คู่มือ

การสร้างความสัมพันธ์ระดับน้ำ – ปริมาณน้ำ (Rating curve)
คำอธิบายทั่วไป
ปัญหาและการแก้ไข

กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ

ส่วนอุทกวิทยา

สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

พฤษภาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
1. คำนำ	1
2. ลักษณะทั่วไปของโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve)	2
3. ปัญหาและวิธีการแก้ไข	
3.1 การตั้ง Scale	12
3.2 การวิเคราะห์การลงจุดสำรวจ	15
3.3 การลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) ให้คลุมน้ำสูง	17
3.4 การลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) โดยใช้จุดสำรวจปีอื่นเสริม	20
3.5 การกำหนดจุดน้ำเริ่มไหล (Zero Flow)	22
3.6 ปัญหาการ Trial log ไม่ถูกต้อง	25
3.7 การต่อขยายเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) ถึงระดับตลิ่ง	28
3.8 ปริมาณน้ำต่อเนื่องระหว่างต้นปี – ปลายปี	30
3.9 การแบ่งหรือแยกช่วงการอ่านเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Period of Curve)	31
4. เทคนิคสำคัญของการสร้างโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve)	34

1. **คำนำ**

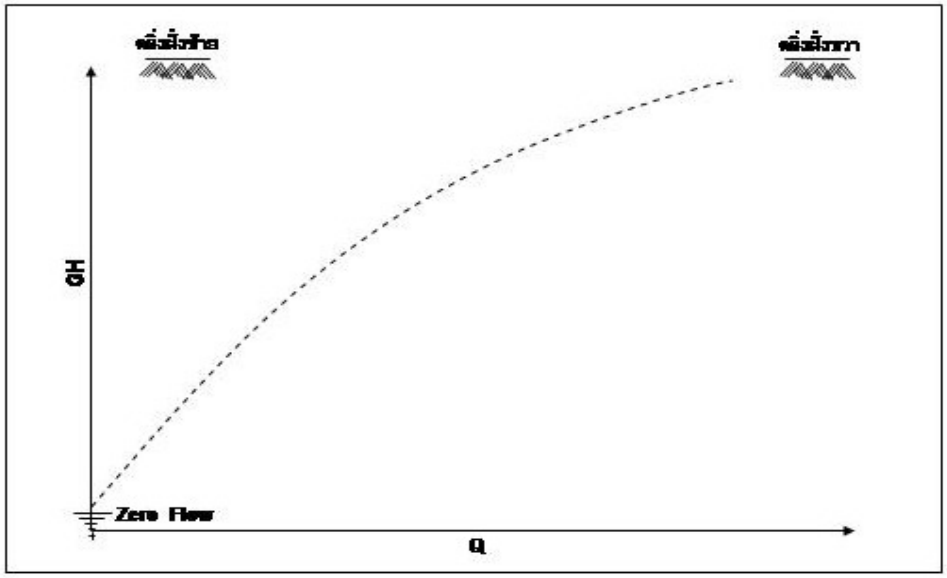
ปัจจุบันองค์ความรู้ด้านการลากเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณน้ำ นับวันยิ่งหาคนรู้จริงยาก ศาสตร์ทางวิชาการอุทกวิทยากับศิลปะลายเส้น เป็นสิ่งสวยงาม ซึ่งคงไว้ในความเป็นอุทกวิทยา การถอดความรู้จากตัวบุคคลแปรเปลี่ยนมาเป็นคู่มือ ถึงแม้ว่าจะเป็นการจัดทำครั้งแรก แต่ก็มีเนื้อหาและประเด็นน่าสนใจท้าทายผู้รู้มาวิพากษ์วิจารณ์ ทำให้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

หวังว่าผู้เข้ารับการอบรมหรือผู้สนใจคงได้รับประโยชน์จากคู่มือเล่มนี้ไม่มากก็น้อย

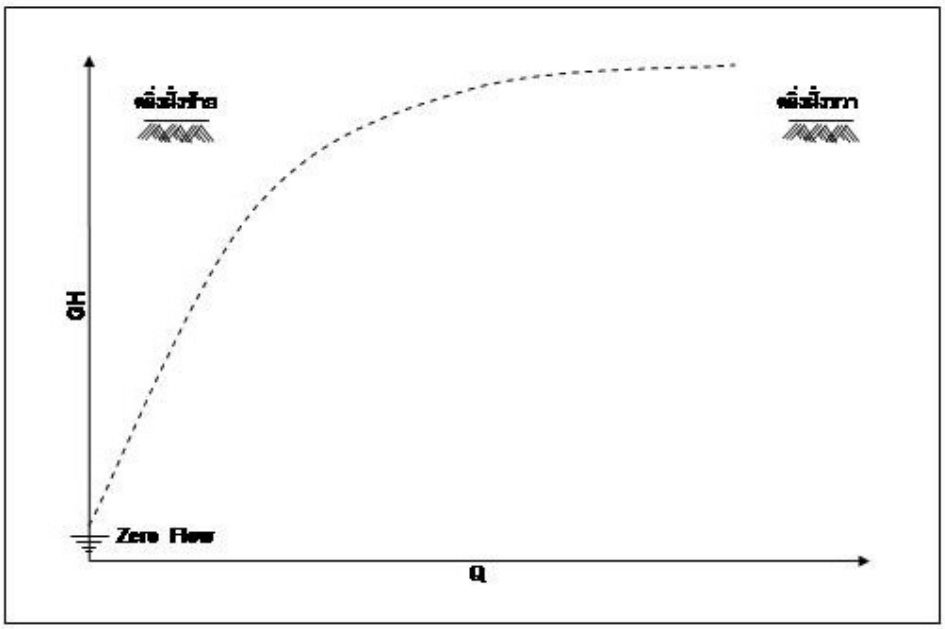
เจ้าหน้าที่กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ
ส่วนอุทกวิทยา
สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

2. **ลักษณะโดยทั่วไปของเส้นโค้งปริมาณน้ำ** (Rating curve) **ในกรณีต่าง ๆ**

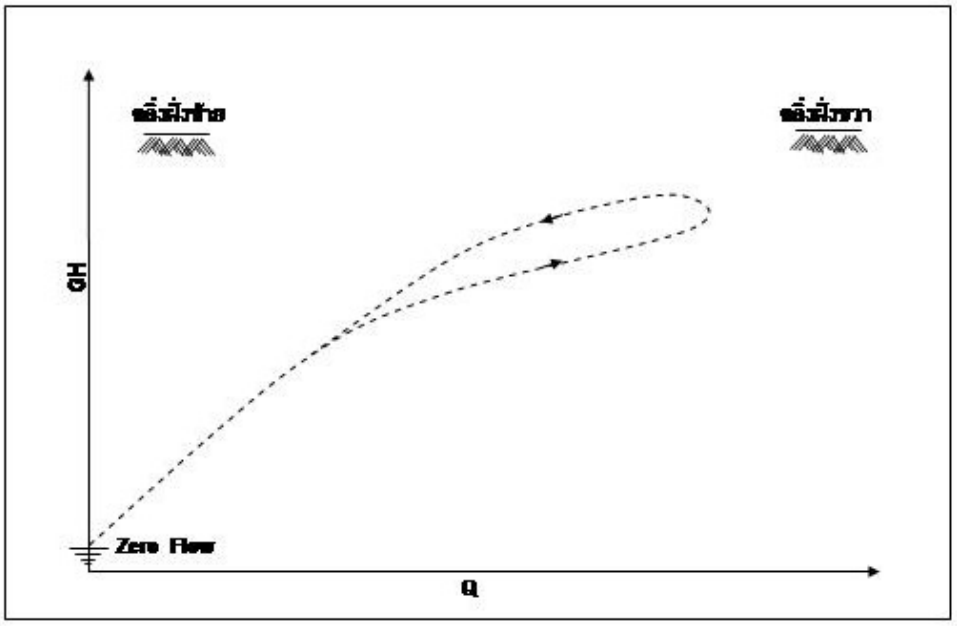
2.1 กรณีการไหลปกติ (Natural Flow หรือ Free Flow)



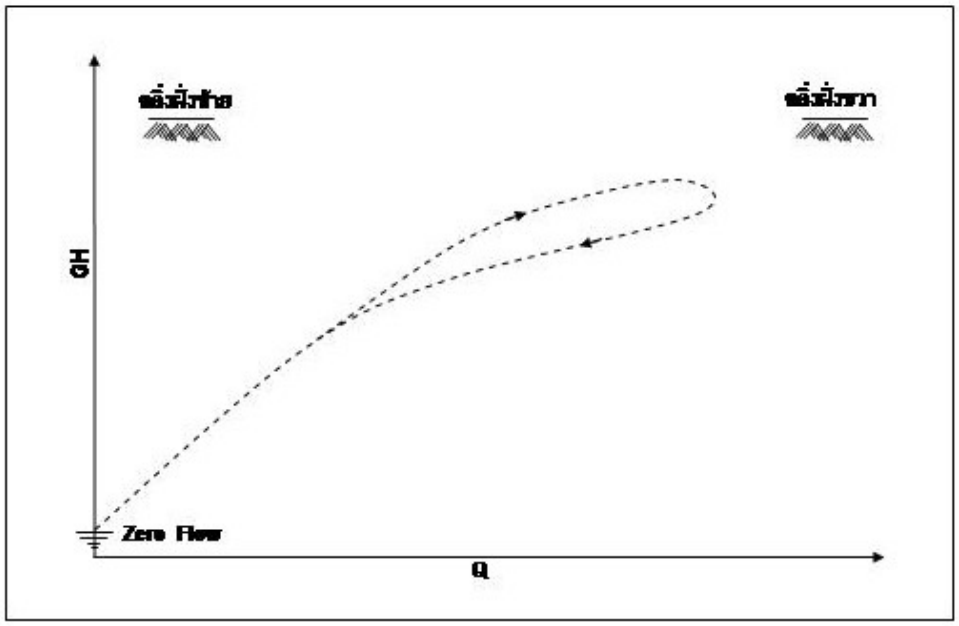
2.2 กรณีการไหลล้นตลิ่ง (Over bank flow)



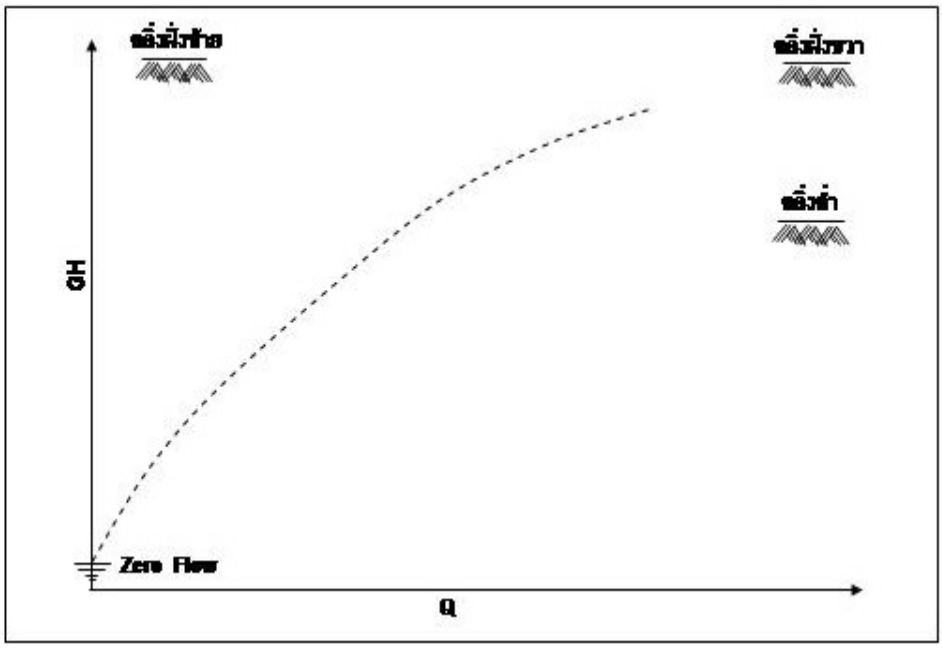
2.3 การไหลบ่าและเกิดสภาพการท่วมภายหลัง (Routing)



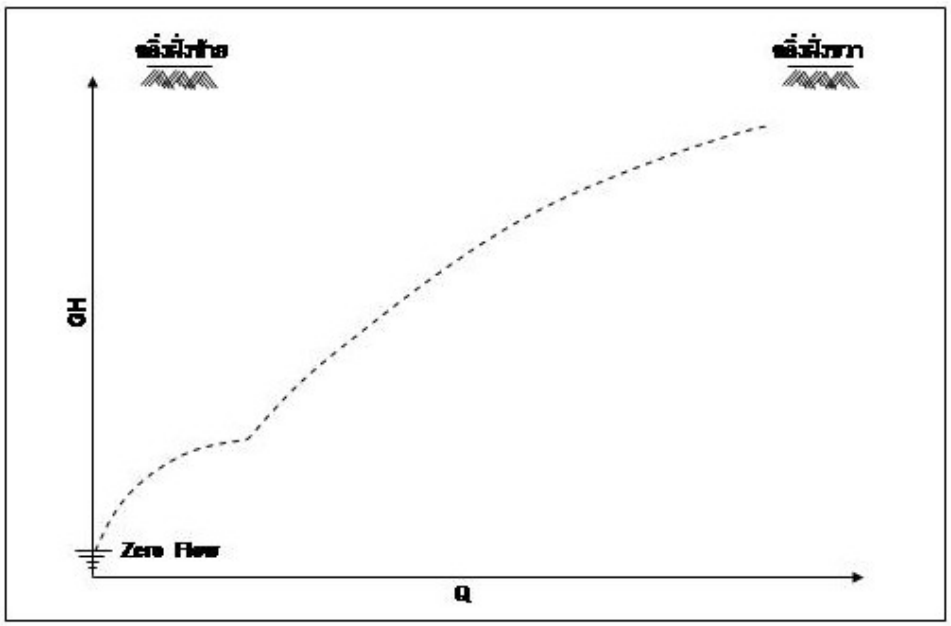
2.4 การไหลบ่าและด้านท้ายน้ำมีปริมาณน้ำท่วมขังอยู่หรือใกล้สบน้ำ



2.5 เส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) กรณีการไหลที่ลำน้ำมีตลิ่ง 2 ชั้น

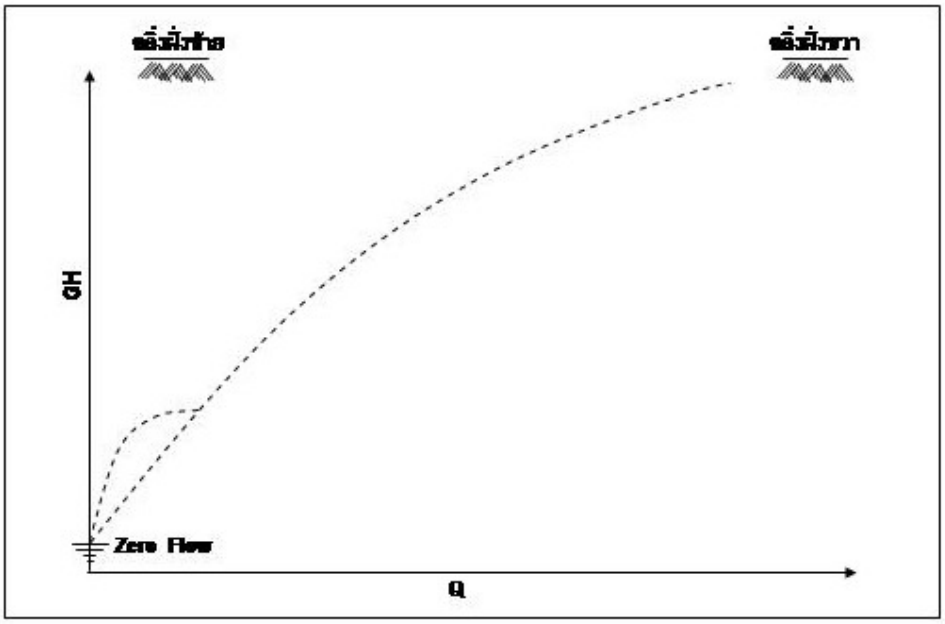


2.6 กรณีน้ำเท้อจากฝายท้ายแนวที่เป็นฝายถาวรหรือฝายน้ำล้น (Back water effect from ordinary weir)

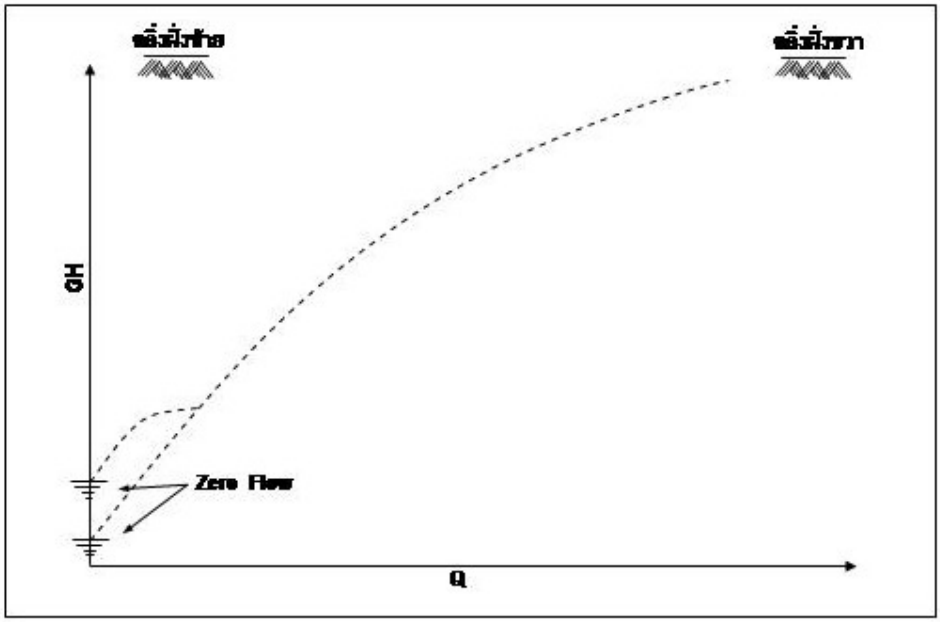


2.7 กรณีน้ำเท้อจากฝายท้ายแนวที่เป็นฝายชั่วคราวหรือฝายชาวบ้าน (Back water effect from local weir) ซึ่งมี 2 รูปแบบ

