



บทที่ 3

การวิเคราะห์และผลการจำแนกข้อมูล (Analysis and Results)

เราได้ทราบแล้วว่า คุณสมบัติของน้ำที่มีตะกอนดินเจือปนอยู่ จะสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีที่สุดในช่วงคลื่นของแบนด์ 5 ซึ่งในบทนี้จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น การวิเคราะห์เบื้องต้น และการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการจำแนกข้อมูล การทดลองจำแนกข้อมูล (Pre-classification) และผลการจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์เบื้องต้น

ภาพถ่ายดาวเทียมมาตราส่วน 1 : 1 ล้าน แบนด์ 5, 6 และ 7 ของหมายเลข 770201-6-4 ซึ่งเป็นหมายเลขเดียวกันกับ ซี.ซี.ที. ที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เราไม่สามารถสังเกตความแตกต่างของระดับสีเทา (gray tone level) ในบริเวณที่เป็นน้ำด้วยสายตาได้เลย (ดูรูปที่ 3) นอกจากนี้ กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ได้ให้ความร่วมมือในการจัดทำภาพสีเท็จ (False color composite) ของภาพบริเวณนี้ก็ยังไม่สามารถเห็นความแตกต่างของสีในบริเวณที่เป็นน้ำเช่นกัน

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจาก ซี.ซี.ที. ในขั้นตอนนี้ ได้รวมถึงการเตรียมข้อมูล เฉพาะเขตภาพที่เราสนใจด้วย ดังรายละเอียดเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1.1 จัดเรียงข้อมูลใหม่จาก ซี.ซี.ที. (Reformatting)

เฉพาะข้อมูลในบริเวณที่ครอบคลุมอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพล โดยการกำหนดเขตภาพอย่างประมาณจากภาพถ่าย (ดูรูปที่ 3) ซึ่งได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

ในแถบภาพ (strip) ที่ 1 ตั้งแต่บรรทัดที่ 231 ถึงบรรทัดที่ 670 เป็นข้อมูลที่ครอบคลุมบริเวณอ่างที่ 4 และ 5

ในแถบภาพที่ 2 ตั้งแต่บรรทัดที่ 1061 ถึงบรรทัดที่ 1600 เป็นข้อมูล ที่ครอบคลุมบริเวณอ่างที่ 1, 2 และ 3 รวมทั้งตัวเขื่อนฯ

ทั้งนี้ได้ตัดเอาช่วงรอยต่อระหว่างอ่าง 3 กับอ่าง 4 ออกไป เนื่องจากบริเวณ นั้นไม่เกิดเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ขึ้นเลย จึงละไว้เพื่อประหยัดเวลาคอมพิวเตอร์ในการ จัดเรียงข้อมูลใหม่ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลา

3.1.2 จัดทำภาพพิมพ์ของข้อมูลในแบนด์ 5 (Gray Map)

โดยการคำนวณค่า Level set constant ด้วยโปรแกรม ALSET เราสามารถแบ่งพิสัย (range) ของข้อมูลออกเป็น 7 พิสัย และทำการทดลองพิมพ์ภาพ พิมพ์ขนาดเล็ก เพื่อคำนวณตำแหน่ง co-ordinates ที่แน่นอนของบริเวณพื้นที่ที่ต้องการ จะศึกษา ซึ่งสรุปผลได้ด้วยตารางข้างล่างนี้

