16.376	0.033	0.63300	0.079	0.058
35	8.0	20.0	6.00	0.00041	15.3	465.6	14.317	0.031	0.61100	0.076	0.047
36	8.0	20.0	6.00	0.00065	13.9	425.0	15.441	0.036	0.58300	0.073	0.049

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองแบบจำลองการไหลผ่านวัชพืชในทางน้ำเปิด (ต่อ)

การทดลอง ครั้งที่	ความสูงลำต้น ของวัชพืช h_{WT} (cm.)	ความยาวรวม ของวัชพืช h_w (cm.)	ความหนาแน่น ต่อเมตรเฉลี่ย d_w (N/m)	ความลาดชัน ของผิวน้ำ S_w	ความลึกการไหล เฉลี่ย d (cm.)	หน้าตัดการไหล เฉลี่ย A (sq.cm.)	อัตราการไหล Q (liters/s)	ความเร็วการไหล v (m./s)	เส้นขอบเปียก P (m.)	รัศมีชลศาสตร์ R (m.)	สป.ความขรุขระ ของแมนนิ่ง n
37	8.0	20.0	10.50	0.00066	16.9	516.5	14.538	0.028	0.64500	0.080	0.068
38	8.0	20.0	10.50	0.00081	16.5	504.3	14.985	0.030	0.63500	0.079	0.071
39	8.0	20.0	5.25	0.00041	15.7	479.9	13.036	0.027	0.61900	0.078	0.054
40	8.0	20.0	5.25	0.00056	14.7	448.4	14.985	0.033	0.59900	0.075	0.050
41	4.0	10.0	41.00	0.00066	18.7	570.4	14.538	0.025	0.67900	0.084	0.078
42	4.0	10.0	41.00	0.00081	17.6	535.8	13.455	0.025	0.65700	0.082	0.086
43	4.0	10.0	21.00	0.00041	16.7	510.4	11.826	0.023	0.63900	0.080	0.065
44	4.0	10.0	21.00	0.00073	15.1	459.5	14.099	0.031	0.60700	0.076	0.063
45	4.0	10.0	11.00	0.00024	16.2	494.1	12.829	0.026	0.62900	0.079	0.044
46	4.0	10.0	11.00	0.00031	15.6	476.8	14.985	0.031	0.61700	0.077	0.041
47	4.0	10.0	6.00	0.00016	15.9	483.9	12.422	0.026	0.62100	0.078	0.036
48	4.0	10.0	6.00	0.00023	14.8	452.4	14.761	0.033	0.60100	0.075	0.033
49	4.0	10.0	10.50	0.00033	15.9	486.0	13.882	0.029	0.62300	0.078	0.046
50	4.0	10.0	10.50	0.00040	15.1	460.6	15.212	0.033	0.60700	0.076	0.043
51	4.0	10.0	5.25	0.00016	15.3	466.7	13.455	0.029	0.61100	0.076	0.032
52	4.0	10.0	5.25	0.00031	14.4	438.2	14.985	0.034	0.59300	0.074	0.036

ตารางที่ 4.12 ค่า n จากผลการทดลอง ในสภาวะความหนาแน่นและขนาดวัชพืชแตกต่างกัน

[illegible]