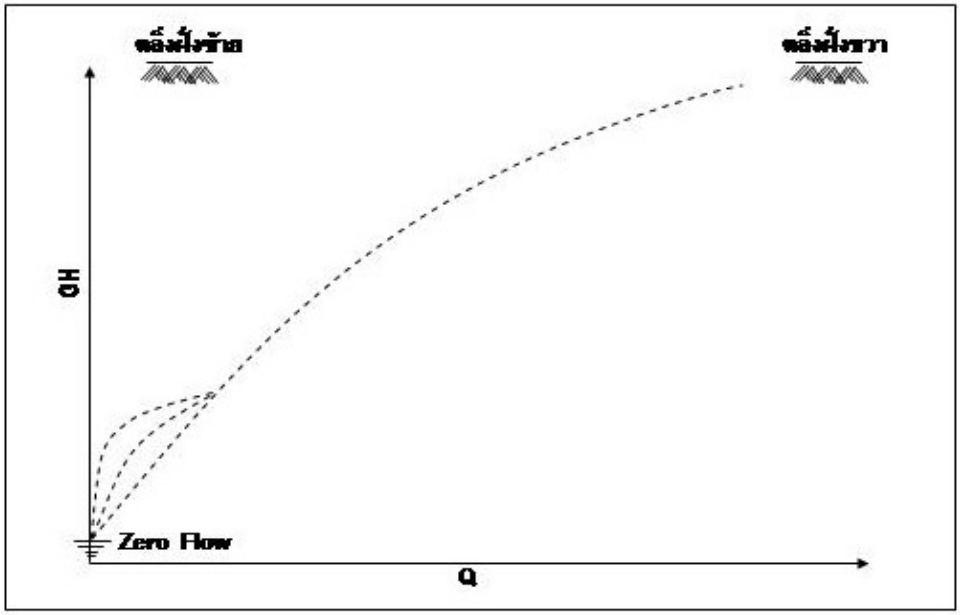
2.7.1 กรณีตรวจสอบระดับสันฝายไม่ได้



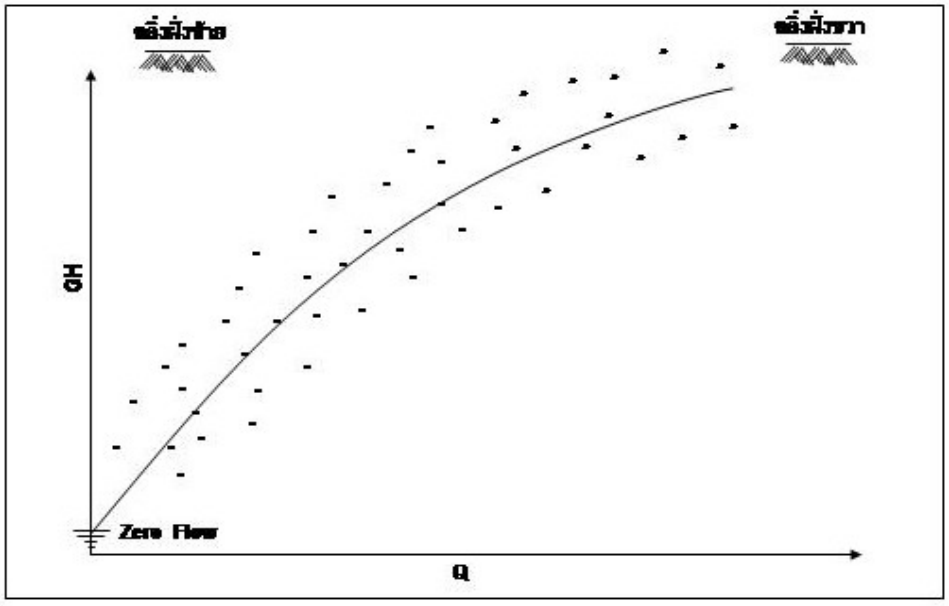
2.7.2 กรณีตรวจสอบระดับสันฝายได้

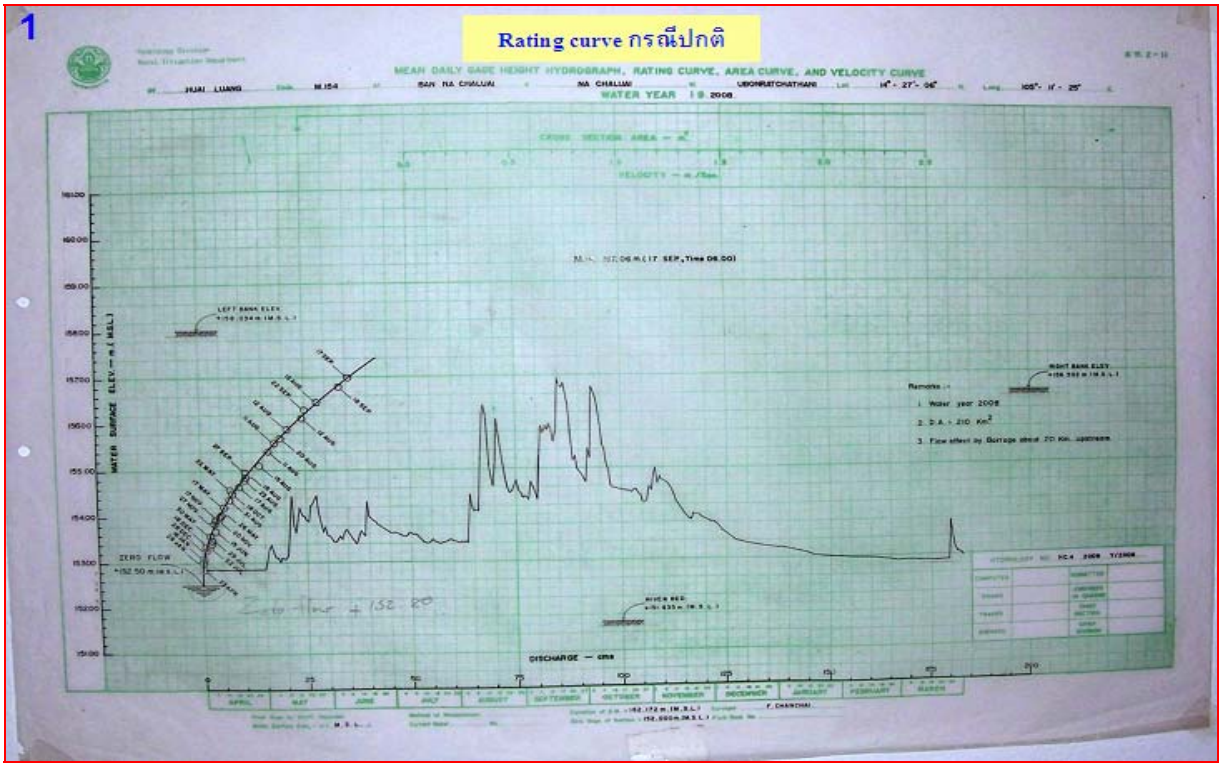


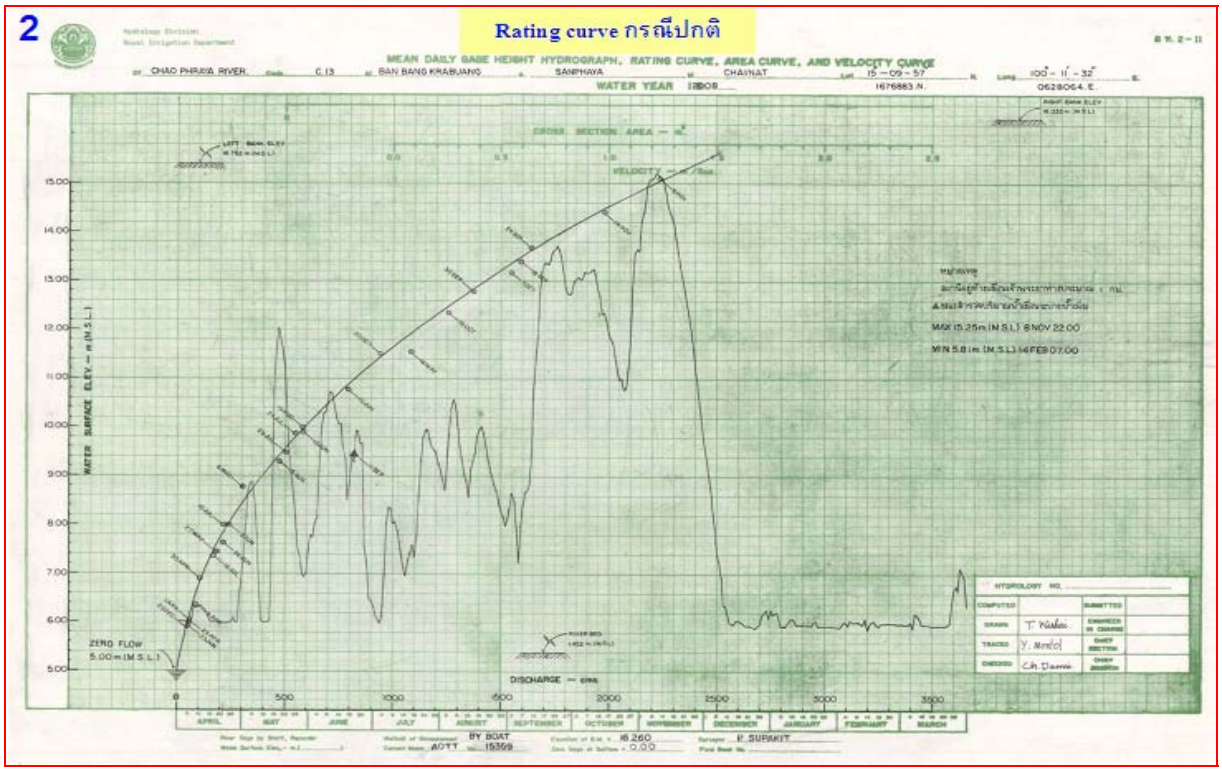
2.8 กรณีน้ำเท้อจากฝายท้ายแนวที่เป็นฝายหรือเขื่อนหรือประตูระบายน้ำแบบปิด - เปิด (Back water effect from Dam, Barrage, Reservoir)



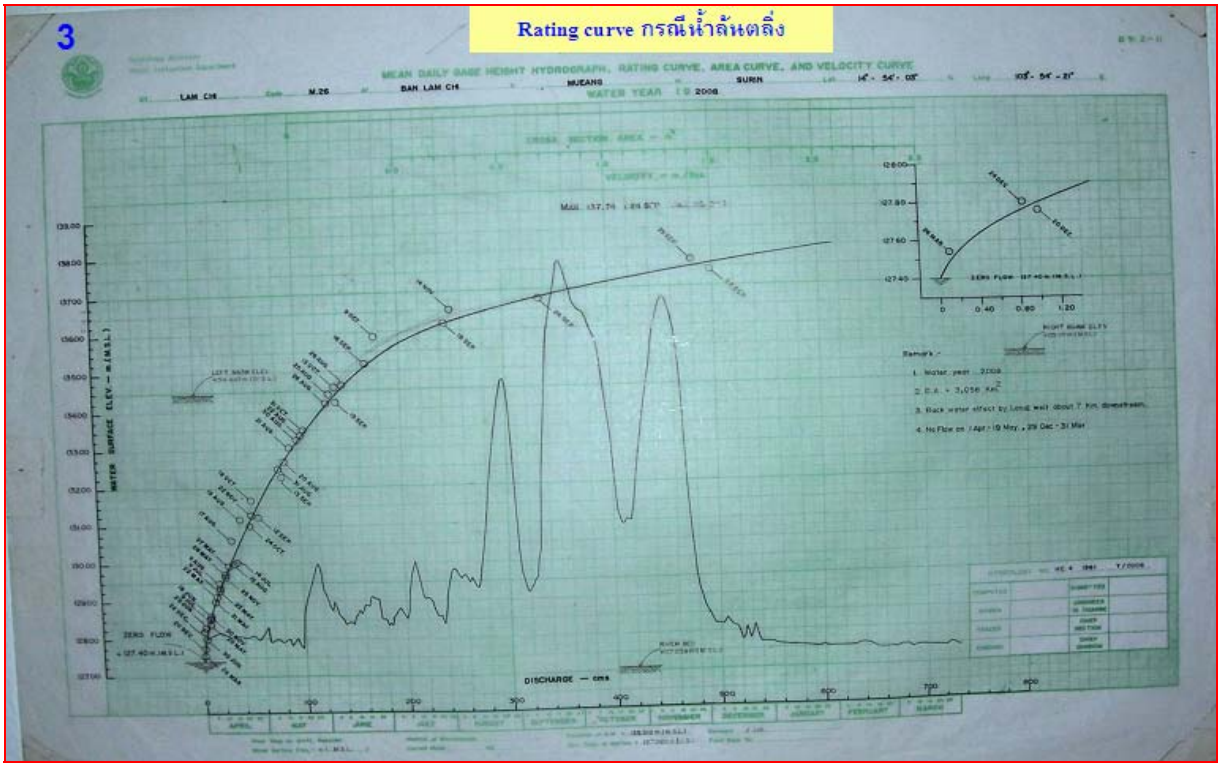
2.9 กรณีเหนือแนวมีเขื่อนหรือประตูระบายน้ำอยู่ใกล้

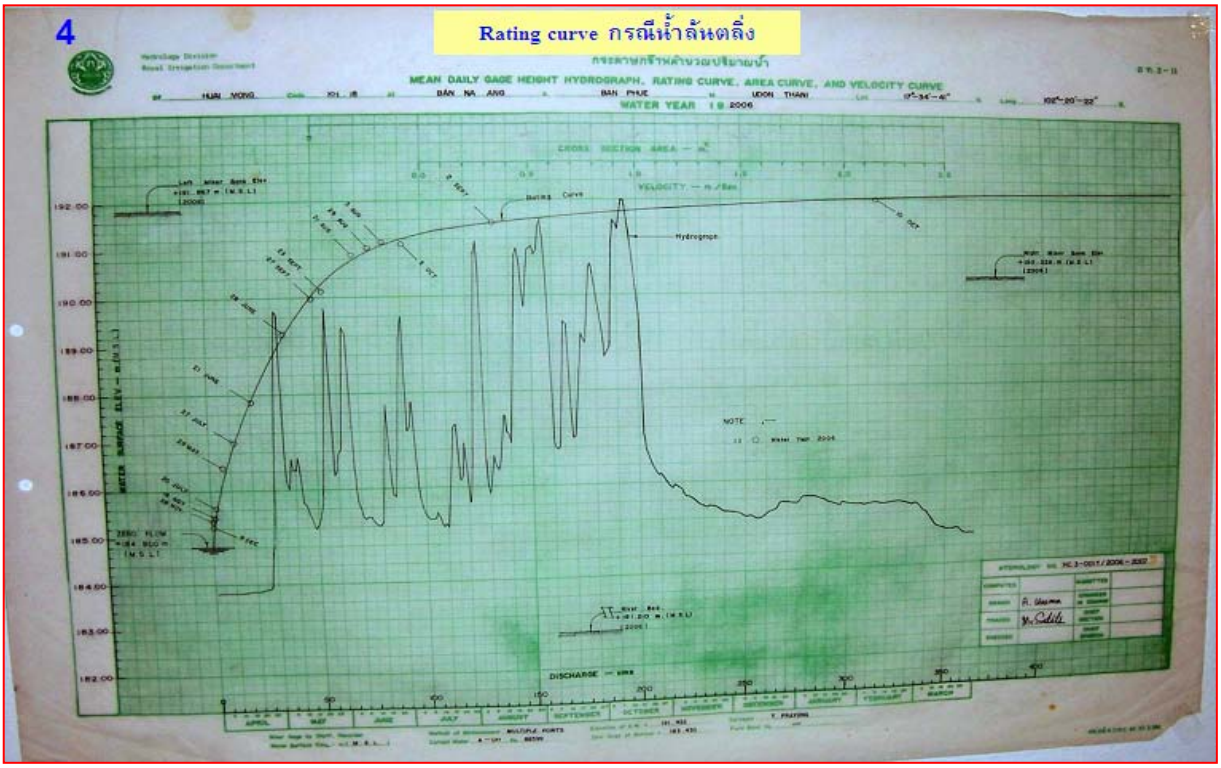




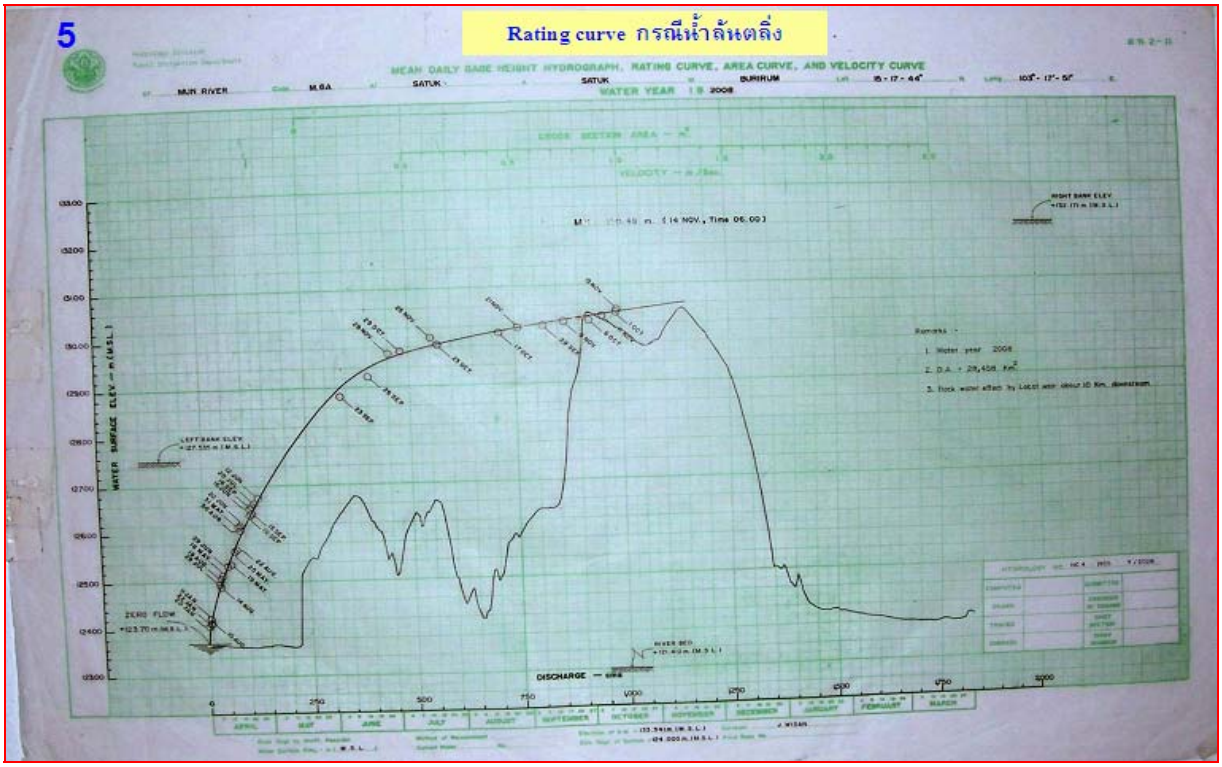


รูปที่ 1 – 2 Rating curve แบบปกติ

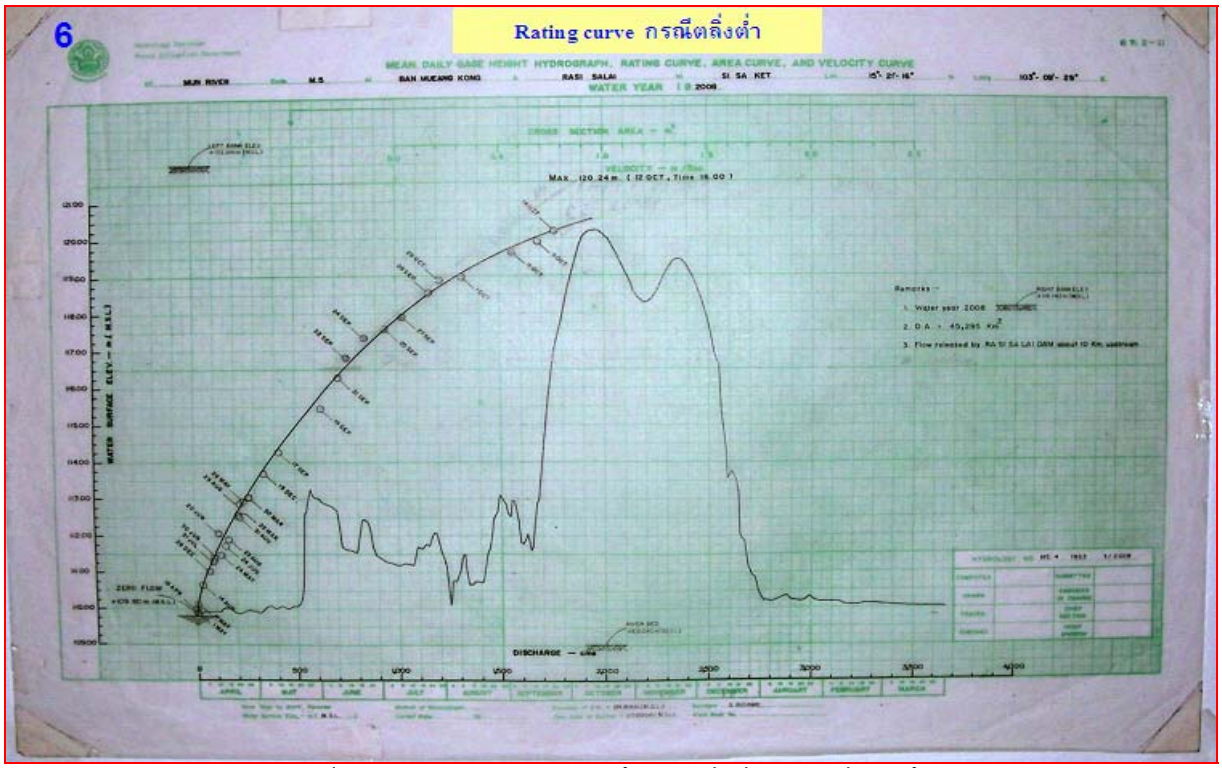




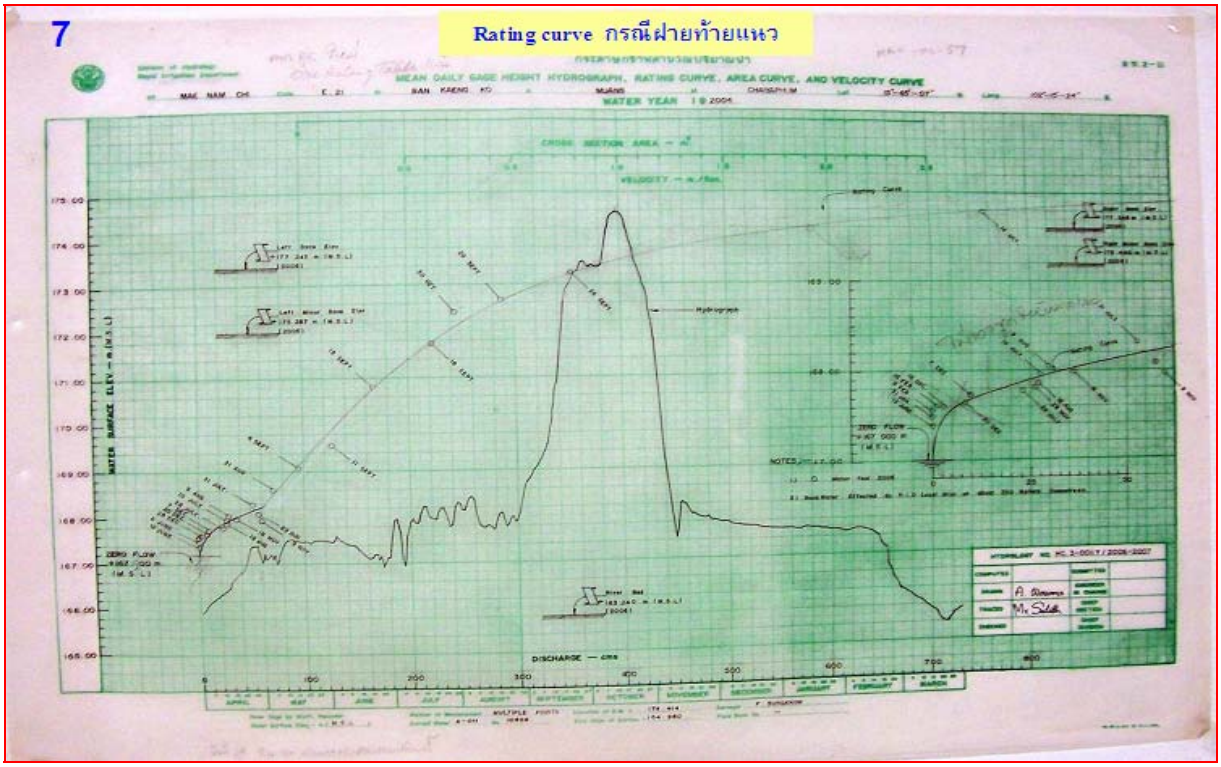
รูปที่ 3 – 4 Rating curve กรณีน้ำล้นตลิ่ง