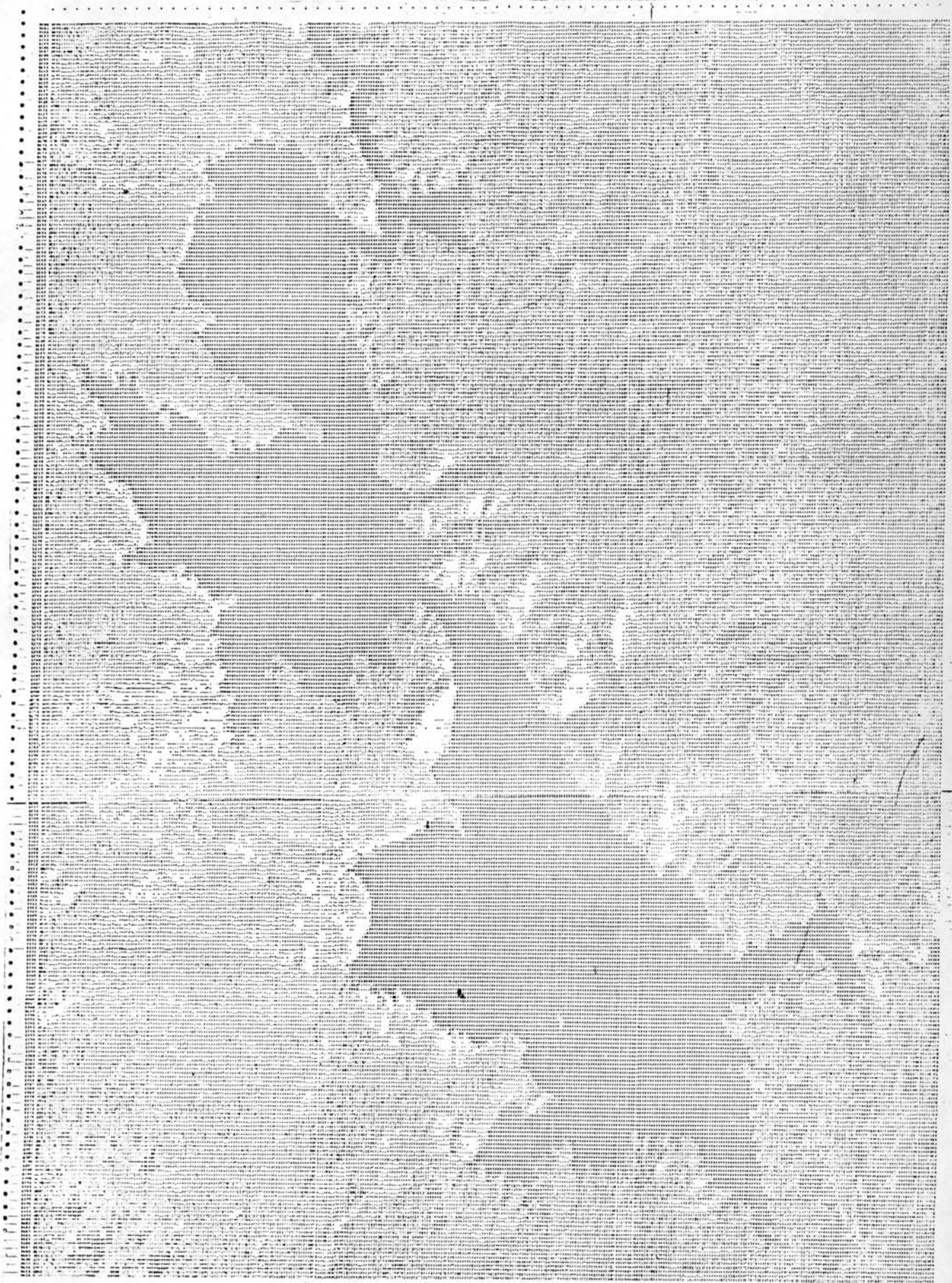
บริเวณ	บรรทัดที่	จุดภาพที่
อ่าง 1 และ 2	1100 ถึง 1440	265 ถึง 640
อ่าง 4 และ 5	320 ถึง 582	470 ถึง 593

ตารางที่ 2 เขตภาพของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

ภาพพิมพ์โดยใช้ข้อมูลจากแบนด์ 5 ของพื้นที่ที่ต้องการจะศึกษาได้แสดงไว้ใน รูปที่ 4 และ 5

3.1.3 ศึกษากราฟความเข้มและแผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูล

ได้ทำการศึกษารูปภาพความเข้มของข้อมูลบริเวณที่เป็นจุดสำรวจที่ 6 และ 11 ของ กฟผ. (ดูรูปที่ 2) ทั้งในแนวบรรทัดและแนวจุดภาพ ดังตัวอย่างบรรทัด ที่ 1205 และ 387 ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ พบว่า การเปลี่ยนแปลง (variation) ของข้อมูลข้างเคียงที่อยู่ในแนวเดียวกัน จากบริเวณที่เป็นแผ่นดิน และพื้นน้ำสามารถแยกออกจากกันได้ส่วนการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบริเวณที่เป็นน้ำมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลในแบนด์ 7 มีค่าเป็นศูนย์เกือบตลอด ส่วนการเปลี่ยนแปลงของ ข้อมูลในแบนด์ 4 มีน้อยกว่า แบนด์ 5 และ 6