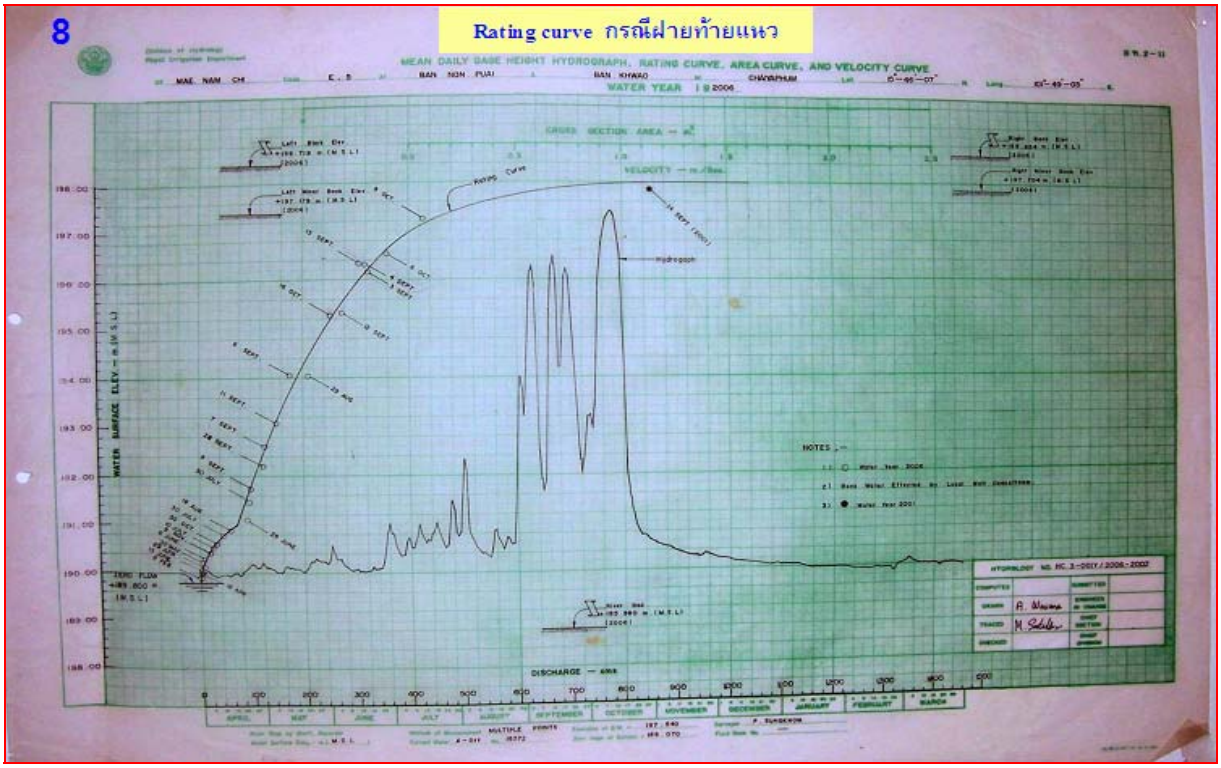


รูปที่ 5 Rating curve กรณีน้ำล้นตลิ่ง

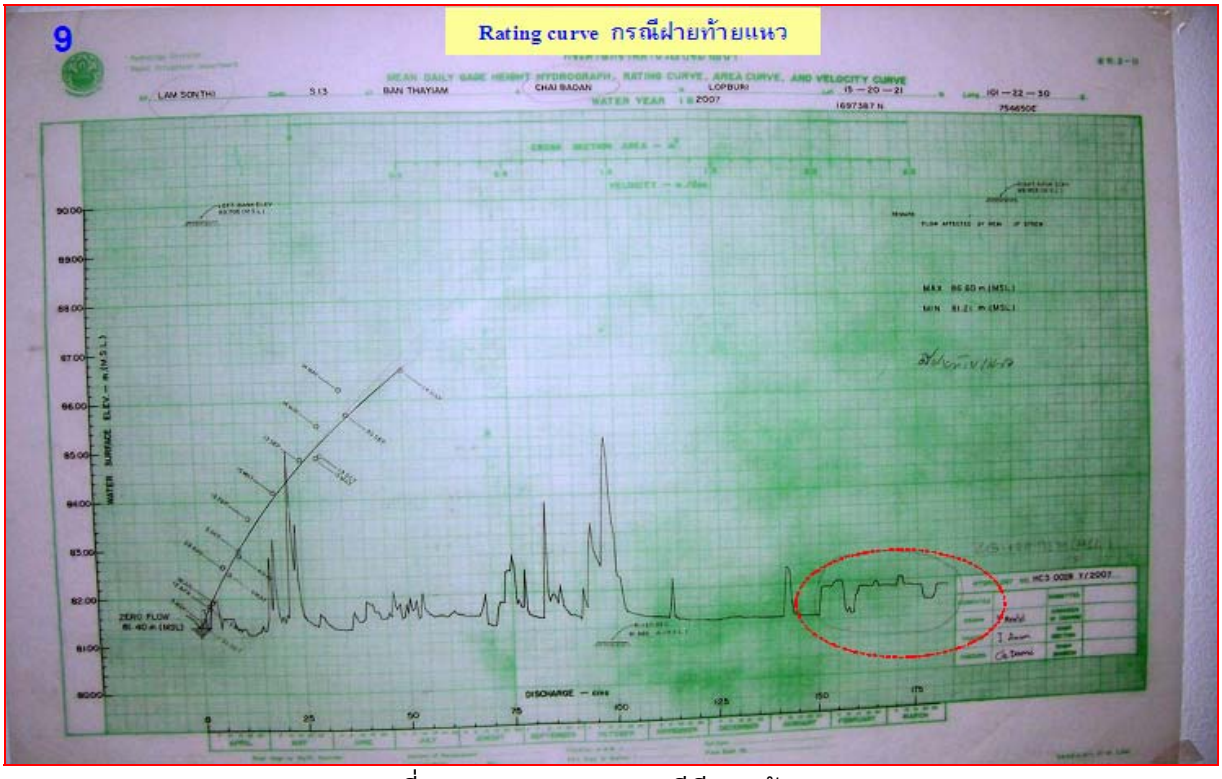


รูปที่ 6 Rating curve กรณีน้ำล้นตลิ่งต่ำหรือตลิ่ง 2 ชั้น

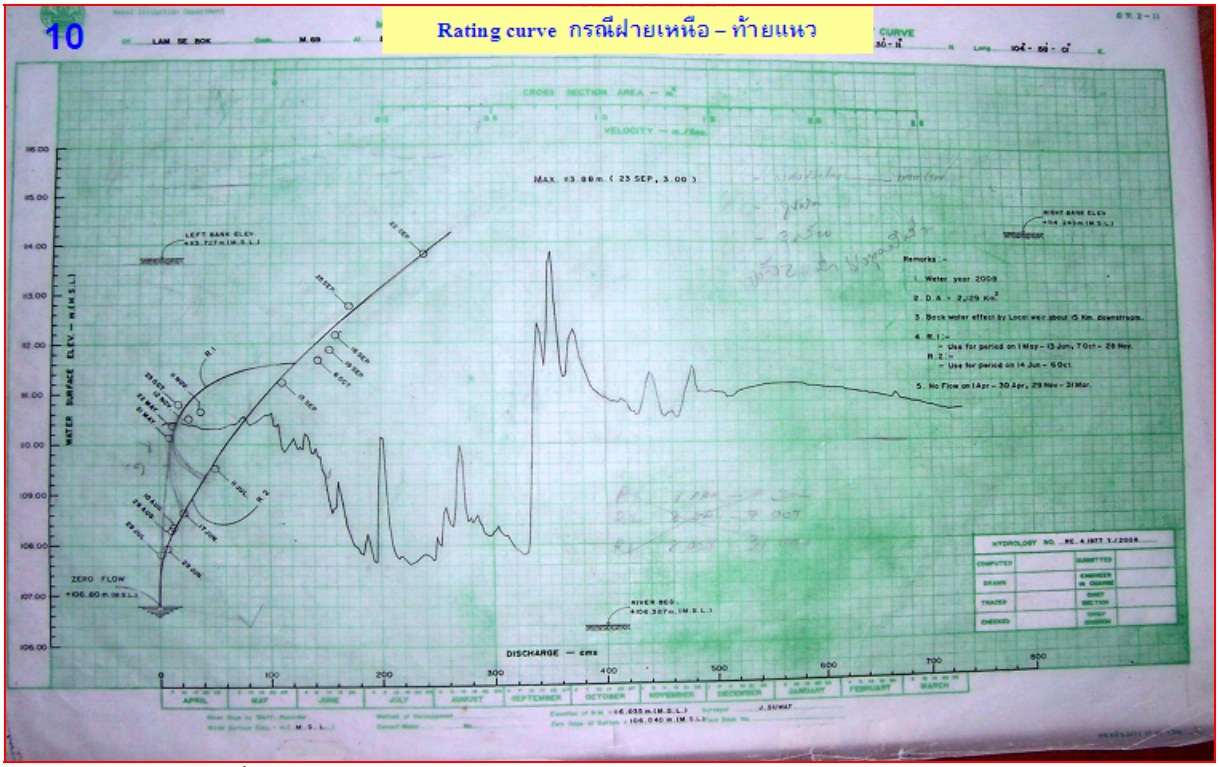




รูปที่ 7 – 8 Rating Curve กรณีมีฝายท้ายแนว



รูปที่ 9 Rating Curve กรณีมีฝายท้ายแนว



รูปที่ 10 Rating Curve กรณีฝายเหนือแนว – ท้ายแนว(บานเปิด – ปิด)

3. **ปัญหาและวิธีการแก้ไขโค้งปริมาณน้ำ** (Operator Rating Curve)

3.1 **การตั้งสเกล** (Scale rating curve) **ในกระดาษทำกราฟทำการ** (**อท**.02-11)

ควรตั้งให้ระดับน้ำกับปริมาณน้ำที่สำรวจได้ อยู่ในลักษณะ 35° - 50° โดยพิจารณาจากผลการสำรวจปริมาณน้ำประกอบด้วย ระดับน้ำและปริมาณน้ำสูงสุด-ต่ำสุด ซึ่งสามารถแยกเป็น

3.1.1 สเกลสำหรับปริมาณน้ำ (Discharge Scale)

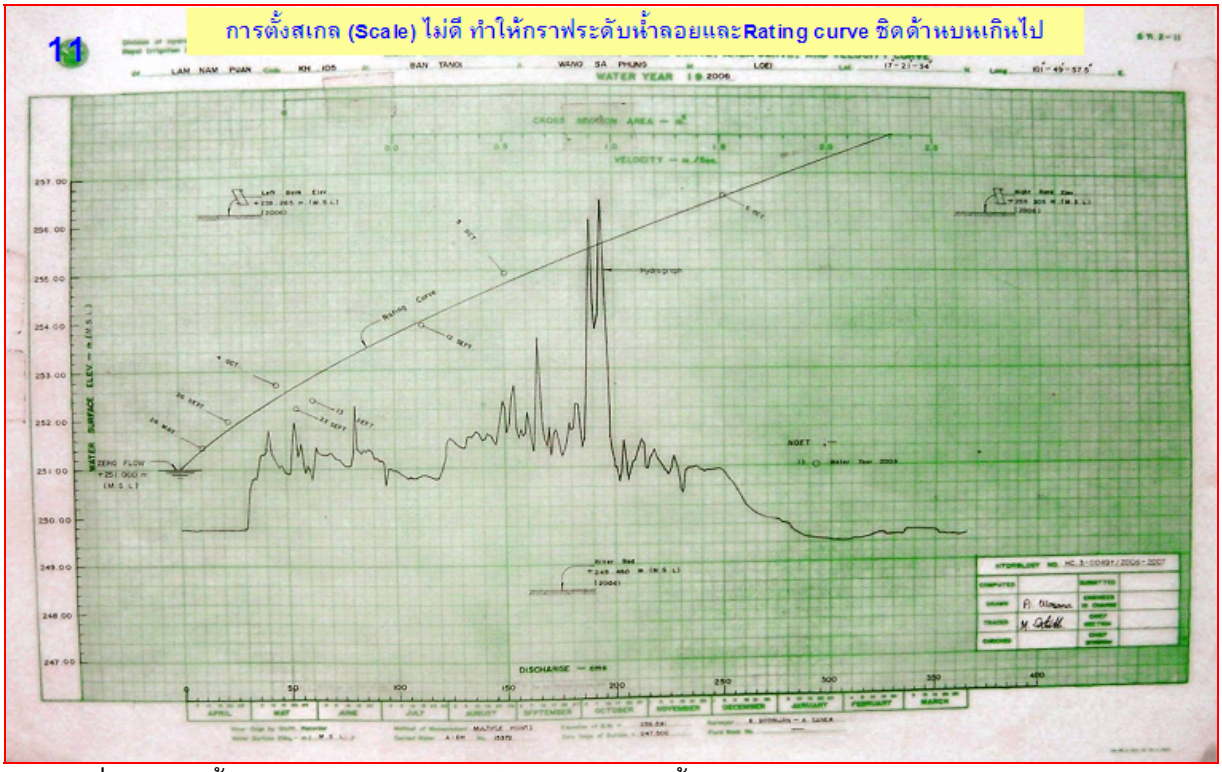
- ถ้าปริมาณน้ำสูงสุดมากกว่า 300 ลบ.ม./วินาที ควรใช้ สเกลใหญ่ หรือสเกลหยาบ (เริ่ม 0, 100, 250, 500 ต่อ 5 เซนติเมตร) เมื่ออ่านค่าความต่าง (Differential) จะได้ค่าปริมาณน้ำ (Q) 2, 5, 10 ลบ.ม./วินาที ต่อ 1 มิลลิเมตร
- ถ้าปริมาณน้ำสูงสุดอยู่ระหว่าง 25 – 300 ลบ.ม./วินาที ควรใช้สเกลปานกลาง (เริ่ม 10, 25, 50 ต่อ 5 เซนติเมตร) เมื่ออ่านค่าความต่าง (Differential) จะได้ค่าปริมาณน้ำ (Q) 0.2, 0.5, 1 ลบ.ม./วินาที ต่อ 1 มิลลิเมตร
- ถ้าปริมาณน้ำสูงสุดน้อยกว่า 25 ลบ.ม./วินาที ควรใช้สเกลเล็ก หรือ สเกลละเอียด (เริ่ม 0, 1, 2.5, 5 ต่อ 5 เซนติเมตร) เมื่ออ่านค่าความต่าง (Differential) จะได้ค่าปริมาณน้ำ (Q) 0.02, 0.05, 0.1 ลบ.ม./วินาที ต่อ 1 มิลลิเมตร

3.1.2 สเกลสำหรับระดับน้ำ (Gage Height Scale)

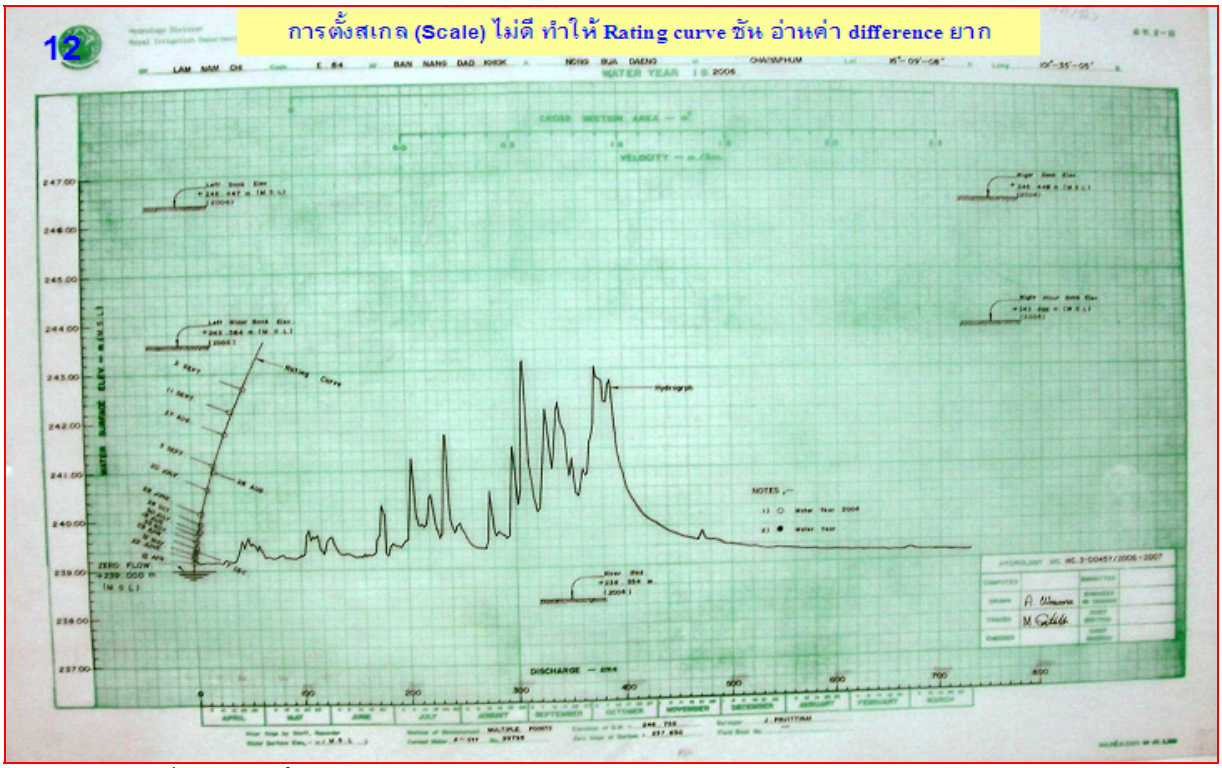
- ถ้าระดับน้ำสูงสุดหรือความสูงของตลิ่งเกินกว่า 12 เมตรควรใช้สเกลใหญ่ หรือสเกลหยาบ (เริ่มระดับน้ำ 1 เมตร ต่อ 2 เซนติเมตร) หรือพิจารณาตามความเหมาะสมได้ หรือเมื่ออ่านค่าความลึก (Depth) ที่ได้ คือ 5 เซนติเมตรระดับน้ำ ต่อ 1 ช่องมิลลิเมตรในกระดาษกราฟ
- ถ้าระดับน้ำสูงสุดหรือความสูงของตลิ่งอยู่ระหว่าง 5 - 12 เมตร ควรใช้สเกลปานกลาง (เริ่มระดับน้ำ 1 เมตร ต่อ 2.5 เซนติเมตร) หรือเมื่ออ่านค่าความลึก (Depth) ที่ได้ คือ 4 เซนติเมตรระดับน้ำ ต่อ 1 ช่องมิลลิเมตรในกระดาษกราฟ
- ถ้าระดับน้ำสูงสุดหรือความสูงตลิ่งไม่เกิน 5 เมตร ควรใช้สเกลละเอียด (เริ่มระดับน้ำ 1 เมตร ต่อ 5 เซนติเมตร) เมื่ออ่านค่าความลึก (Depth) ระดับน้ำจะได้ค่าที่อ่าน 2 เซนติเมตรระดับน้ำ ต่อ 1 ช่องมิลลิเมตรในกระดาษกราฟ

ข้อควรสังเกตุ

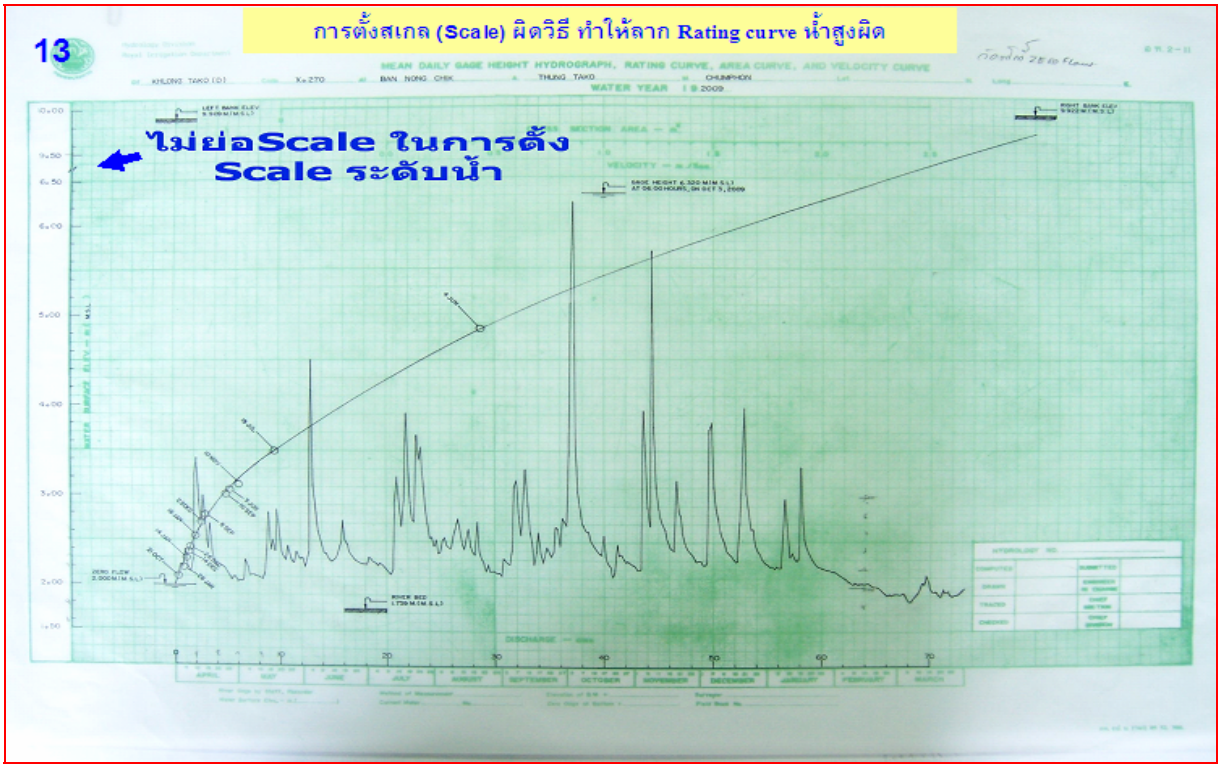
- ไม่ควรตั้ง Scale เผื่อไว้มาก เนื่องจากจะทำให้การตั้งสเกลอ่านยากแล้วทำให้การลงจุดสำรวจและอ่านค่าความต่าง (differential) ของ Rating Table ยากและผิดพลาดตามไปด้วย

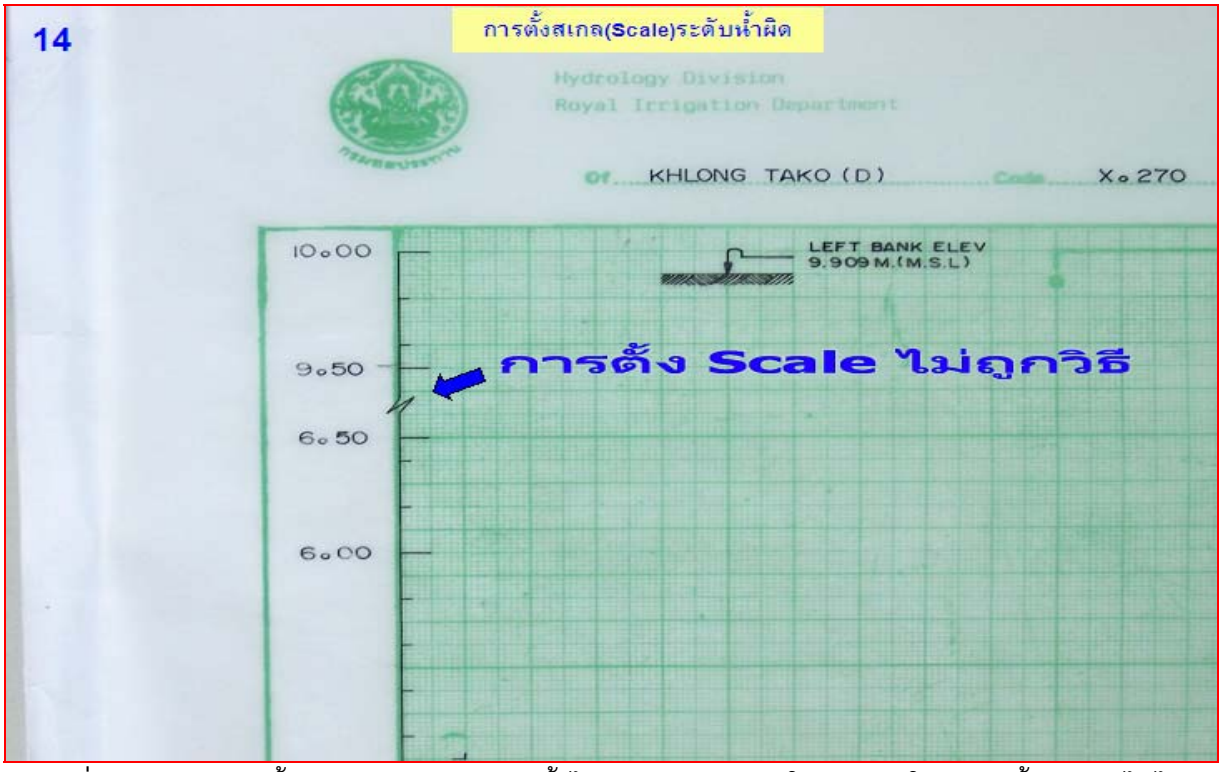


รูปที่ 11 การตั้งสเกล (Scale) ไม่ดี ทำให้กราฟระดับน้ำลอยและRating curve ชิดด้านบนเกินไป



รูปที่ 12 การตั้งสเกล (Scale) ไม่ดี ทำให้ Rating curve ชัน อ่านค่า difference ยาก





รูปที่ 13 – 14 การตั้งสเกล (Scale) ระดับน้ำไม่ควรย่อสเกล ทำให้ Curve ในระดับน้ำสูงอ่านไม่ได้

3.2 การวิเคราะห์การลงจุดสำรวจปริมาณน้ำ (ลงผิดตำแหน่ง, ไม่ถูกต้อง, จุดแตก, จุดกระเด็น)

ในกรณีมีการลงจุดสำรวจปริมาณน้ำผิด ทำให้เกิดจุดแตกหรือกระจายให้ทำการตรวจสอบดังนี้

3.2.1 ตรวจสอบระดับน้ำ ณ เวลาสำรวจ

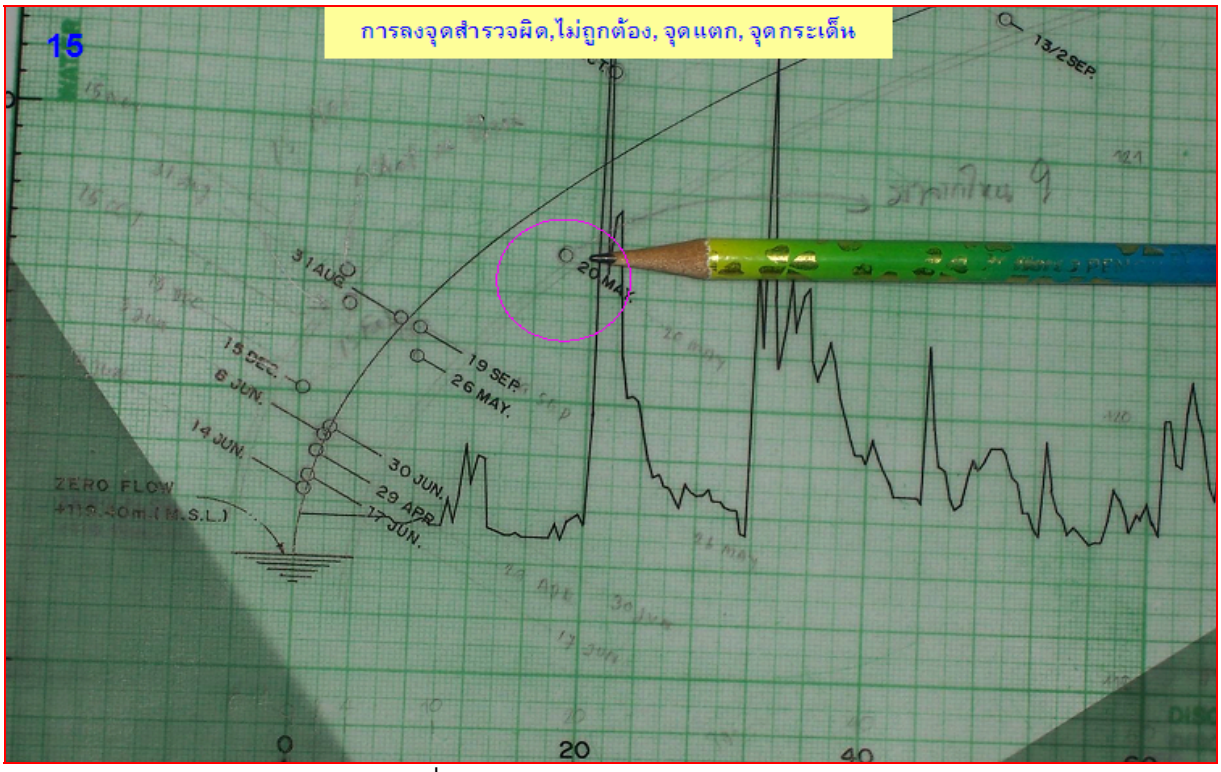
3.2.2 ตรวจสอบการบวกศูนย์เสาระดับ (Zero gauge) ของระดับน้ำ ณ เวลาสำรวจถูกต้องหรือไม่

3.2.3 ตรวจสอบระดับน้ำจาก อท.01 (24 เวลา, 5 เวลา, 3 เวลา) ว่าถูกต้องหรือใกล้เคียงกับเวลาสำรวจหรือไม่ ในบางกรณีอาจเกิดจากช่างสำรวจ อ่านระดับน้ำ ณ เวลาสำรวจผิด ซึ่งต้องตรวจสอบ ระหว่าง ระดับน้ำใน อท.01 กับระดับสำรวจใน อท.02 ให้ดี

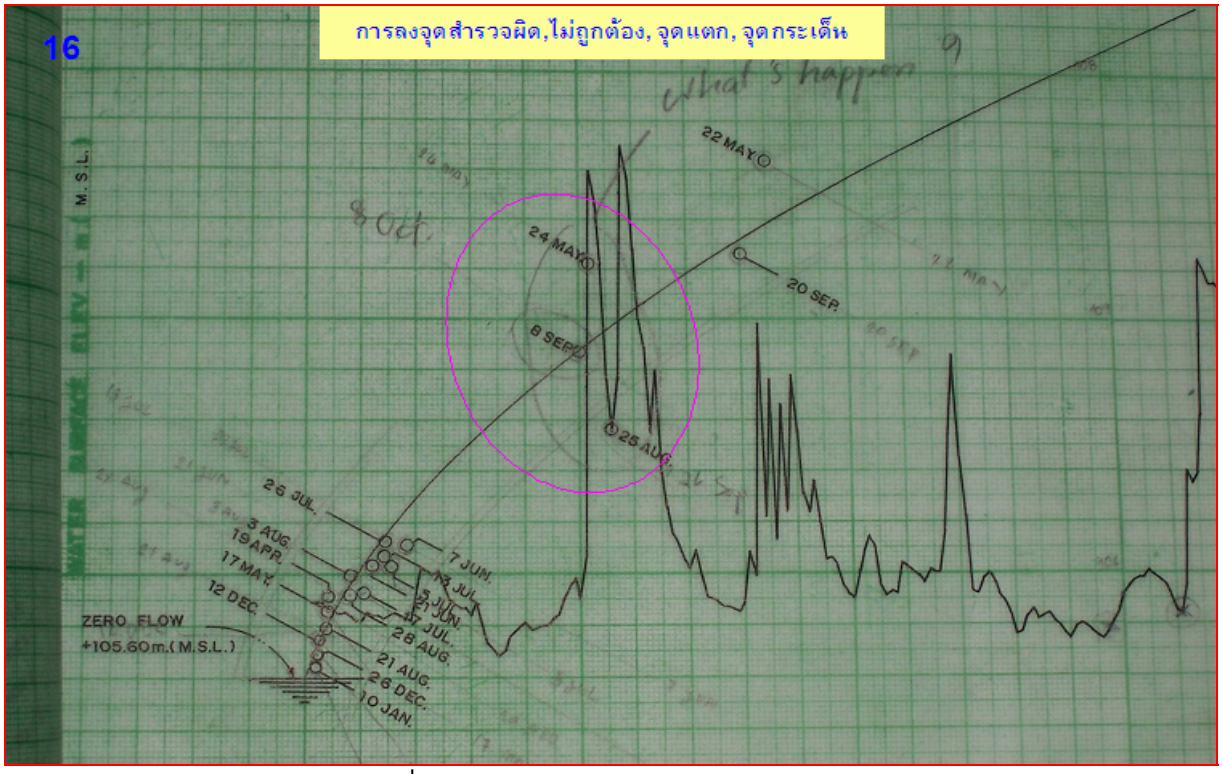
3.2.4 ตรวจสอบค่าความเร็วเฉลี่ยของลูกตั้ง จากแบบฟอร์ม อท-12 (ชป.36ข) ในกรณีนี้อาจเกิดจากการคำนวณความเร็วเฉลี่ยในลูกตั้งผิดพลาดหรือเกิดจากการทดรอบเฟืองในเครื่องวัดกระแสน้ำผิดพลาด ให้สอบถามช่างสำรวจเป็นรายกรณีไป

3.2.5 ตรวจสอบการคำนวณเนื้อที่รูปตัดลำน้ำ ว่าคำนวณถูกต้องหรือไม่ จากแบบฟอร์ม อท-12 (ชป.36ข)

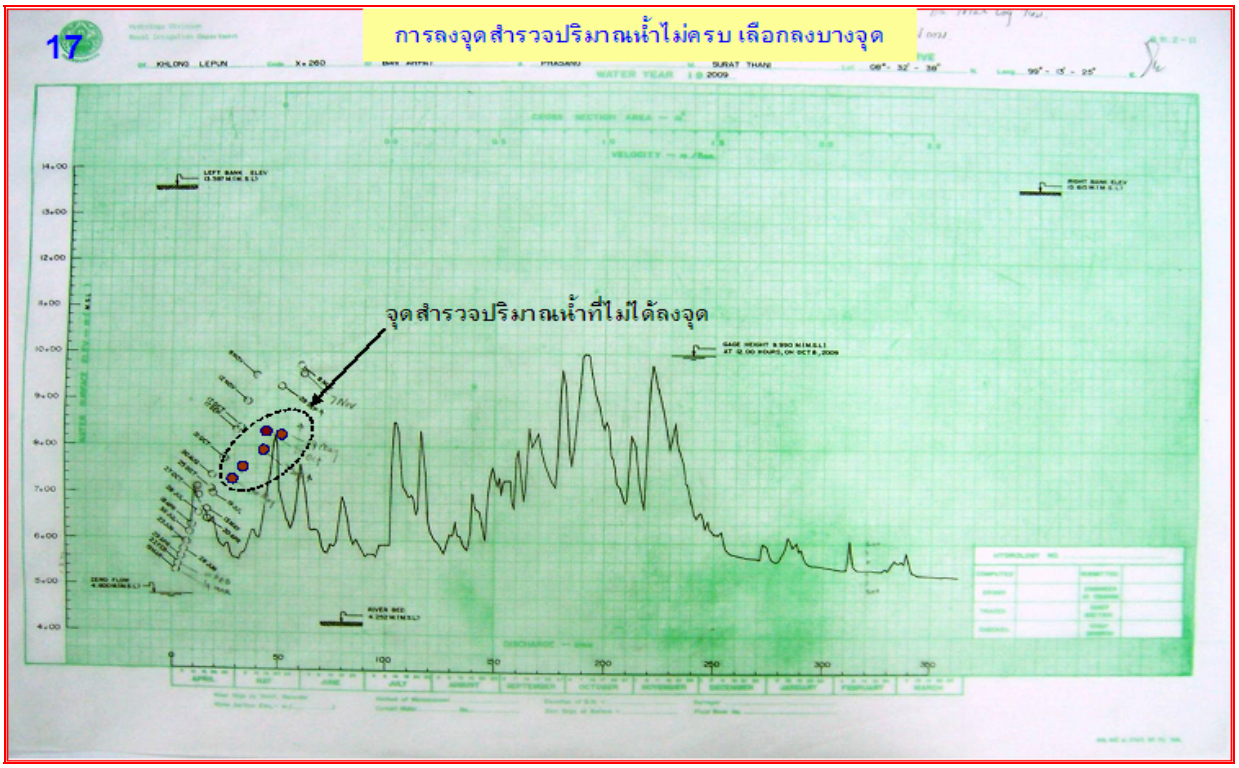
3.2.6 ตรวจสอบจุดสำรวจว่า สำรวจ ณ เวลาน้ำขึ้น (Rising) หรือ น้ำลง (Falling)



รูปที่ 13 การลงจุดสำรวจผิด,ไม่ถูกต้อง



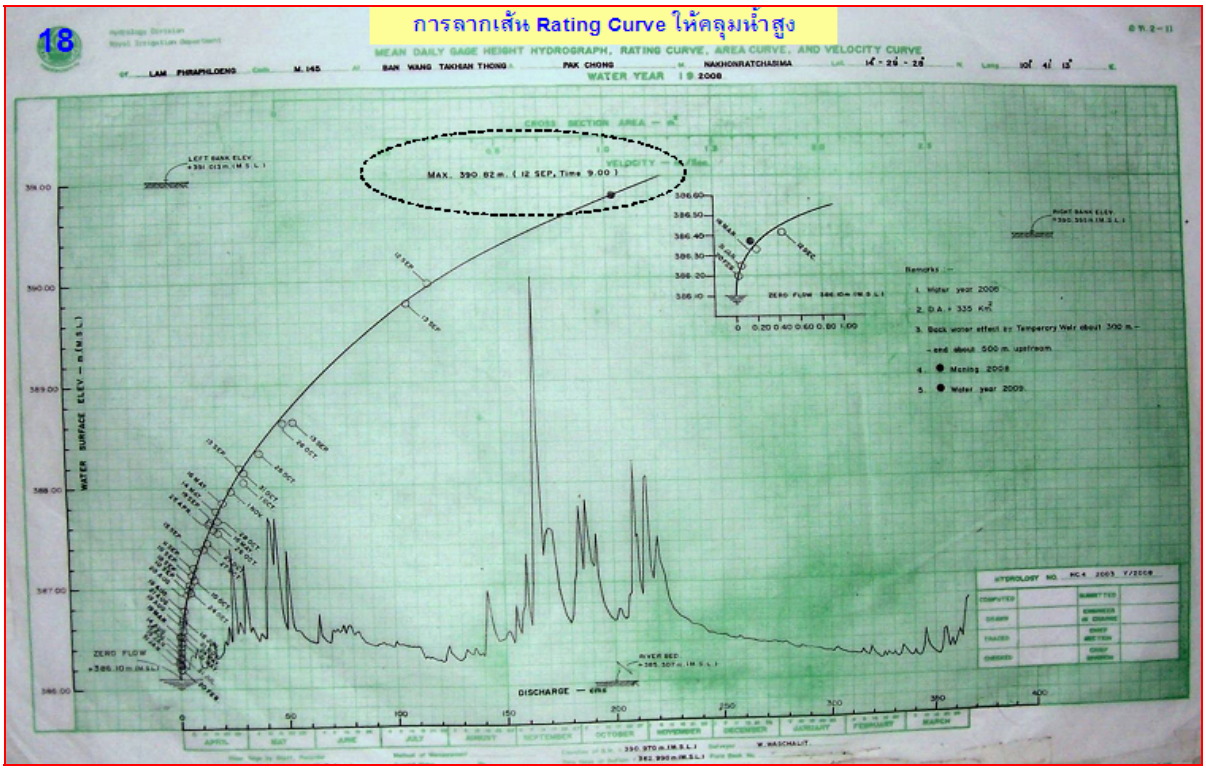
รูปที่ 16 การลงจุดสำรวจแตก, จุดกระเด็น



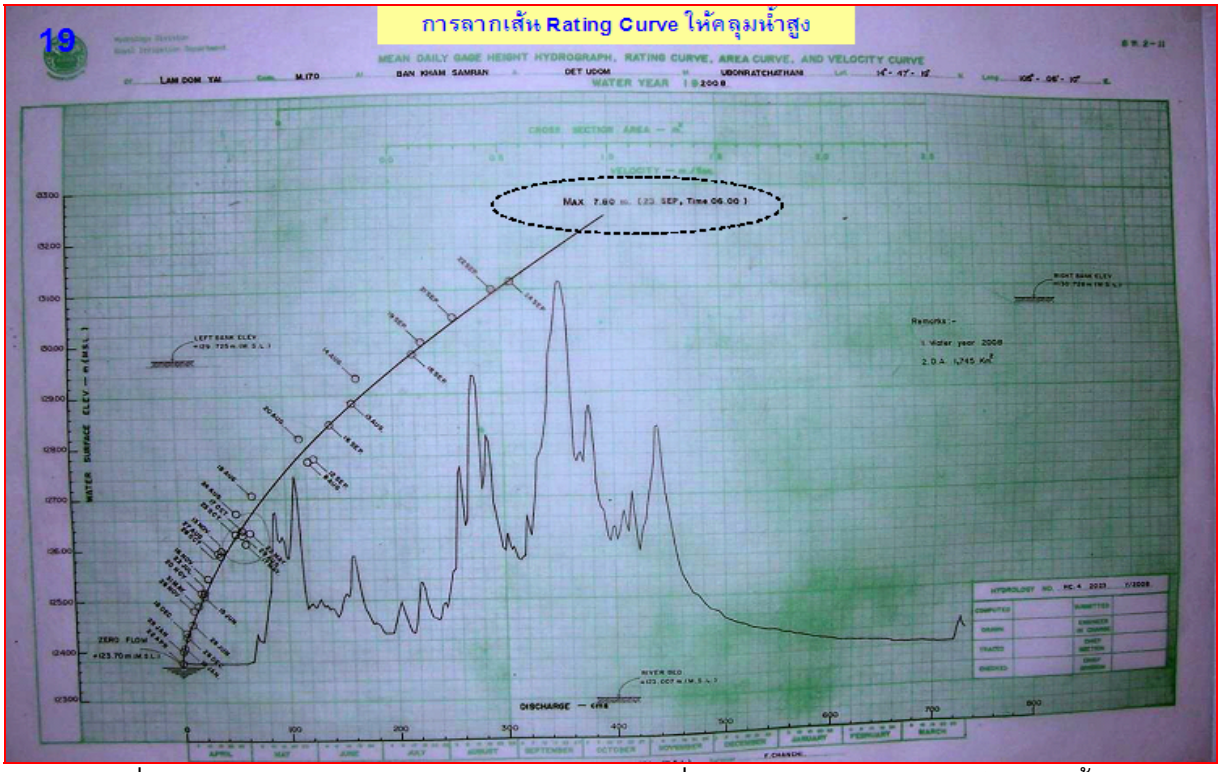
รูปที่ 17 การลงจุดสำรวจไม่ครบถ้วน ทำให้กำหนดแนวลาก Curve ไม่ถูกต้อง