รูปที่ 4 ภาพพิมพ์แบนก์ 5 บริเวณอ่าง 1,2

•• DENSITOMETRY PLOT LINE TRACE

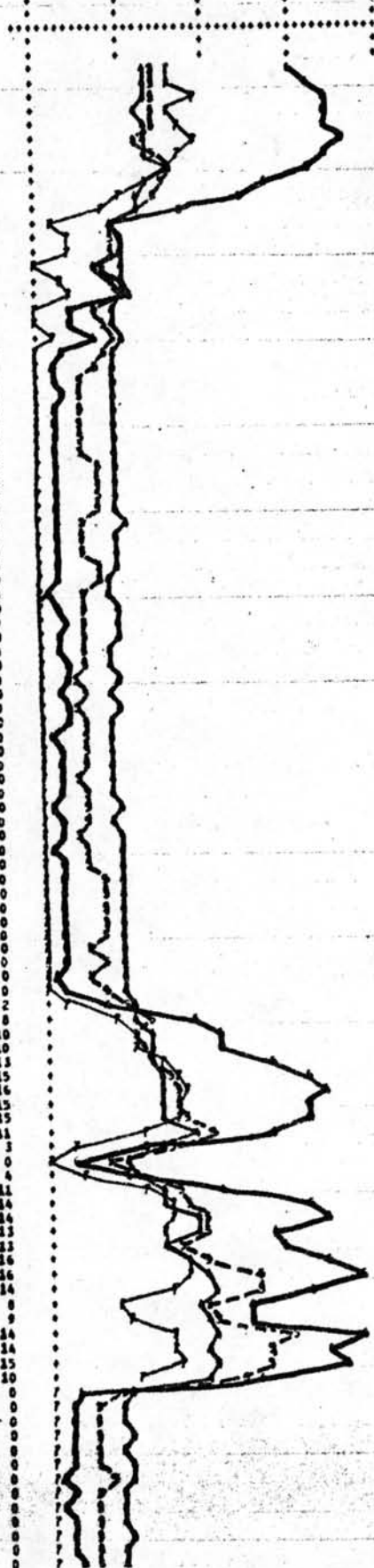
INDEX # 1205 FROM 265 TO 389 INCREMENT 1