3.3 **การลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ** (Rating Curve) **ให้คลุมน้ำสูง**

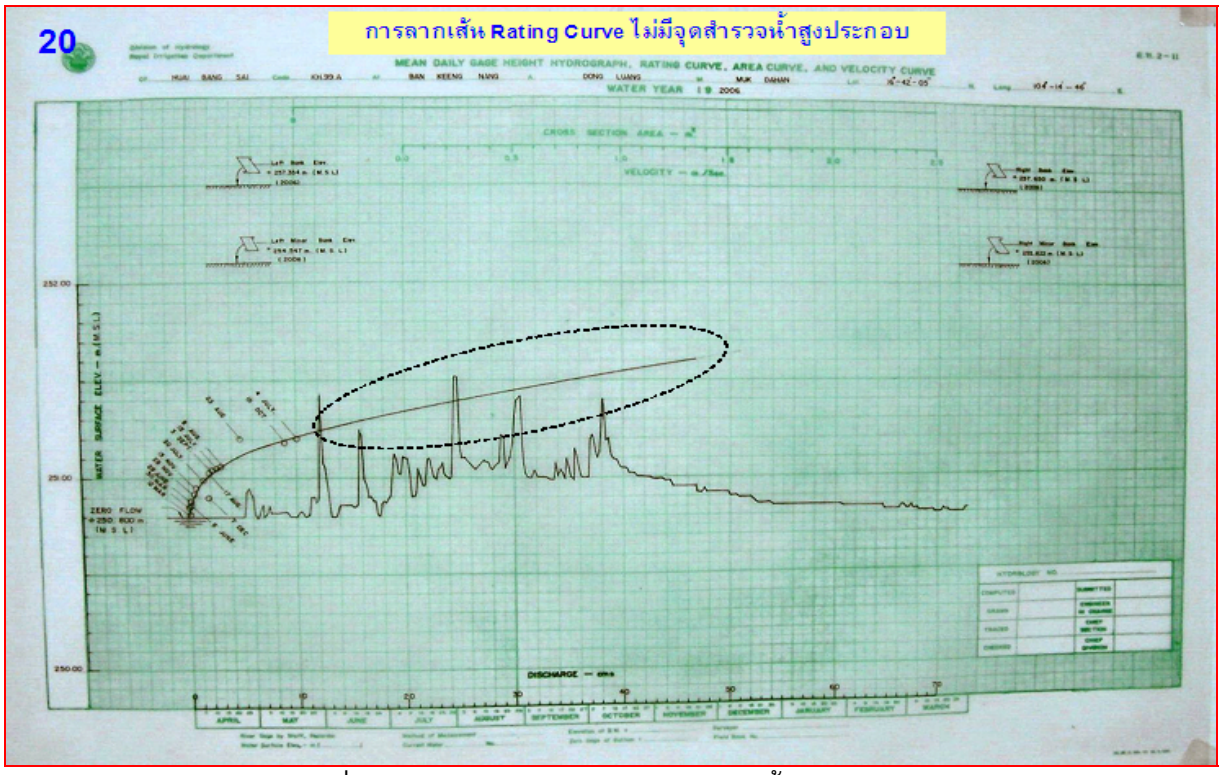
หาค่าระดับน้ำสูงสุดประจำปี (Maximum gauge Height) ลงในช่องหมายเหตุ เมื่อลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) ให้นำค่าระดับน้ำสูงสุดประจำปีขีดเป็นเส้นในแนวระดับน้ำตรงบริเวณที่จะลาก Rating curve เพื่อให้คลุมปริมาณน้ำสูงสุดประจำปี (Momentary peak)



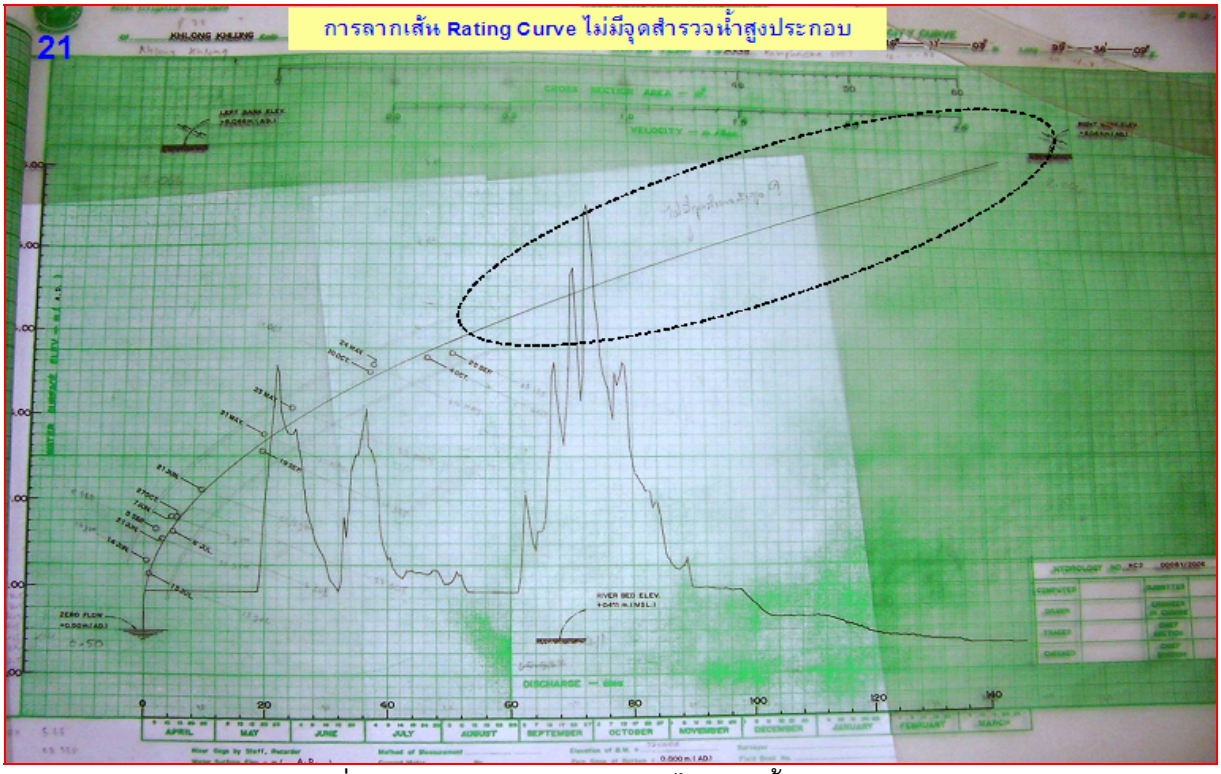
รูปที่ 18 การกำหนดค่า Maximum gage height เพื่อลากเส้น Rating Curve ให้คลุมน้ำสูง



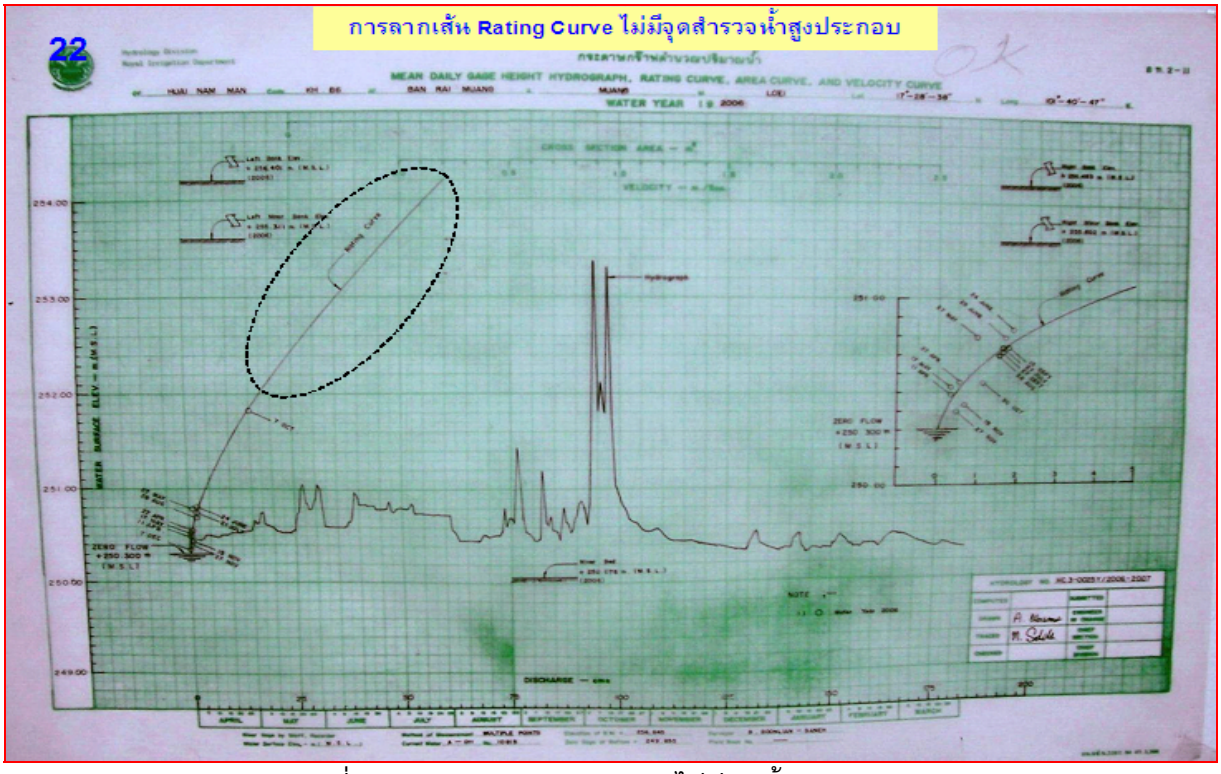
รูปที่ 19 การกำหนดค่า Maximum gage height เพื่อลากเส้น Rating Curve ให้คลุมน้ำสูง



รูปที่ 20 การลาก Rating Curve ไม่มีจุดน้ำสูงประกอบ



รูปที่ 21 การลาก Rating Curve ไม่มีจุดน้ำสูงประกอบ



รูปที่ 22 การลาก Rating Curve ไม่มีจุดน้ำสูงประกอบ

3.4 **การลาก** Rating Curve **โดยใช้จุดสำรวจปริมาณน้ำปีอื่น ๆมาเสริม**

กรณีสำรวจปริมาณน้ำสูงสุดไม่ได้ หรือกรณีบางช่วงของระดับน้ำต่างๆ มีจุดสำรวจปริมาณน้ำไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้จุดสำรวจของปีก่อนหน้า มาประกอบพิจารณาดังต่อไปนี้

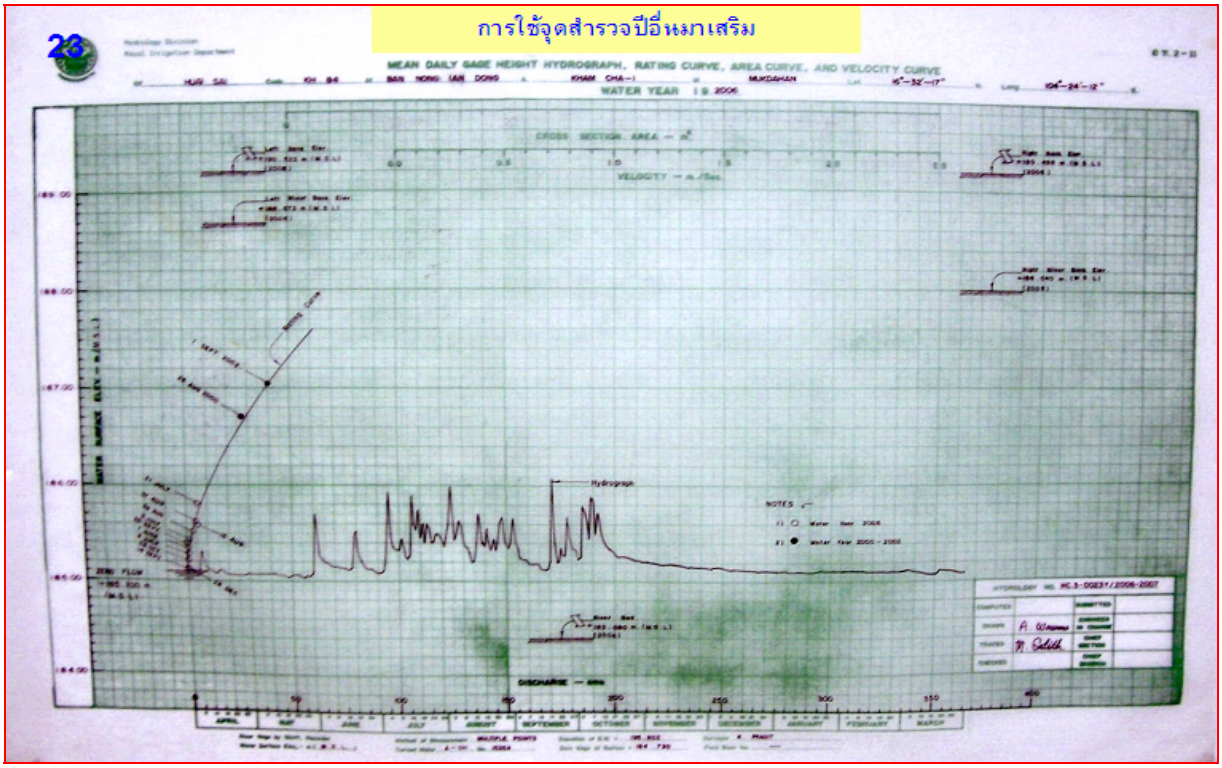
3.4.1 พิจารณาทิศทางและแนวโน้มของจุดสำรวจที่นำมาเสริม มีแนวทางเดียวกับกลุ่มจุดสำรวจของปีปัจจุบันหรือไม่ จากนั้นพิจารณาในข้อถัดไปประกอบ

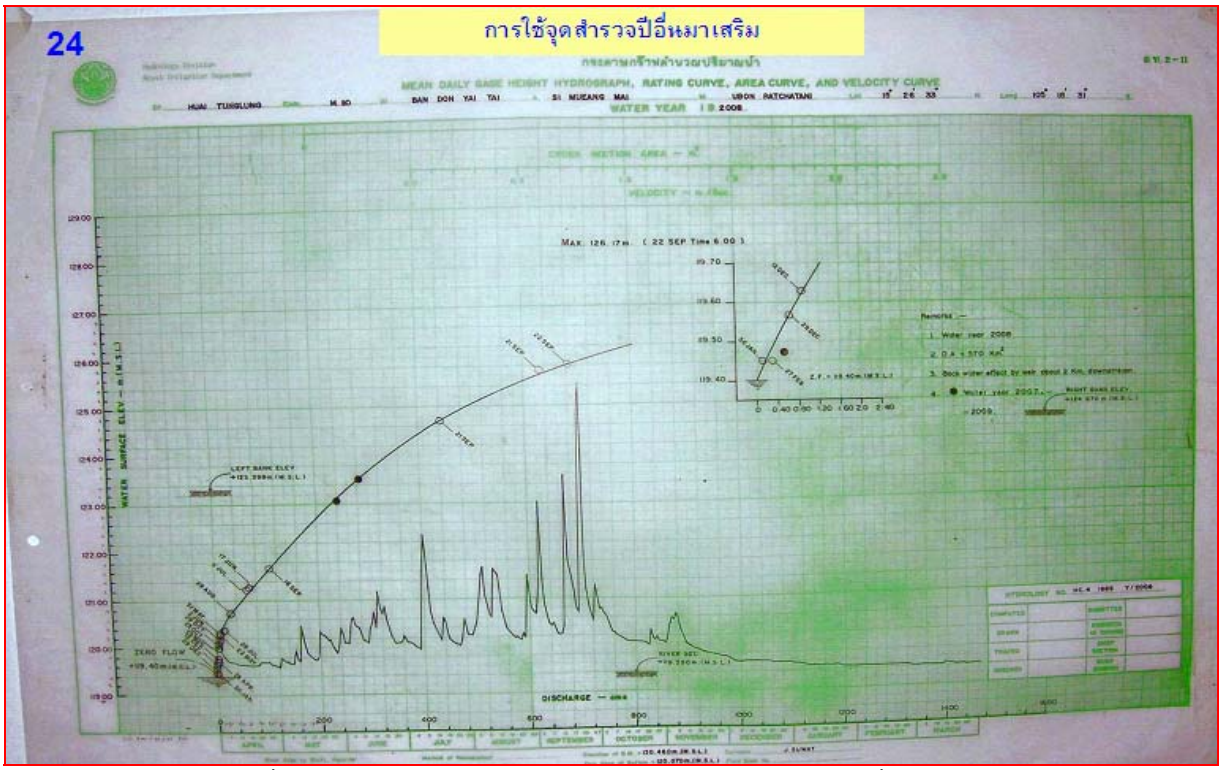
3.4.2 พิจารณาจากรูปตัดลำน้ำ (Cross section) ของปีปัจจุบันกับปีที่จะนำจุดสำรวจมาใช้ว่ามีรูปร่างรูปตัดลำน้ำใกล้เคียงกันหรือไม่ อย่างไร เช่น

- ในกรณีที่ลำน้ำมีขนาดเล็ก (มีพื้นที่รับน้ำไม่เกิน 1,500 ตร.กม.) ถึงแม้ว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดเพียงเล็กน้อย ก็ไม่สามารถนำข้อมูลจุดสำรวจของปีก่อนมาใช้ร่วมกับปีปัจจุบันได้
  แต่ถ้าพิจารณาแล้วมีแนวโน้มหรือทิศทางไปด้วยกันได้ ก็สามารถน้ำจุดสำรวจปริมาณน้ำนั้นไปใช้ได้
- ในกรณีที่เป็นลำน้ำขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา ปิง มูล ชี ฯ การเปลี่ยนแปลงรูปตัดมีไม่มาก สามารถใช้จุดสำรวจปริมาณน้ำร่วมกันได้ ประกอบกับเป็นลำน้ำขนาดใหญ่ ไม่ส่งผลต่ออัตราการไหล จึงสามารถนำข้อมูลจุดสำรวจมาใช้ร่วมกับปีปัจจุบันได้

3.4.3 ในกรณีสำรวจปริมาณน้ำสูงสุดประจำปี (Momentary peak) ของปีปัจจุบันไม่ได้ ให้หาจุดสำรวจของปีก่อนหน้า โดยให้พิจารณาว่าครอบคลุมน้ำสูงสุดของปีปัจจุบันหรือไม่ ถ้าเป็นไปได้ ข้อมูลสำรวจที่จะนำมาใช้ควรจะมีค่าน้ำสูงสุดมากกว่าปีปัจจุบัน และเมื่อลงจุดสำรวจในกระดาษกราฟทำการ (อท. 2-11) ให้พิจารณาดูแนวโน้มหรือทิศทางว่ามีความสอดคล้องกับปีปัจจุบันหรือไม่ โดยพิจารณาร่วมกับรูปตัดลำน้ำของปีที่นำมาใช้กับปีปัจจุบัน

3.4.4 ในกรณีปีที่ทำการลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) มีปริมาณน้ำล้นตลิ่งให้เลือกจุดข้อมูลสำรวจปีที่มีน้ำล้นตลิ่งเช่นกัน โดยเลือกให้ครอบคลุมน้ำท่วมตลิ่งจุดน้ำสำรวจปีปัจจุบัน โดยพิจารณารูปตัดลำน้ำประกอบเช่นกัน





รูปที่ 23 - 24 การลาก Rating Curve โดยใช้จุดสำรวจปีอื่นมาเสริม

3.5 **การกำหนดจุดน้ำเริ่มไหล** (Zero flow)

Zero flow คือ จุดที่ศูนย์ปริมาณน้ำหรือจุดน้ำเริ่มไหล ซึ่งมีการเข้าใจผิดว่า Zero flow กับ River bed เป็นค่าเดียวกัน แต่จริงๆแล้ว ระดับจุดที่น้ำเริ่มไหลนี้จะต้องไม่ต่ำกว่า ระดับท้องน้ำ (river bed) แต่จะอยู่ใกล้เคียงกับระดับน้ำต่ำสุด โดยค่า Zero flow สามารถพิจารณาหาค่าได้จาก

3.5.1 ดูจากกลุ่มจุดสำรวจที่อยู่ต่ำสุดในกระดาษกราฟทำการ (อท.2-11) และมีค่าปริมาณการไหล (Q) น้อยที่สุด

3.5.2 พิจารณาจาก Zero flow ของปีก่อนหน้านั้นร่วมกับปีปัจจุบันเพื่อให้มีปริมาณน้ำต่อระหว่างปี ควรมีค่าใกล้เคียงกัน

3.5.3 พิจารณาจากรูปตัดขวางลำน้ำ (Cross section) บริเวณท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด จุดต่ำสุดของท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้านั้น

3.5.4 เมื่อสร้าง Rating Curve เสร็จแล้ว ในการทาย log ให้เป็นเส้นตรง ในบางกรณีต้องมีการปรับคา Zero flow ขึ้นหรือลงจากเดิม ในกรณีเพื่อให้ Trial log เป็นเส้นตรง ไม่ควรปรับค่า Zero flow มากกว่า ± 10 – 20 cm. ยกเว้นมีการเปลี่ยนแปลงของจุดน้ำเริ่มไหล (Zero flow) อย่างเห็นได้ชัดเจน

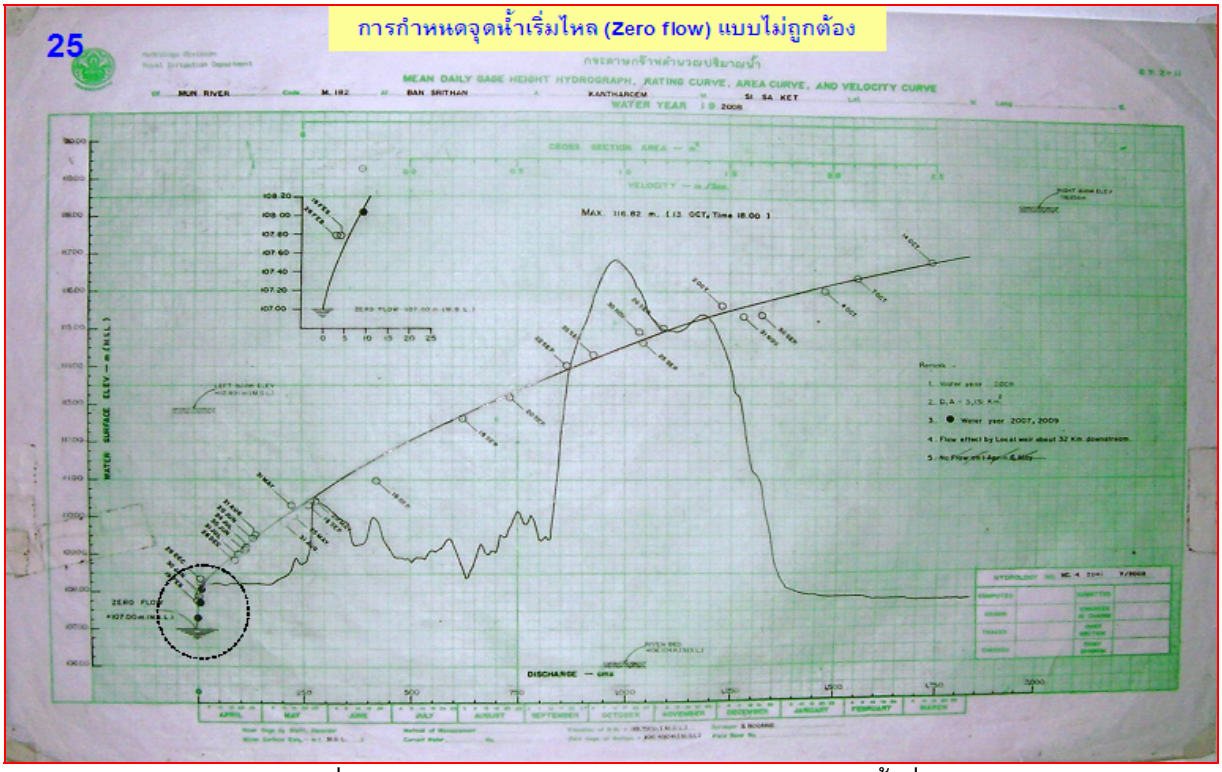
3.5.5 การพิจารณาจุดที่น้ำเริ่มไหล (Zero flow) เมื่อมีผลกระทบจากฝาย เขื่อน หรือประตูระบายน้ำ ถ้าสามารถแยกจุดสำรวจปริมาณน้ำได้ชัดเจนระหว่างการเปิด – ปิด บานของฝาย เขื่อนหรือประตูระบายน้ำสามารถสร้าง Zero flow แยกออกเป็น 2 จุดได้

3.5.6 ในกรณีใช้จุดสำรวจปีก่อนหน้านั้นมาลงในกลุ่มจุดสำรวจน้ำต่ำ ให้พิจารณาการเกาะกลุ่มทิศทางและแนวโน้มของจุดสำรวจระหว่างปีปัจจุบันกับปีก่อนหน้านั้นร่วมกันด้วย

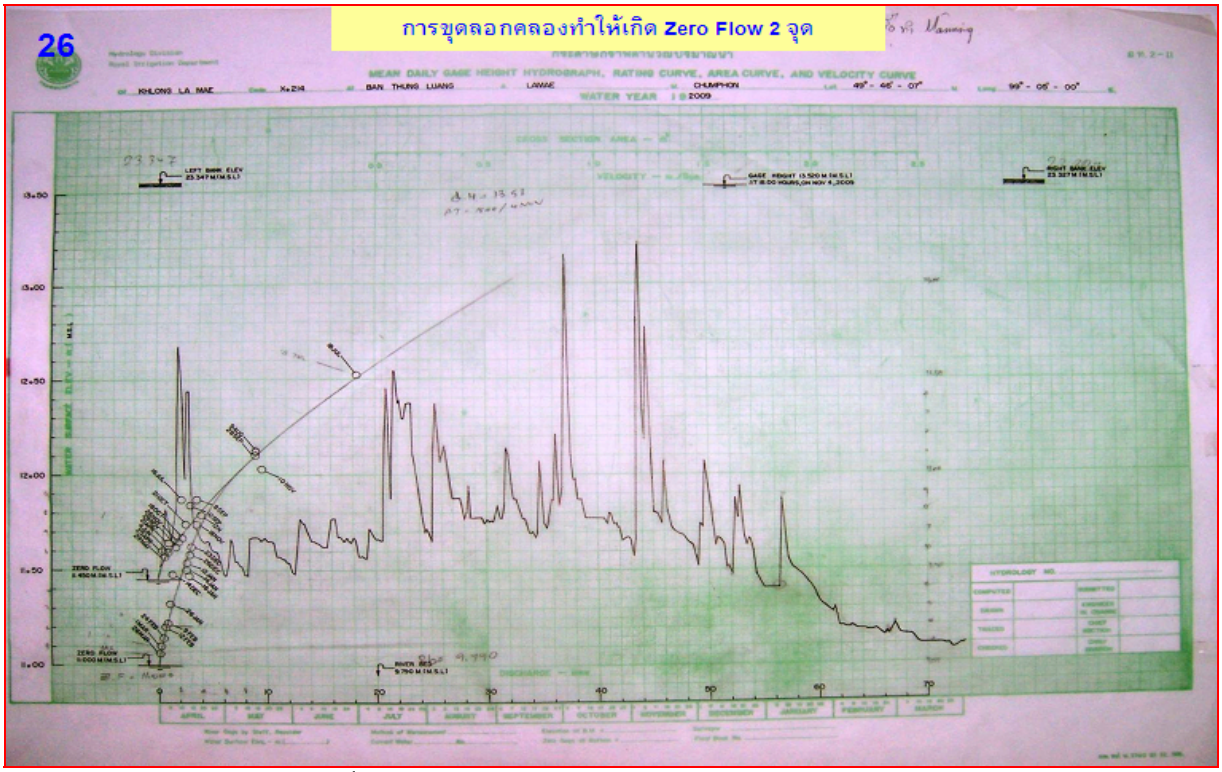
ในการกำหนด Zero flow นั้นจะเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งไม่ได้ จะต้องใช้หัวข้อ 2.1 – 2.4 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มาพิจารณาประกอบร่วมกันด้วย

ข้อควรสังเกต

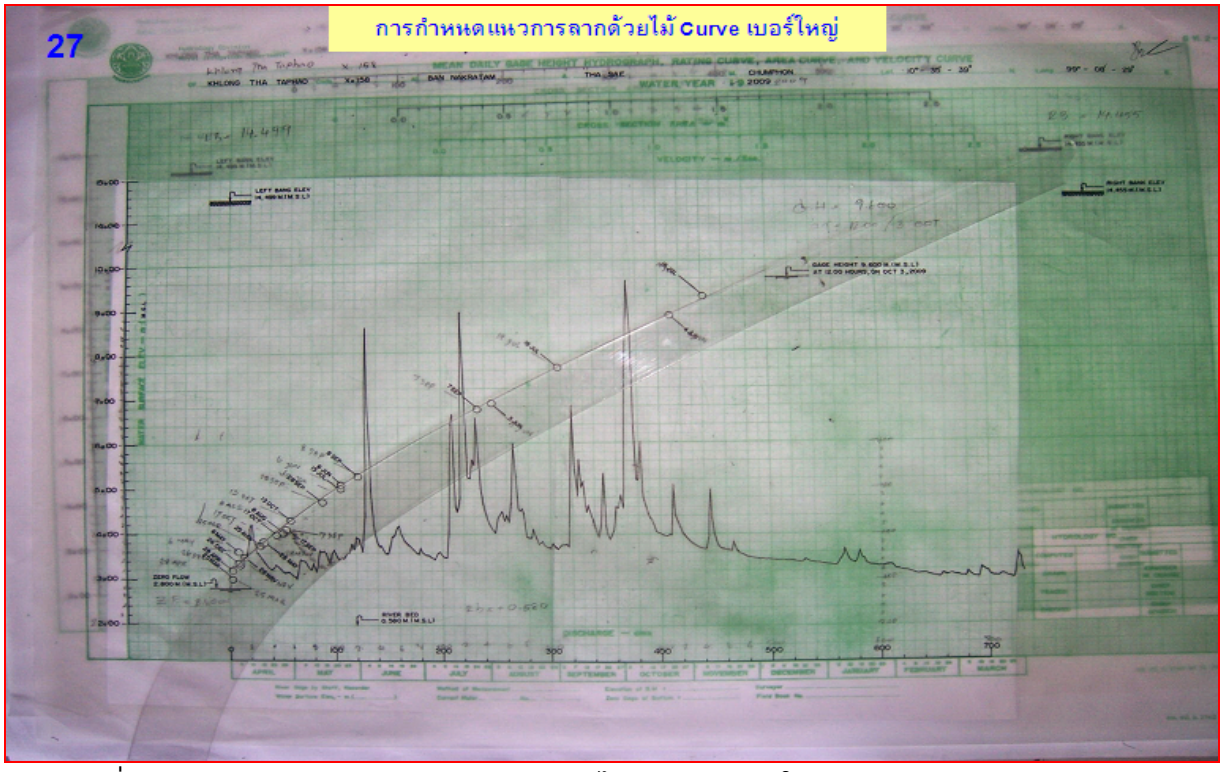
- ค่า Zero flow จะต้องไม่ต่ำกว่าค่า River bed



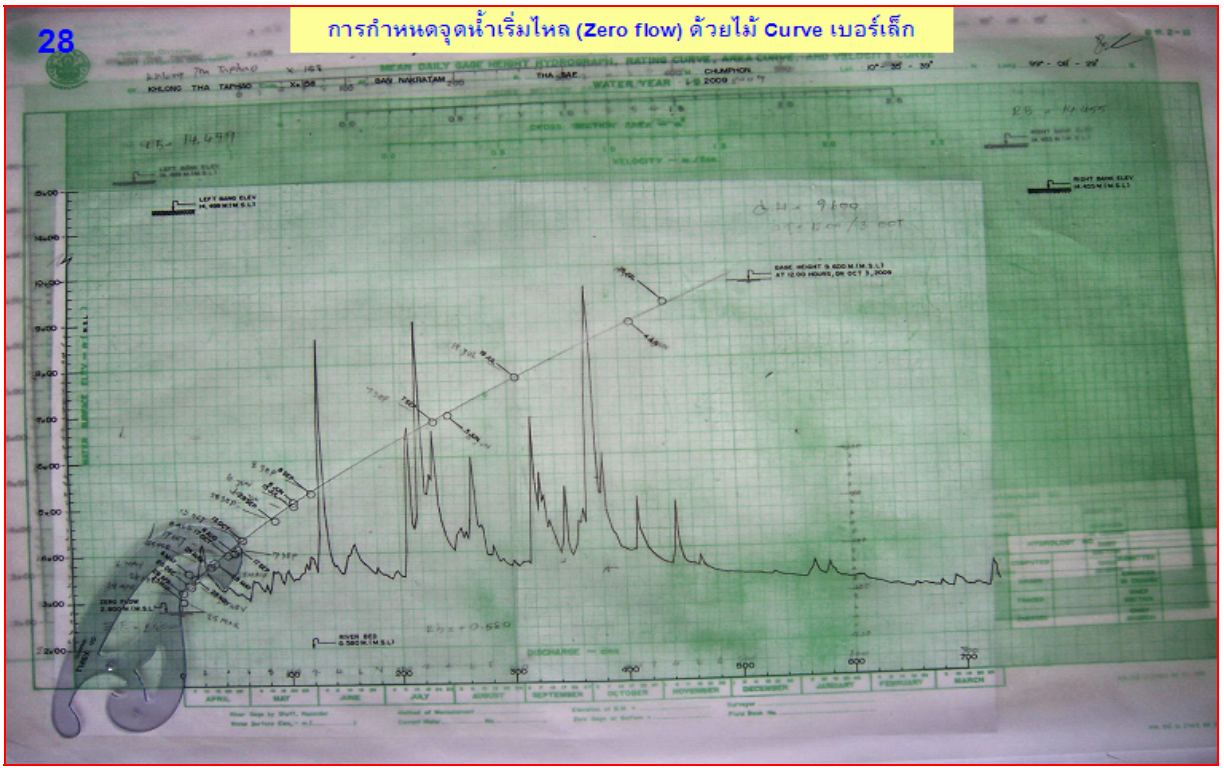
รูปที่ 25 การกำหนด Zero flow ไม่ควรหัก Curve น้ำต่ำ



รูปที่ 26 การขุดลอกคลอง ทำให้เกิด Zero flow 2 ค่า



รูปที่ 27 การกำหนดแนวการลาก Curve ด้วยไม้ Curve เบอร์ใหญ่ก่อนการกำหนด Zero flow



รูปที่ 28 การกำหนด Zero flow ด้วยไม้ Curve เบอร์เล็ก

3.6 **ปัญหาการ** Trial log **ไม่ถูกต้อง**

โดยหลักการแล้วเส้นโค้ง Rating Curve เมื่อนำมาพล็อตในกระดาษกราฟแบบ Scale log – log จะให้ค่าความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง ดังนั้นเมื่อลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) ในไม้เดียว ค่าความสัมพันธ์ที่ได้ในกระดาษ log – log ก็จะออกมาในเชิงเส้นตรง ซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาจากการ Trial log ไม่เข้าจุดดังนี้

3.6.1 เมื่อลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Curve) ผ่านจุดสำรวจ ควรจะใช้ไม้โค้งปริมาณน้ำ (curve) เพียงไม้เดียว

3.6.2 ควร Trial log ที่ปริมาณน้ำ (Q) มากกว่า 3 – 5 ลบ.ม./วินาที ขึ้นไป

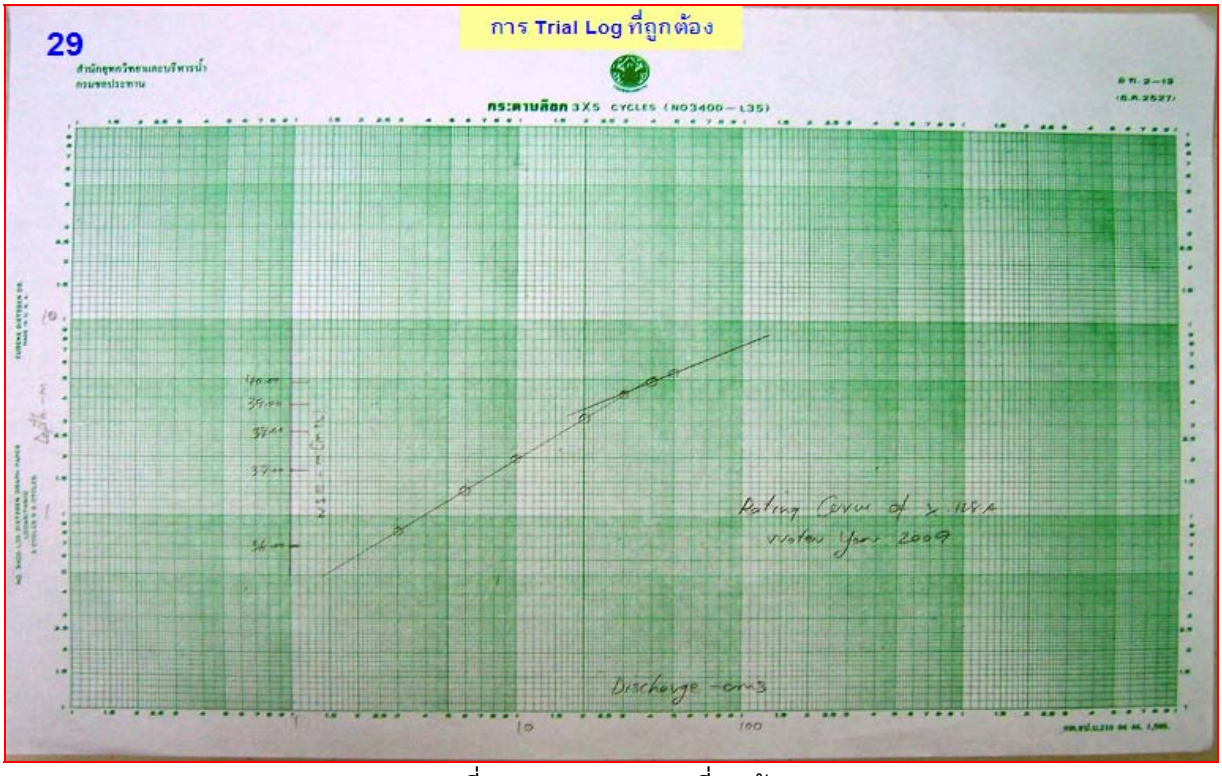
3.6.3 ถ้าจุด Trial log ในช่วงไหนไม่เข้าแนวเส้นตรง ให้พิจารณาจุดต่างๆดังนี้

- พิจารณาจุดที่พล็อตในกระดาษกราฟ log – log ของค่าปริมาณน้ำ (Q) และความลึก (Depth) ในช่วงปริมาณน้ำปานกลางและสูง เข้าแนวเส้นตรงหรือไม่ ถ้าปริมาณน้ำในกลุ่มดังกล่าวเข้าเข้าแนวเส้นตรง แสดงว่ามีเฉพาะจุดน้ำต่ำที่ไม่เข้าเส้นตรง ให้พิจารณาในข้อถัดไป
- ตรวจสอบ (Check) เฉพาะจุดน้ำต่ำที่ไม่เข้าเส้นตรง ทำการหาค่าความต่าง (ระยะห่าง) ของจุดความลึกระดับน้ำ (Depth) ที่พล็อตกับแนวเส้นตรง ว่าระดับน้ำต่างกันกี่เซนติเมตร
- จากนั้นนำผลต่างที่ได้ไปบวกหรือลบ จากค่าระดับน้ำในกระดาษกราฟที่ลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (rating curve) เพื่อทำการปรับแก้
    - ยกเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) ให้สูงขึ้นตามค่าความต่างที่ได้ เมื่อจุดที่ถอดมีค่าความต่างอยู่ต่ำกว่าเส้นตรงในกระดาษ log – log
    - กดเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) ให้ต่ำลง ตามค่าความต่างที่ได้ เมื่อจุดที่ถอดมีค่าความต่างอยู่ในตำแหน่งอยู่สูงกว่าเส้นตรงในกระดาษ log – log
- ถ้าจุดปริมาณน้ำสูงไม่เข้า ให้กลับไปพิจารณารูปตัดขวางลำน้ำและจุดสำรวจปริมาณน้ำว่ามีตลิ่ง 2 ชั้นหรือปริมาณน้ำล้นตลิ่งหรือไม่