BRIGHTNESS
OF
CHANNEL

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

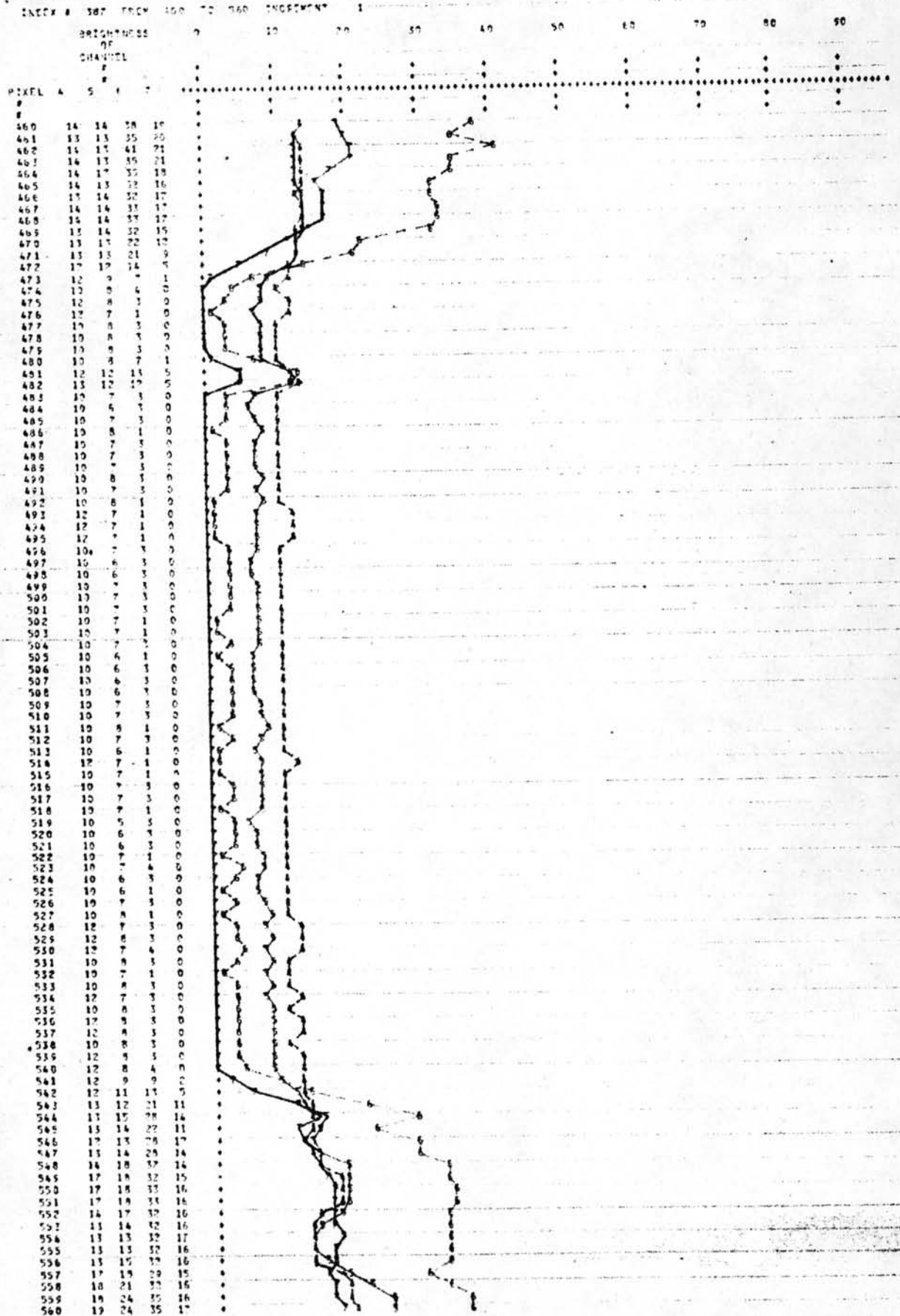
PIXEL 0 5 6 7

265	13	14	10	16
266	13	14	12	16
267	13	14	14	19
268	12	14	16	16
269	13	16	14	17
270	13	12	16	19
271	13	14	14	17
272	14	16	12	16
273	13	15	27	13
274	12	14	24	10
275	12	12	17	8
276	9	9	9	2
277	10	9	10	4
278	13	9	10	4
279	10	8	7	9
280	10	9	10	3
281	10	10	11	4
282	9	7	4	0
283	9	8	4	0
284	13	9	2	0
285	9	8	3	0
286	9	7	2	0
287	9	5	2	0
288	9	5	1	0
289	9	5	2	0
290	9	5	2	0
291	9	5	2	0
292	9	5	2	0
293	9	7	2	0
294	9	7	2	0
295	9	7	2	0
296	9	7	2	0
297	10	5	2	0
298	9	5	2	0
299	9	5	2	0
300	9	7	2	0
301	8	7	2	0
302	5	5	1	0
303	9	5	2	0
304	9	5	3	0
305	9	5	2	0
306	9	5	2	0
307	8	5	3	0
308	9	4	1	0
309	8	5	2	0
310	9	4	1	0
311	8	5	1	0
312	5	5	1	0
313	8	5	2	0
314	9	5	2	0
315	8	4	2	0
316	8	5	2	0
317	9	5	1	0
318	8	5	2	0
319	9	4	2	0
320	9	5	1	0
321	9	5	2	0
322	9	7	2	0
323	9	7	2	0
324	9	7	2	0
325	9	7	2	0
326	9	7	2	0
327	9	5	2	0
328	9	7	2	0
329	9	5	1	0
330	9	7	2	0
331	10	9	7	2
332	13	12	17	8
333	12	10	20	10
334	12	11	20	10
335	12	12	26	13
336	13	14	10	15
337	13	15	12	16
338	13	15	10	15
339	13	16	10	15
340	17	19	26	11
341	13	14	13	3
342	9	7	1	0
343	10	10	9	4
344	13	15	20	11
345	13	16	10	14
346	17	18	12	14
347	17	18	26	13
348	13	15	27	13
349	16	18	12	16
350	19	24	16	16
351	19	24	10	14
352	17	18	23	8
353	18	19	23	9
354	19	20	16	14
355	18	25	12	14
356	19	25	14	15
357	18	22	24	10
358	9	8	1	0
359	8	5	2	0
360	9	5	2	0
361	9	5	2	0
362	9	5	2	0
363	9	5	2	0
364	9	7	1	0
365	8	5	2	0
366	8	5	1	0
367	8	5	2	0
368	8	5	2	0
369	8	5	2	0
370	8	5	1	0



รูปที่ 6 กราฟความเข้ม (densitometry plot) ทุกแนบค ของบัตรคัท 1205

* DENSITOMETRY PLOT LINE TRACE



รูปที่ 7 การหาความเข้ม (densitometry plot) ของแถบสีของบัตรรหัส 387

แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากแบบที่ 5 และแบบที่ 6 ของ ทั้ง 2 บริเวณ (รูปที่ 8 และ 9) ทำให้เราได้ทราบว่า ข้อมูลในแถบภาพที่ 1 กับข้อมูล ในแถบภาพที่ 2 มีความแตกต่างกันอยู่บ้าง ทั้งนี้โดยลักษณะภูมิศาสตร์ ก็ห่างกันประมาณ 80 กิโลเมตร

3.1.4 การนำ spectrum ของข้อมูลมาวิเคราะห์กับข้อมูลจริงภาคพื้นดิน เพื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูล จะสามารถกระทำได้เมื่อลักษณะการเปลี่ยนแปลงจาก spectrum ของข้อมูลข้างเคียงมีเพียงพอที่จะสังเกตเห็นได้ชัดเจน และสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปเขียน decision tree algorithm เพื่อการจำแนกและสร้างภาพอย่างรวดเร็วโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้

อย่างไรก็ดี สำหรับข้อมูลบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลที่กำลังศึกษาอยู่นี้ ถึงแม้ได้วิเคราะห์ในหัวข้อที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างกราฟความเข้ม (รูปที่ 6 และ 7) ของข้อมูลในบริเวณที่รายงานการสำรวจตะกอนของ กพผ. กล่าวว่า มีตะกอนแขวนลอย สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ เราไม่สามารถสังเกตความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลข้างเคียงได้ เนื่องจากตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ ยังมีปริมาณความเข้มข้นน้อยมาก เพราะลักษณะของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งสภาพภูมิประเทศเดิมเป็นหุบเขา จึงทำให้ชายฝั่งของอ่างเก็บน้ำ มีลักษณะลาดชันลงอย่างรวดเร็ว ประกอบกับลำน้ำสาขาต่าง ๆ ที่ไหลเข้าสู่อ่าง เป็น ลำน้ำเล็ก ๆ ตะกอนที่ถูกพัดพามากับลำน้ำจึงมีไม่มากนัก นอกจากนี้ เรายังขาดข้อมูลจริงภาคพื้นดินที่เหมาะสมสำหรับประกอบกรวิเคราะห์ กล่าวคือ เราจะกองทราบตำแหน่ง และข้อมูลเกี่ยวกับตะกอนแขวนลอยของ spectrum ที่นำมาศึกษาด้วย ดังนั้น เรายังไม่มีข้อมูลเพียงพอสำหรับตัดสินใจในการสร้าง decision tree algorithm ได้

3.1.5 ข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนระหว่างช่วงคลื่น (Ratioing)

ระบบ MSS (Multispectral scanner System) ของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (LANDSAT) นอกจากจะให้ข้อมูลในช่วงคลื่นต่าง ๆ กัน 4 ช่วงคลื่นแล้ว การสร้างข้อมูลชุดใหม่เพิ่มเติมในการวิเคราะห์และศึกษาสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

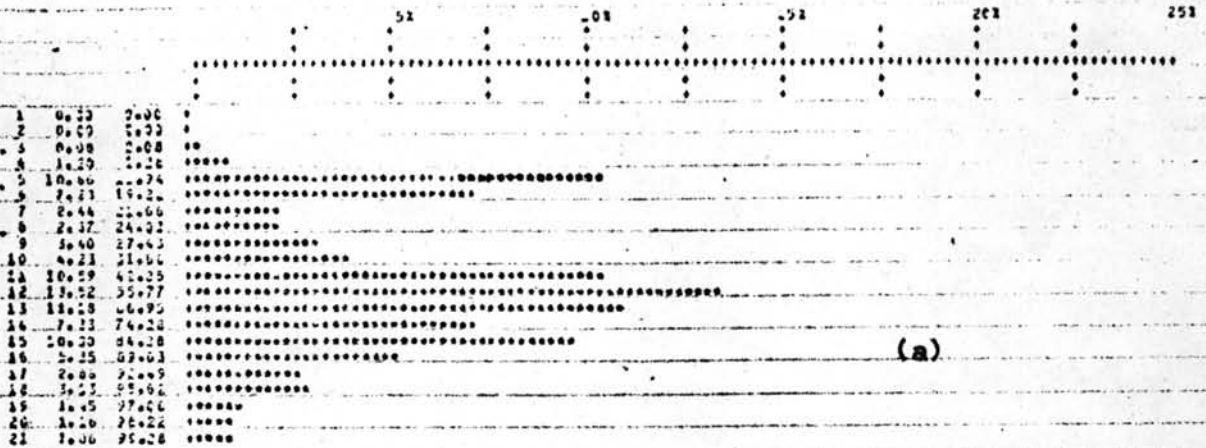
* SIGMALS HISTOGRAM PLOT

TOTAL # OF POINTS USED= 40000

TOTAL # OF POINTS OUT OF RANGE

0

VALUE POINT CLM. POINT



(a)