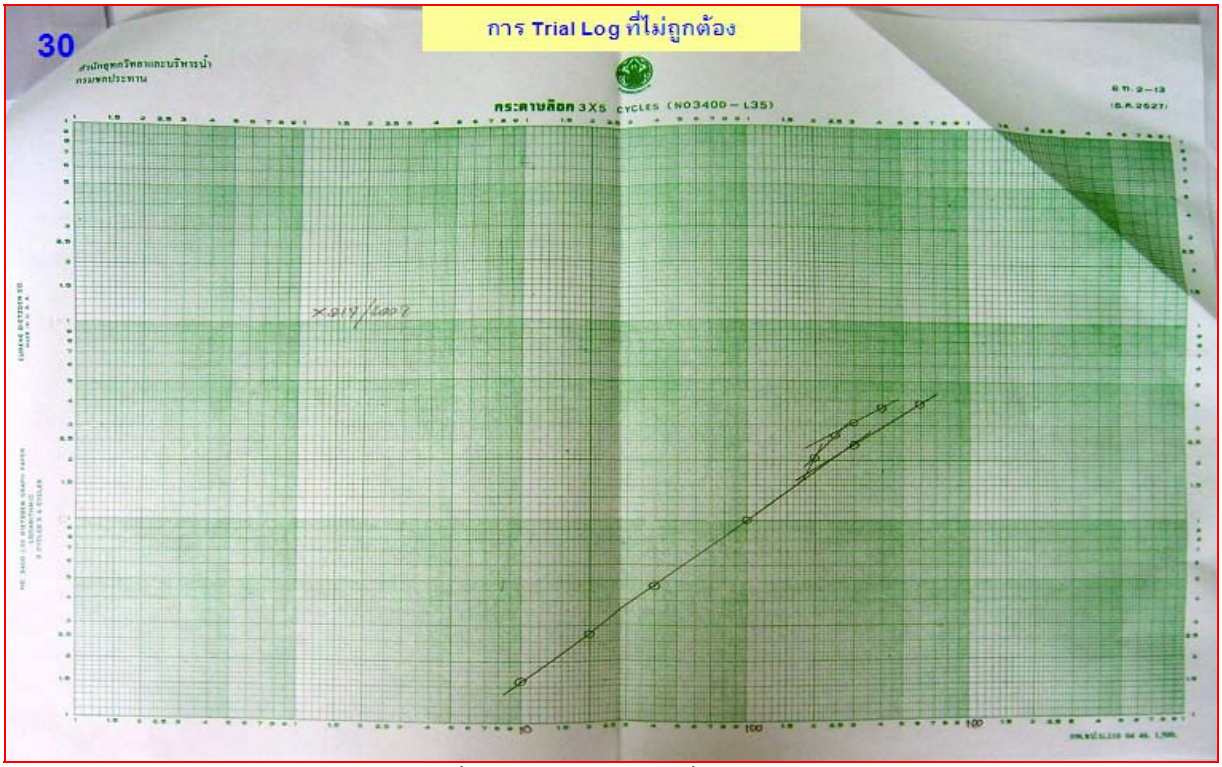
3.6.4 แก้ไขโดยยกหรือกด Zero flow

ในกรณีที่เส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) บริเวณน้ำต่ำ เมื่อแก้ไขตามข้อ 3.6.3 แล้วยังไม่สามารถที่จะปรับปริมาณน้ำ (Q) ในเส้น log – log ออกมาเป็นเส้นตรงได้ แสดงว่าอาจจะเกิดความผิดพลาดของผู้ลาก แต่ถ้าตรวจสอบแล้วว่าไม่ได้เกิดความผิดพลาดจากตัวผู้ลากโค้งปริมาณน้ำเอง ก็อาจจะเกิดจากการปรับค่า zero flow ไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถ

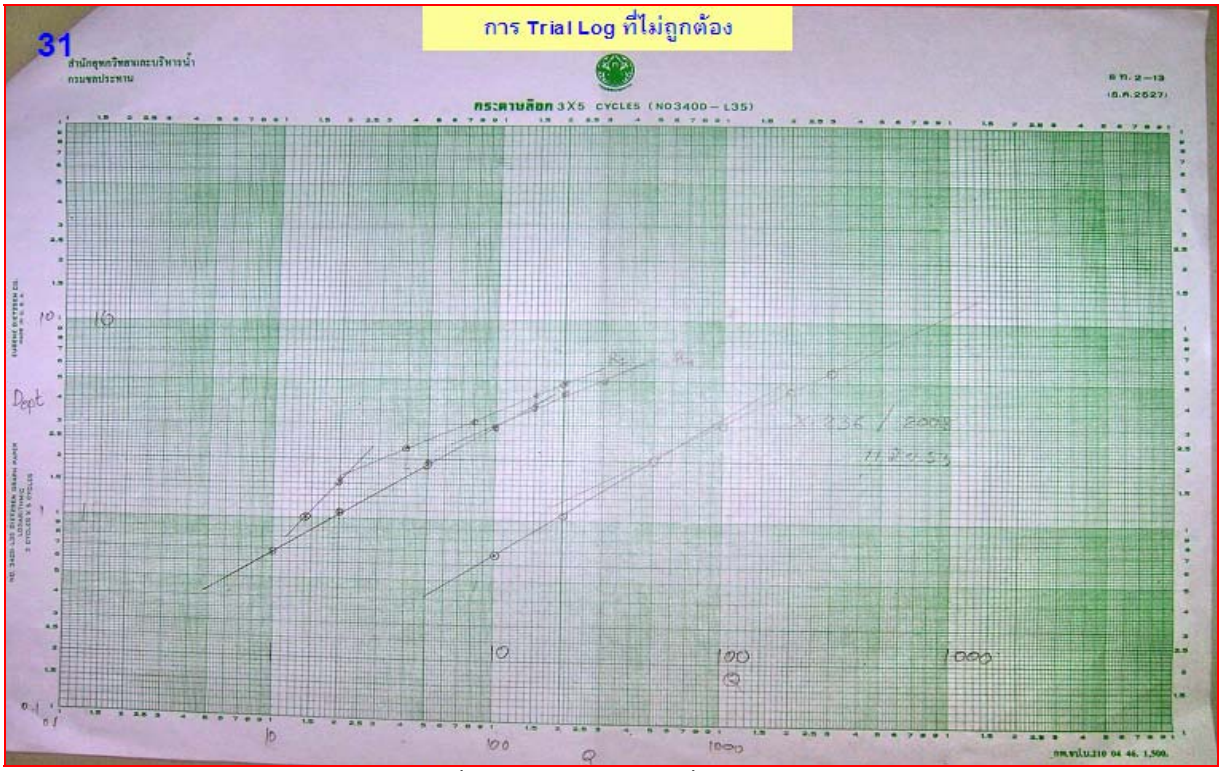
1. ยก Zero flow ขึ้นในกรณีที่จุดถอดมีค่าความต่าง (depth) อยู่เหนือเส้นตรงในกระดาษ log – log
2. กด zero flow ในกรณีที่จุดถอดผลต่าง (depth) อยู่ใต้เส้นตรงในกระดาษ log – log
3. ถ้าปรับแก้ทั้งข้อ 3 และข้อ 4 ยังไม่สามารถเป็นเส้นตรงในกระดาษ log – log ได้ ให้พิจารณาลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) ใหม่



รูปที่ 29 การ Trial log ที่ถูกต้อง



รูปที่ 30 การ Trial log ที่ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 31 การ Trial log ที่ไม่ถูกต้อง

3.7 **การต่อยายเส้นโค้งปริมาณน้ำ** (Rating Curve) **จนถึงระดับตลิ่ง**

3.7.1 พิจารณาจากจุดสำรวจปีก่อนหน้านั้น ที่สำรวจได้ในระดับน้ำที่สูงใกล้เคียงกับตลิ่งหรือต่ำกว่าตลิ่งเพียงเล็กน้อย นำมาพล๊อตในกระดาษกราฟทำการ (อท.02-11) โดยต้องพิจารณารูปตัดขวางลำน้ำ (Cross Section) ของปีปัจจุบันกับปีของจุดสำรวจที่นำมาใช้ ถ้ารูปตัดขวางลำน้ำมีรูปร่าง (Shape) ความสูงต่ำของเนื้อที่รูปตัดใกล้เคียงกันก็สามารถนำจุดสำรวจของปีดังกล่าวมาใช้ในการต่อขยาย Ratting Curve

3.7.2 พิจารณาจากการต่อขยาย Rating Curve ในกระดาษ log – log โดยพิจารณาร่วมกับรูปตัดขวางลำน้ำ (Cross Section) ว่ามีตลิ่งสองชั้นหรือไม่ ถ้ามีตลิ่ง 2 ชั้น การต่อขยาย Rating Curve ด้วยกระดาษ log – log ไม่สามารถทำได้ ยกเว้นเมื่อการTrial log ที่ได้มีการหักของ Curve ก่อนแล้ว

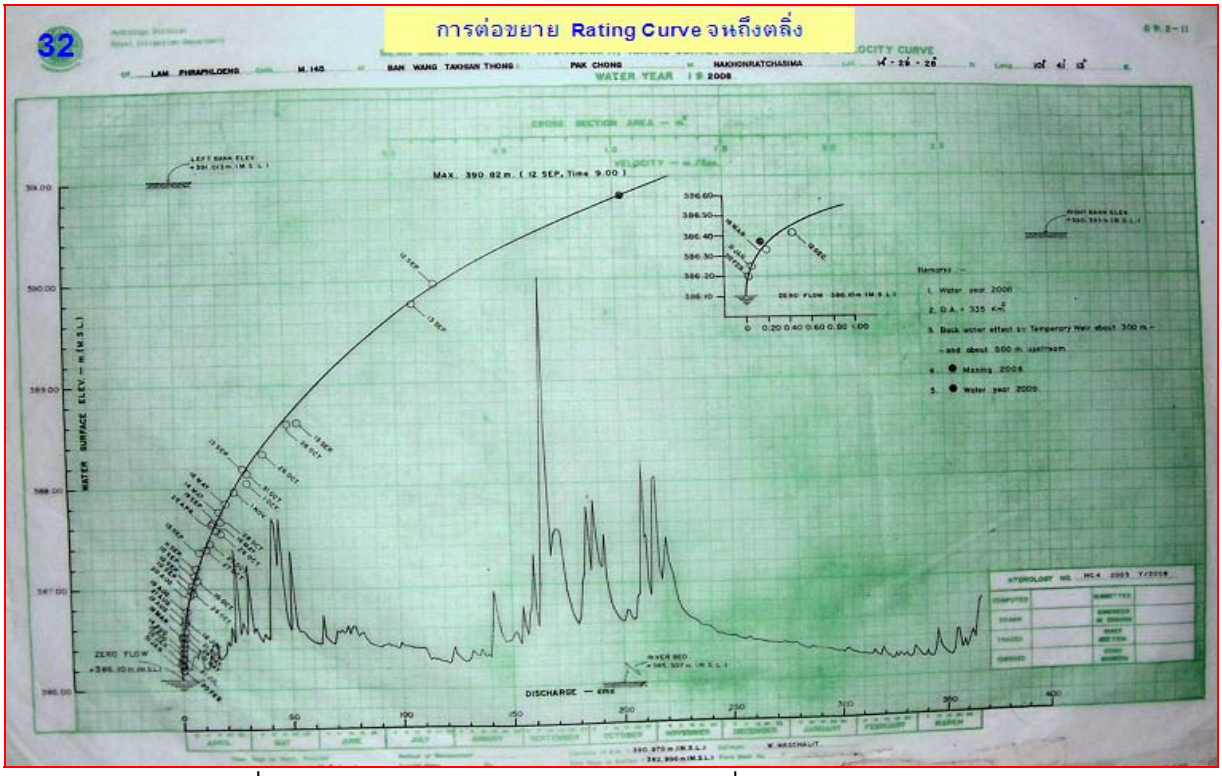
3.7.3 การต่อขยายโดยใช้โค้งเนื้อที่รูปตัดและโค้งความเร็วกระแสน้ำ (Area & Velocity Curve) โดยต้องคำนวณเนื้อที่รูปตัด (Area) จากรูปตัดขวางลำน้ำ (Cross Section) ที่เต็มตลิ่งว่าได้เนื้อที่รูปตัดเท่าไหร่ จากนั้นลากโค้งเนื้อที่รูปตัด (Area Curve) ให้คลุมถึงจุดเต็มตลิ่ง และพิจารณาร่วมกับโค้งความเร็วกระแสน้ำ (Velocity Curve) จากทิศทางของ Velocity Curve ที่ได้ ทำการต่อ Velocity Curve ไปจนเต็มตลิ่ง แล้วนำ Area • Velocity ที่ได้ จะได้ค่าปริมาณน้ำที่เต็มตลิ่ง (การต่อขยาย Area & Velocity Curve ควรพิจารณาจากผลการสำรวจของปีที่เกิดน้ำท่วมหรือมีปริมาณน้ำเต็มตลิ่ง)

3.7.4 พิจารณาจากผลการคำนวณ Manning's formula มาใช้ประกอบร่วมกัน (ดูคู่มือ Manning's formula)

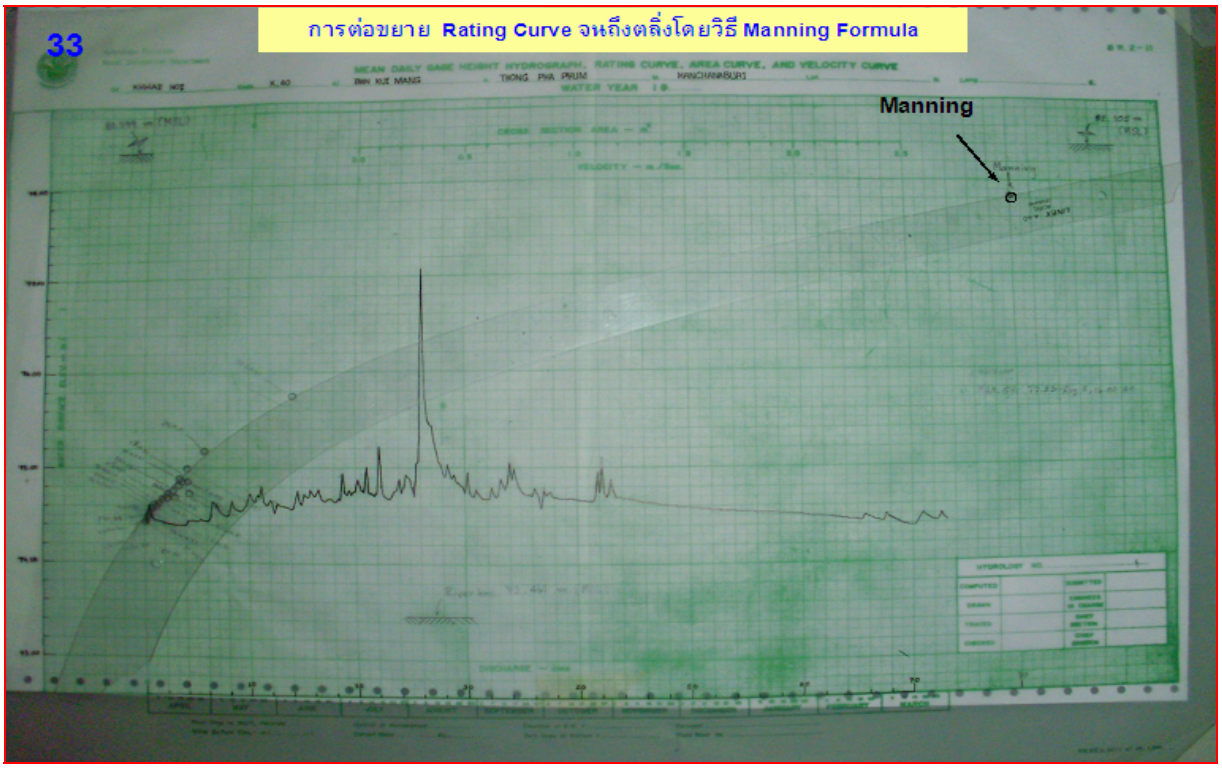
3.7.5 เมื่อพิจารณาทั้งข้อ 3.7.1 – 3.7.4 ร่วมกัน ให้นำมาพล๊อตรวมกันในกระดาษกราฟ (อท.02-11) แล้วพิจารณาว่าจุดใดมีความเหมาะสมในการต่อ Rating Curve

ข้อควรสังเกตุ

- ถ้าทั้ง 3-4 จุด ที่ค่าปริมาณน้ำเต็มตลิ่งใกล้เคียงกันสามารถใช้ได้เลย
- ถ้าแตกต่างกันให้พิจารณาค่าจากการต่อขยาย Log scale กับการใช้ Area และ Velocity Curve ซึ่งควรจะอยู่ใกล้เคียงกัน ถ้าไม่ใกล้เคียงกันแสดงว่าจุดใดจุดหนึ่งมีความผิดพลาด ไม่สามารถใช้ได้
- ถ้าจุดสำรวจปีอื่นๆ ที่นำมาใช้แตกต่างจากการต่อขยาย Curve และการต่อขยาย Area และ Velocity Curve แสดงว่าจุดสำรวจที่นำมาใช้อาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีในการต่อขยาย Rating Curve



รูปที่ 32 การต่อขยาย Rating Curve จนถึงตลิ่งโดยใช้จุดสำรวจฯเสริม



รูปที่ 33 การต่อขยาย Rating Curve จนถึงตลิ่งโดยวิธี Manning's Formula

3.8 ปริมาณน้ำต่อเนื่องระหว่างปริมาณน้ำต้นปี – ปลายปีก่อน

3.8.1 พิจารณาจากจุดสำรวจปริมาณน้ำ (อท.02) ที่อยู่ต่ำสุด ว่ามีค่าปริมาณน้ำ (Q) ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำของปีก่อนหน้านั้นหรือไม่ในช่วงระดับน้ำที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ถ้าปริมาณน้ำไม่เท่ากันหรือใกล้เคียงแสดงว่าระดับน้ำต่ำของปีนั้นอาจจะมีค่าปริมาณน้ำไม่ต่อเนื่องจากเดิมได้

3.8.2 พิจารณาการกำหนดจุดปริมาณน้ำเริ่มไหล (Zero flow) ของปีก่อน กับปีปัจจุบัน สามารถใช้ค่าเดียวกันได้หรือไม่ (ดูหัวข้อ Zero flow)

3.8.3 พิจารณาจากรูปตัดขวางลำน้ำ (Cross section) บริเวณท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่และมากน้อยเพียงใด จุดต่ำสุดของท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้านั้น

3.8.4 พิจารณาจากการ Trial log เพื่อให้เข้ากับเส้นโค้งปริมาณน้ำ (เส้น Curve) การกดหรือการยก Zero flow จะมีผลต่อน้ำระหว่างปีเก่ากับปีใหม่หรือไม่ การกดหรือยก Zero flow มากไป จะทำให้น้ำระหว่างปีไม่ต่อเนื่อง (ดูหัวข้อ การกำหนด Zero flow)

3.9 การแบ่งหรือแยกช่วงการอ่านเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Period of Curve)

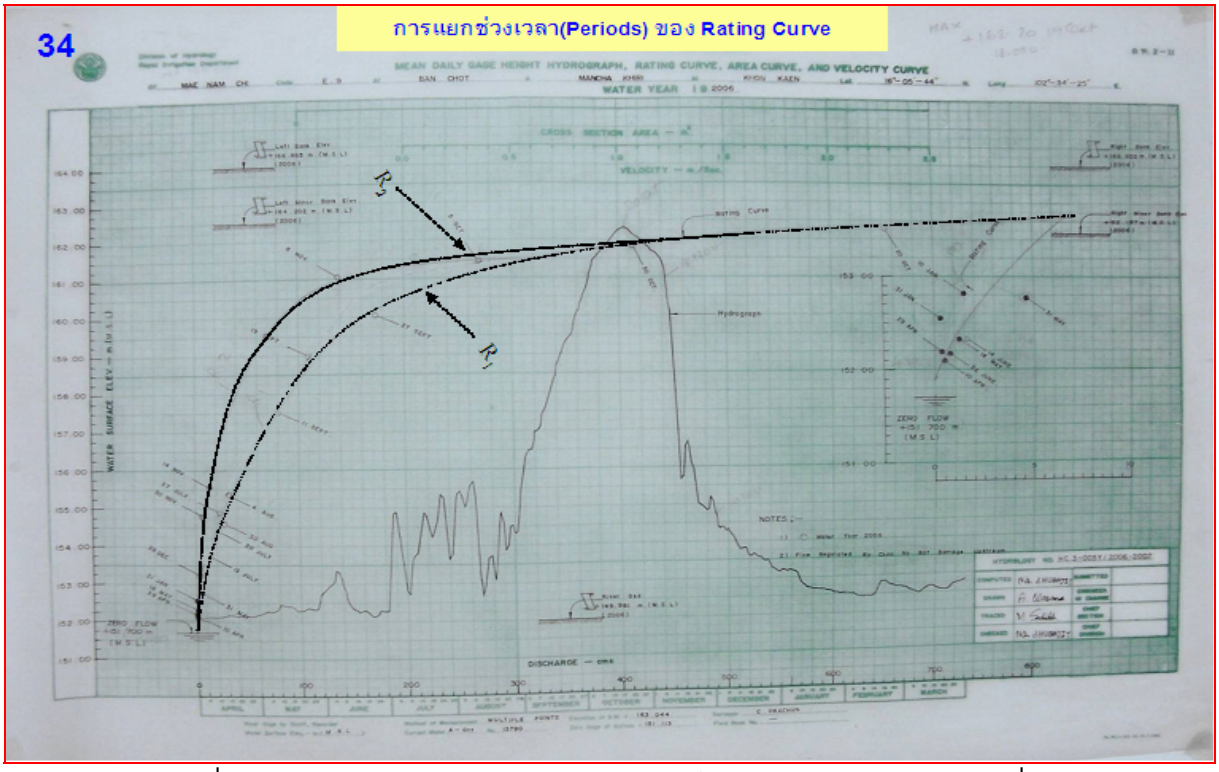
การแบ่งช่วงเวลาการใช้เส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) เกิดขึ้นเมื่อเส้นโค้งปริมาณน้ำมีการแยกตัวชัดเจนของกลุ่มจุดสำรวจปริมาณน้ำ ซึ่งพบใน 3 กรณีคือ