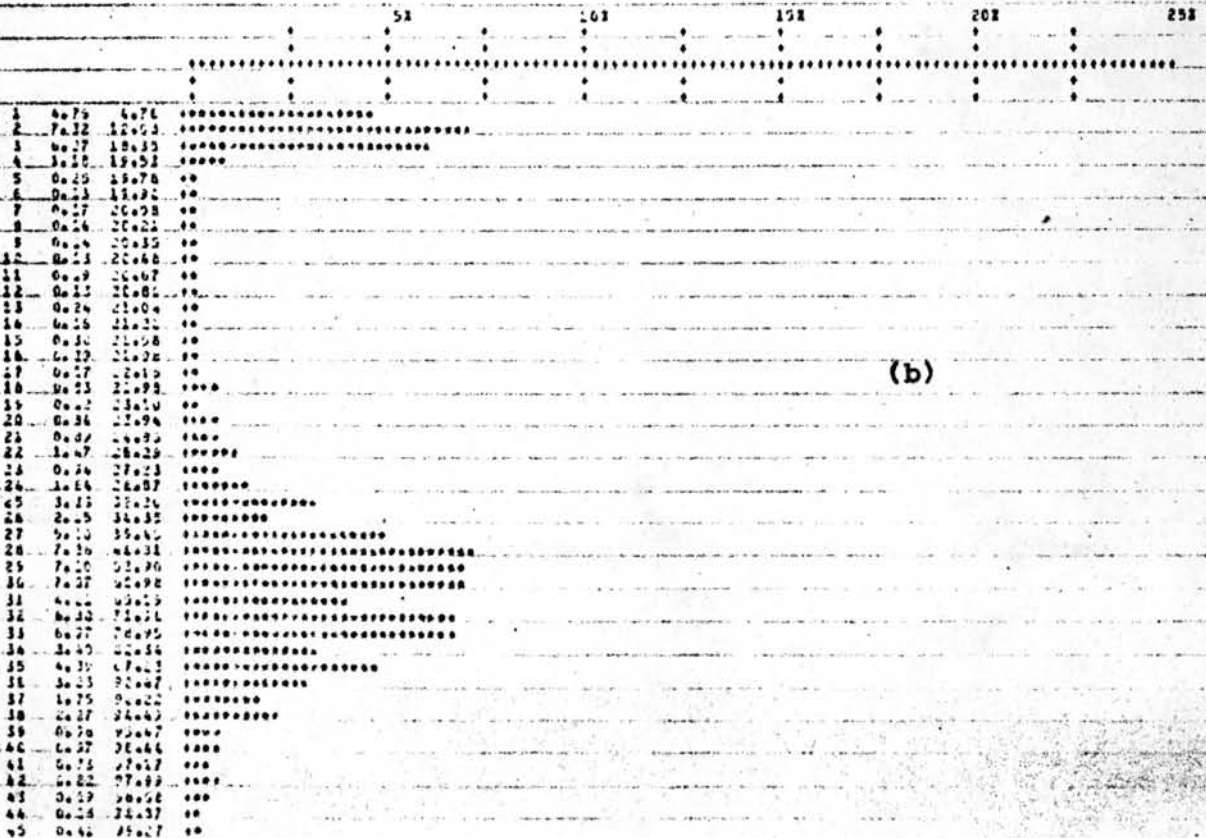
* SIGMALS HISTOGRAM PLOT

TOTAL # OF POINTS USED= 42206

TOTAL # OF POINTS OUT OF RANGE

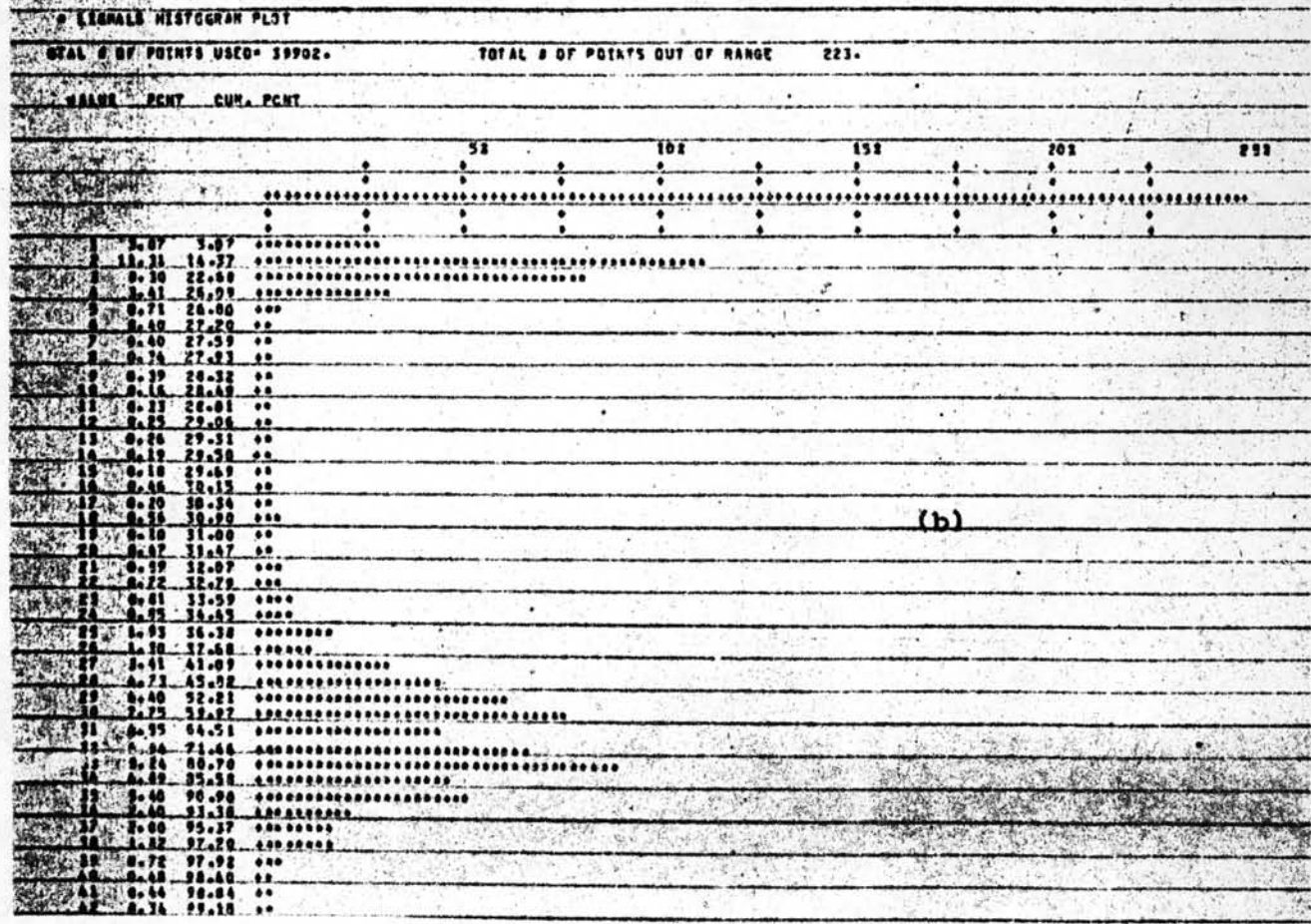
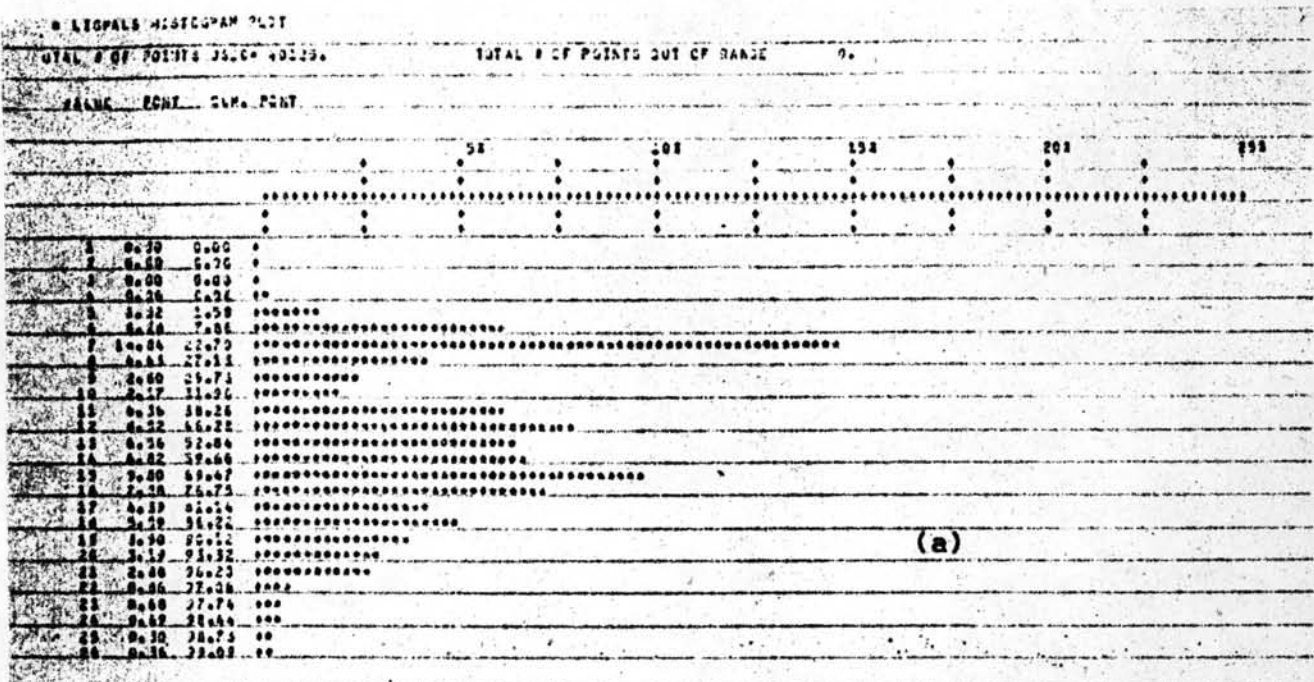
519

VALUE POINT CLM. POINT



(b)

รูปที่ 8 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูล แบบที่ 5(a)และแบบที่ 6(b)บริเวณอ่าง 1,2



รูปที่ 9 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูล แบบน้ก 5(a) และแบบน้ก 6(b) บริเวณอ่าง 4,5

การนำข้อมูลจากช่วงคลื่นต่าง ๆ มาทำการบวก ลบ คูณ และหาร ระหว่างจุดภาพต่อจุดภาพ เป็นต้น ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการนำข้อมูลจากสองคลื่นมาหารกัน (ratioing) เพียงวิธีเดียว

จากการที่วัตถุประสงค์เดียวกันมีคุณสมบัติในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้มากน้อยต่างกันไปในช่วงคลื่นที่ต่างกัน ซึ่งจากคุณสมบัติในข้อนี้ การนำข้อมูลมาทำ ratioing เพื่อศึกษาในแง่ต่าง ๆ จึงได้กระทำกันอย่างแพร่หลาย ดังจะยกตัวอย่างเช่น

- K.P. Bukata⁽¹⁴⁾ ได้ใช้ข้อมูลจาก ratioing ในการศึกษาคุณสมบัติทางชีววิทยาในทะเลสาบ เช่น จำนวนคลอโรพิลล์บนผิวน้ำ เป็นต้น ได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ และได้อ้างถึงงานวิจัยของ Roger และคณะ ซึ่งพบว่า อัตราส่วนของข้อมูลจากแบนด์ 4 และ 5 สามารถลดผลของการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ขอบบรรยากาศ (top of atmosphere) อีกด้วย