3.9.1 กรณีเกิดน้ำเท้อจากฝายชั่วคราว ฝายถาวร เขื่อนทดน้ำ อ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นการเท้อของน้ำในระดับน้ำต่ำ โดยทั่วไปสามารถสังเกตได้จากสิ่งต่างๆ เหล่านี้ คือ

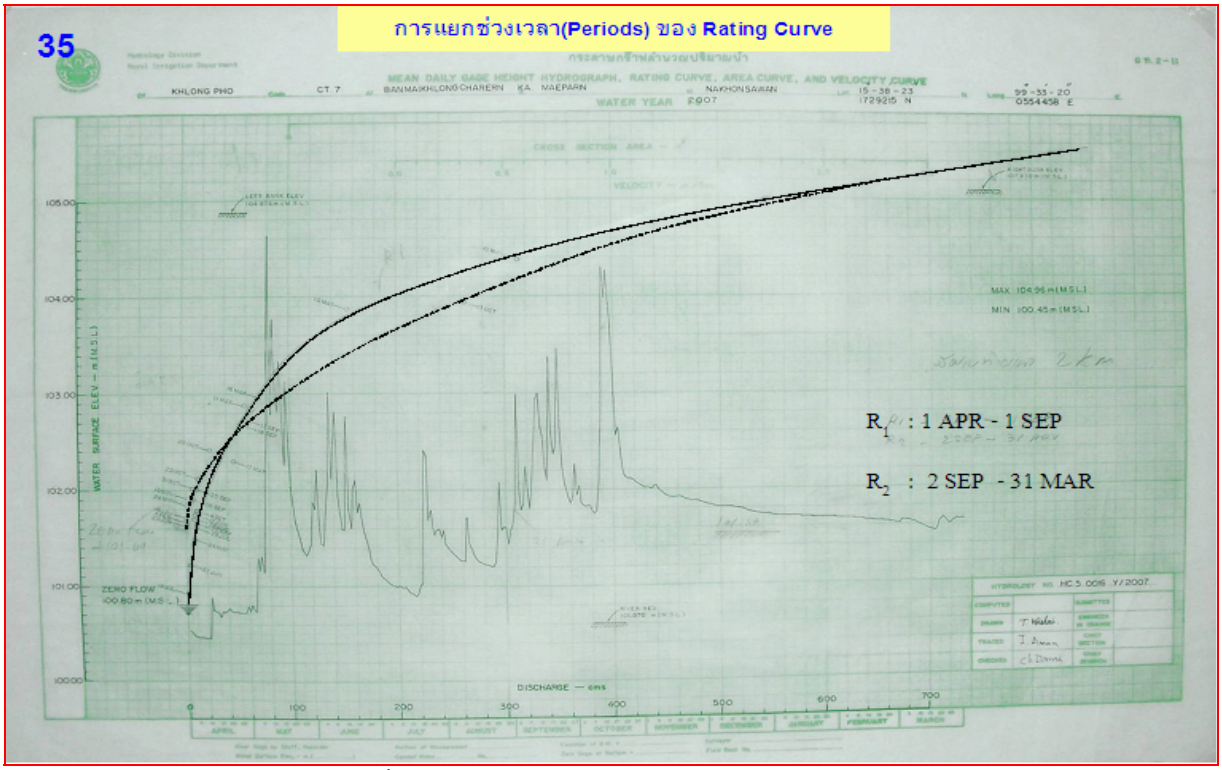
1. เมื่อทำการพล๊อตจุดสำรวจปริมาณน้ำ กลุ่มจุดสำรวจปริมาณน้ำในบริเวณน้ำต่ำมีการแยกตัวอย่างชัดเจน (ถ้าจุดสำรวจมีมากพอและไม่มีการพล๊อตผิดตำแหน่ง)
2. กลุ่มวันที่สำรวจจะอยู่รวมกัน โดยเฉพาะช่วงก่อนฤดูฝน ตั้งแต่เดือน เม.ย. – มิ.ย. และหลังฤดูฝนตั้งแต่เดือน พ.ย. – มี.ค.
3. เมื่อทำการสร้างเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) แบ่งออกเป็น 2 แนวอย่างชัดเจนในบริเวณน้ำต่ำ ทำให้ต้องสร้างเส้นโค้งปริมาณน้ำขึ้น 2 เส้น
4. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับ Gage height hydrograph จะเห็นลักษณะการยกตัวของระดับน้ำอย่างต่อเนื่องในระยะเวลานานหลายสัปดาห์ วันเวลาของการยกขึ้นของระดับน้ำจะสอดคล้องใกล้เคียงกับกลุ่มจุดสำรวจปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นตามข้อ 2

3.9.2 กรณีเกิดการเท้อจากการ Routing ของระดับน้ำสูงหรือระดับน้ำท่วม ทำให้เกิดการแยกตัวกันของจุดสำรวจปริมาณน้ำในระดับสูง โดยสามารถแยกได้เป็นปริมาณน้ำในช่วงขาขึ้น (Rising) และปริมาณน้ำในช่วงขาลง (Falling) ซึ่งสามารถแยกกลุ่มวันที่ในช่วงน้ำขาขึ้นและน้ำขาลงได้ (ถ้าจุดสำรวจมีมากพอและไม่มีการพล๊อตจุดผิดตำแหน่ง)

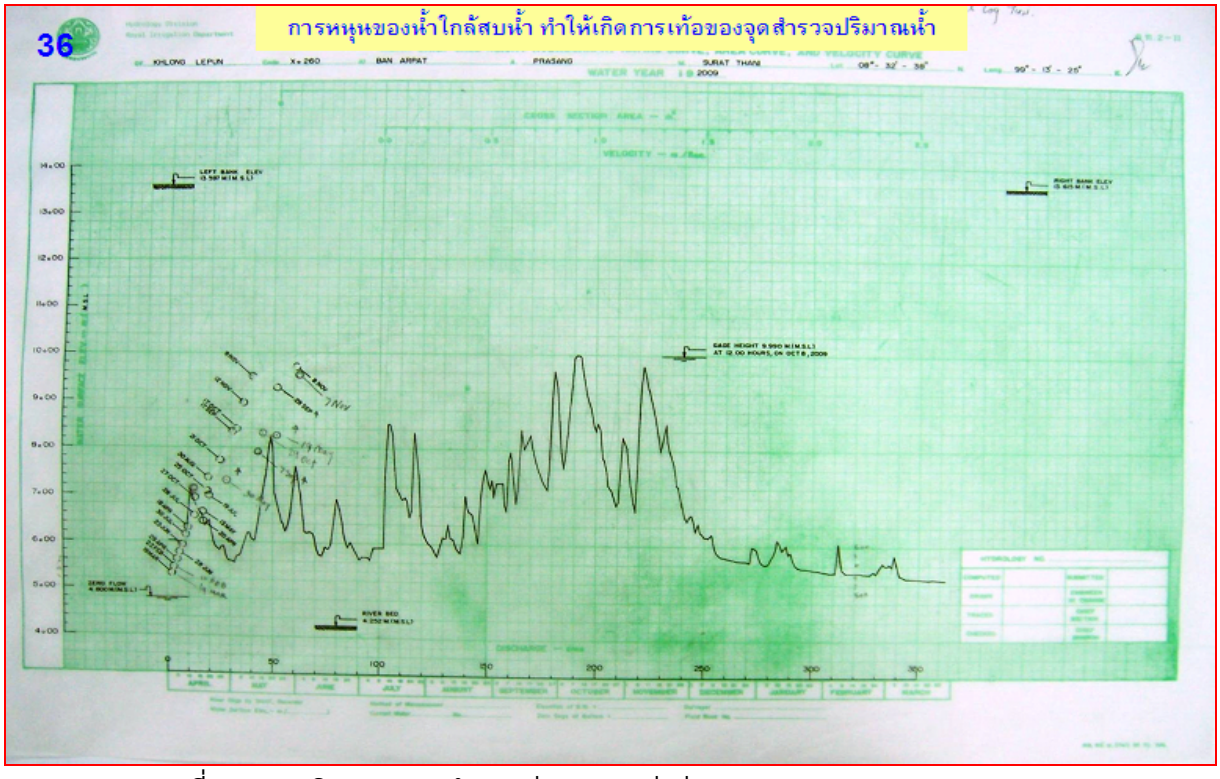
3.9.3 กรณีเกิดการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำอย่างฉับพลัน โดยมีการกัดเซาะท้องน้ำก่อนเกิดปริมาณน้ำนอง (flood) จากนั้นมีการตกตะกอนทับถมท้องน้ำหลังจากปริมาณน้ำนอง (flood) ผ่านไปแล้ว ทำให้ระดับท้องน้ำมีการยกตัวสูงขึ้น เมื่อพล๊อตจุดสำรวจปริมาณน้ำจะเกิดการแยกตัวอย่างชัดเจนของจุดสำรวจปริมาณน้ำก่อนและหลังเกิดปริมาณน้ำนอง (flood) ซึ่งเมื่อสร้างเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) ทำให้มี 2 R และ จุดน้ำเริ่มไหล (Zero flow) มีการยกตัวขึ้น ซึ่งคล้ายกับกรณีข้อ 9.2 แต่ต่างกันตรงมีการเปลี่ยนแปลงของจุดน้ำเริ่มไหล (Zero flow) (ถ้าจุดสำรวจมีมากพอและไม่มีการพล๊อตผิดตำแหน่ง)



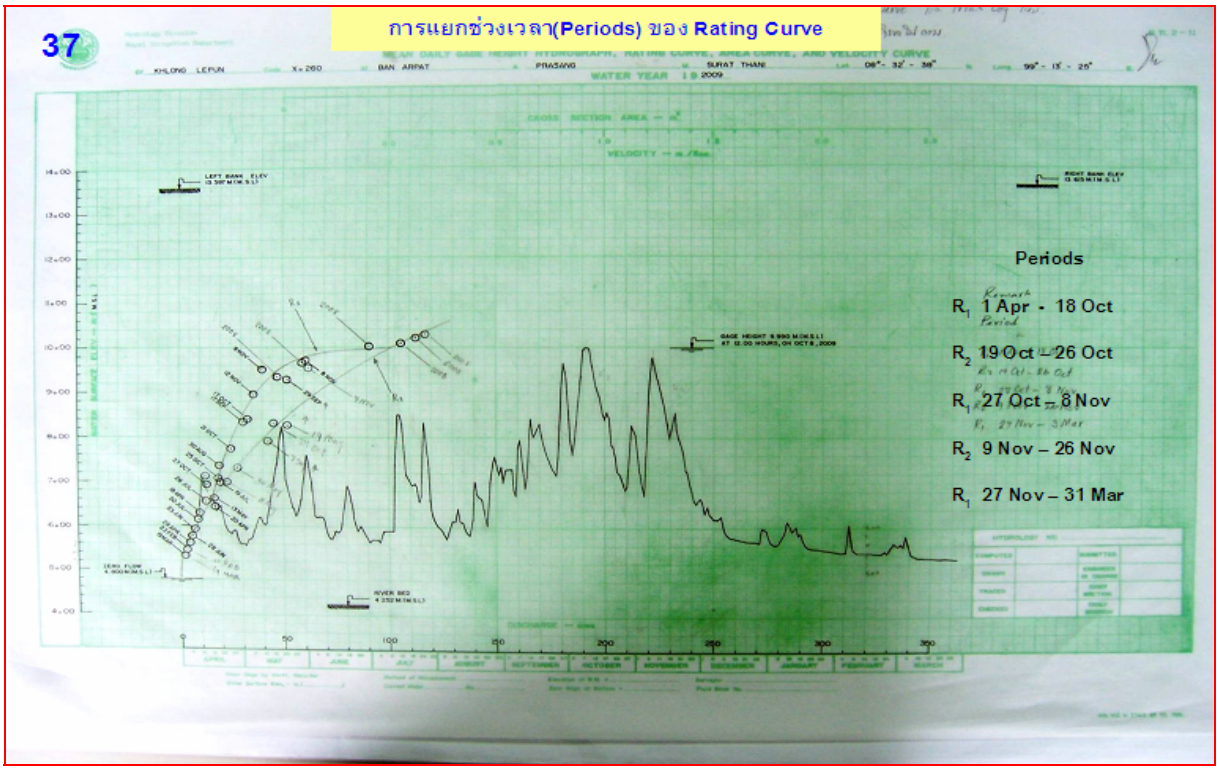
รูปที่ 33 การแยกช่วงเวลาของ Rating Curve โดยพิจารณาจากจุดสำรวจที่ได้



รูปที่ 35 การแยกช่วงเวลาการใช้ Rating curve



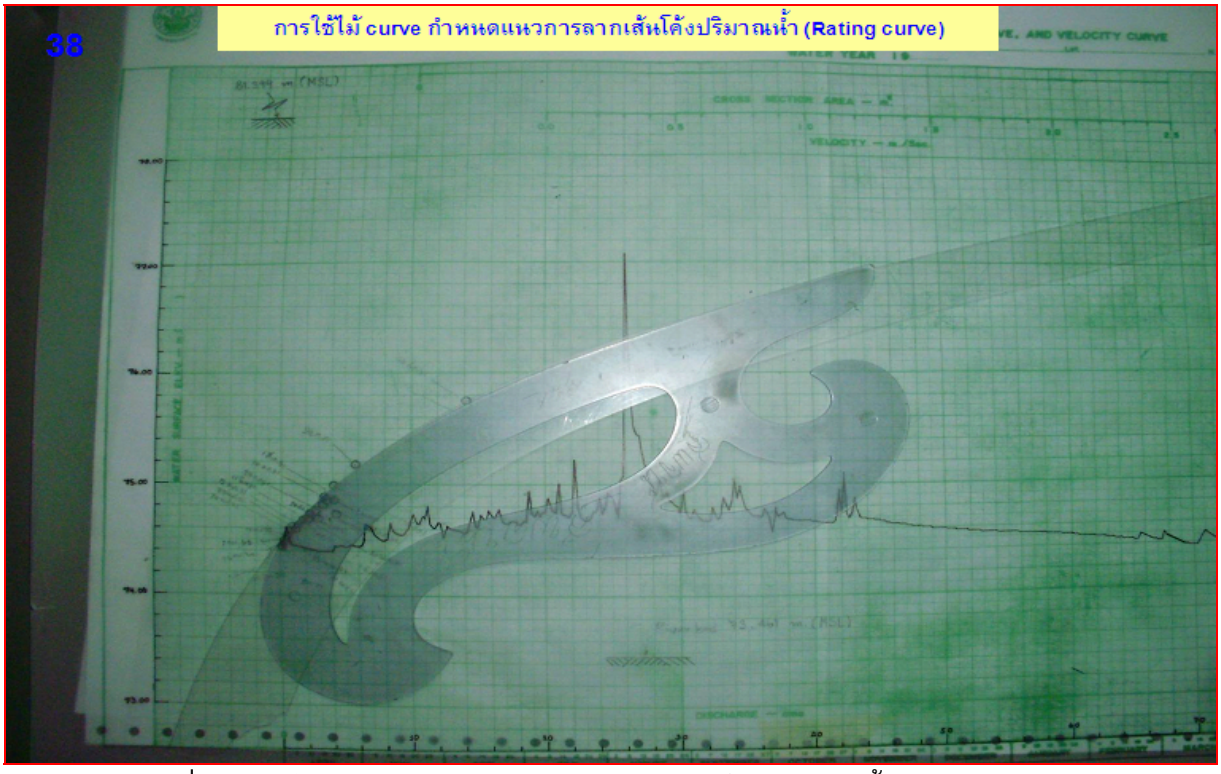
รูปที่ 36 การพิจารณาจุดสำรวจก่อนการแบ่งช่วงเวลา (Periods) Rating curve



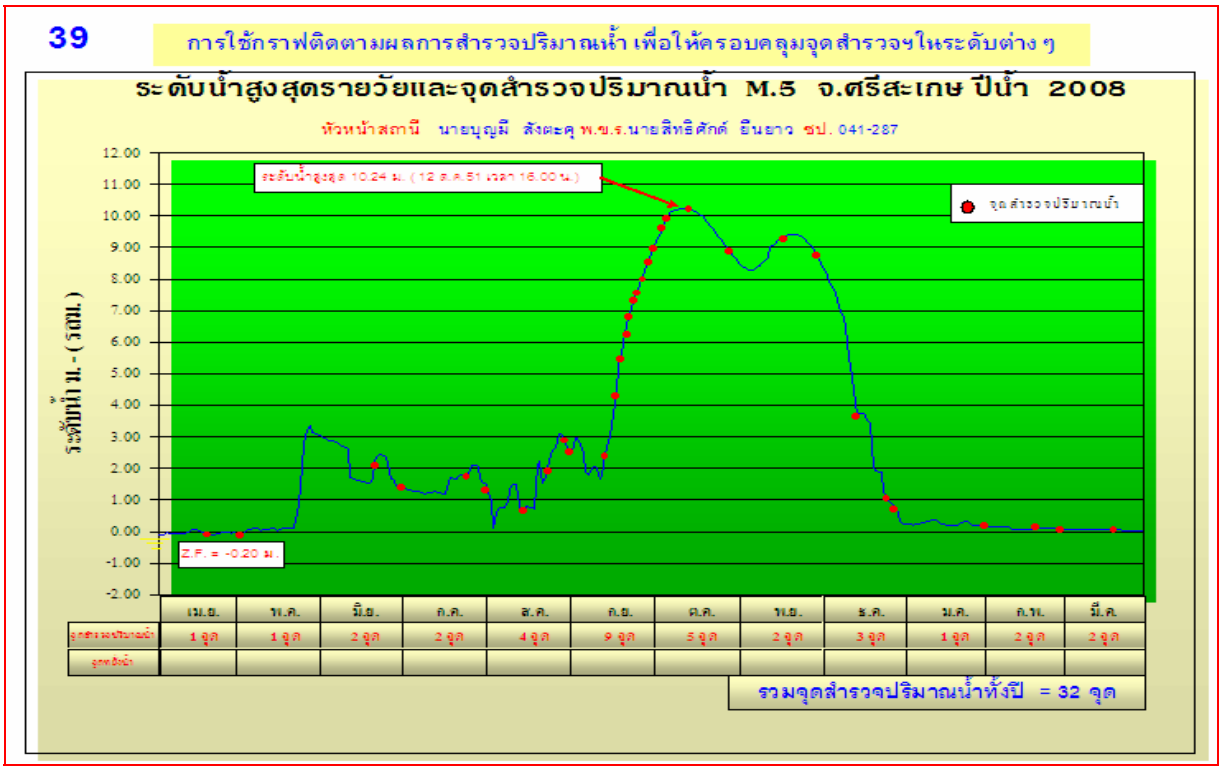
รูปที่ 37 การแยกช่วงเวลาการใช้ Rating curve หลังจากการพิจาณาจุดสำรวจแล้ว

4. เทคนิคการลาก Rating Curve

1. พิจารณาจากจุดสำรวจปริมาณน้ำ ตั้งแต่ระดับน้ำต่ำจนถึงระดับน้ำสูง ว่ามีจุดแตกหรือจุดกระเด็นออกนอกกลุ่มหรือไม่ ถ้าไม่มีให้ทำการลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve) ให้เฉลี่ยกับจุดสำรวจทั้งใต้เส้นและเหนือเส้น
2. พิจารณาใช้ไม้โค้งปริมาณน้ำ (Curve) จากเบอร์มาตรฐาน A38, A40 และ Linex 87 (Curve เล็ก) โดยลักษณะไม้โค้งปริมาณน้ำ (Curve) แต่ละชนิดจะมีความโค้งที่แตกต่างกัน การเลือกใช้ชนิดของไม้โค้งปริมาณน้ำ (Curve) ควรให้เหมาะสมกับรูปแบบการกระจายตัวของจุดสำรวจปริมาณน้ำ
3. การลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) ให้ได้ภายใน 1 ไม้ กรณีที่น้ำไม่ท่วมจนล้นตลิ่ง โดยยังไม่พิจารณา Zero flow และทำการทาย log เพื่อดูว่าเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) มีความถูกต้องหรือไม่ ถ้ามีความถูกต้องแล้วจึงมาทำการตกแต่งเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating Curve) ในช่วงน้ำน้ำต่ำๆ ด้วยไม้ Curve ขนาดเล็ก (Linex 87) อีกครั้ง (ตัวอย่างหน้า 35)
4. กรณีที่มีน้ำท่วมตลิ่ง ลักษณะ Rating curve เมื่อล้นตลิ่งจะเริ่มแบนราบ
5. การใช้กราฟพล็อตติดตามการสำรวจปริมาณน้ำ (ตัวอย่างหน้า 35)
6. การใช้สมการรีเซตชั่น (Recession Curve) สำหรับการลดลงของน้ำปลายปี (ดูคู่มือการทำ Recession)



รูปที่ 38 การใช้ไม้ curve กำหนดแนวการลากเส้นโค้งปริมาณน้ำ (Rating curve)



รูปที่ 39 การใช้กราฟติดตามผลการสำรวจปริมาณน้ำ เพื่อให้ครอบคลุมจุดสำรวจในระดับต่างๆ