- Shungi Murai⁽¹⁵⁾ ชาวญี่ปุ่น ได้ใช้อัตราส่วนของข้อมูลระหว่างแบนด์ 4/6, 5/7 และ 5-7/5+7 ในการขยายความชัดเจนของภาพถ่ายและข้อมูลจากดาวเทียมมา เหล่านี้เป็นต้น

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาโปรแกรม RATIO ในระบบโปรแกรม LIGMALS เพื่อพัฒนาเพิ่มเติมในระบบโปรแกรมของ CU-LIGMALS (ดูได้จากภาคผนวก ข) ซึ่งหลักการของโปรแกรม RATIO เป็นดังนี้

$$R_i = \frac{X_{ai} - e_a}{X_{bi} - e_b} \times K$$

โดยที่ R_i คือค่าอัตราส่วนจุดภาพที่ i
 X_{ai} และ X_{bi} คือค่าของข้อมูลจุดภาพที่ i ของแบนด์ a และ b

e_a และ e_b คือค่า path radiance¹ ของแมนต์ a และ b
K คือค่าคงที่ใด ๆ

ได้ทำการทดลองใช้โปรแกรม RATIO กับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ (เนื่องจากขณะนั้นยังไม่ได้เริ่มวิเคราะห์ข้อมูลของเขื่อนฯ) ปรากฏว่าให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ภาพพิมพ์ที่ได้จากข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับภาพพิมพ์จากแมนต์ปกติให้ความชัดเจน (contrast) ที่ขึ้น

สำหรับการนำโปรแกรม RATIO มาวิเคราะห์ข้อมูลของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล นั้น เนื่องจากข้อมูลบางส่วนในแมนต์ 6 มีค่าเท่ากับศูนย์ จึงได้ดัดแปลงโปรแกรม RATIO ให้สร้างข้อมูลจากอัตราส่วน 2 ชุด ดังนี้

$$R_{1i} = \frac{X_{5i} - X_{6i}}{X_{5i} + X_{6i}} \times K_1$$

$$R_{2i} = \frac{X_{5i} + X_{6i}}{X_{5i} - X_{6i}} \times K_2$$

โดยที่ R_{1i} และ R_{2i} คือค่าอัตราส่วนจุดภาพที่ i ของชุดที่ 1 และ 2
 X_{5i} และ X_{6i} คือค่าของข้อมูลจุดภาพที่ i ของแมนต์ 5 และ 6

$$K_1 = 100, \quad K_2 = 10$$

¹ path radiance ของแมนต์ใด ๆ สามารถหาได้จากค่าที่ต่ำที่สุด ของแมนต์นั้น ๆ เช่นอาจจะเป็นข้อมูลบริเวณที่เป็นส่วนของเงาของเมฆ เป็นต้น จุดประสงค์ของการลบค่าของข้อมูลด้วยค่า path radiance ก่อนจะทำเป็นอัตราส่วนนั้น ก็เพื่อลด effect ของชั้นบรรยากาศที่มีต่อข้อมูลลงได้บ้าง

แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากอัตราส่วนทั้งสองแบบ เฉพาะบริเวณที่เป็นน้ำ ได้แสดงในรูปที่ 10 และ 11 ตามลำดับ

การจัดพิสัยความเข้ม (density range) เพื่อทำการพิมพ์ภาพพิมพ์จำเป็นต้องใช้วิธี Manual level set (MLSET) โดยอาศัยแผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ข้างต้น เนื่องจาก ratioing ระหว่างข้อมูลจากสองช่วงคลื่นไม่เป็น linear transformation ลักษณะการกระจายของข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนจึงไม่เป็น Normal distribution ทำให้ไม่สามารถใช้โปรแกรม ALSET เข้าช่วยในการจัดทำภาพพิมพ์ได้

ภาพพิมพ์จากข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนระหว่างแบนด์ 5 และ 6 สองชุดนี้ได้แสดงในรูปที่ 12 โดยทดลองพิมพ์เขตภาพที่ครอบคลุมจุดสำรวจที่ 6 ของ กฟผ. จะเห็นได้ว่าภาพพิมพ์จากข้อมูลทั้งสองชุดนี้ ไม่ช่วยให้ข้อมูลของตะกอนแขวนลอยปรากฏให้เห็นชัดเจนขึ้นเลย ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ เป็นตะกอนประเภทดินทราย (inorganic) ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีในทุก ๆ ช่วงคลื่น และเหตุผลสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ เชื้ออณูมีพลยังมีน้อย และมีลักษณะการกระจายที่ไม่เด่นชัด แน่นนอน จึงทำให้ไม่สามารถสังเกตได้จากภาพพิมพ์โดยปกติได้

3.2 การวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการจำแนกข้อมูล

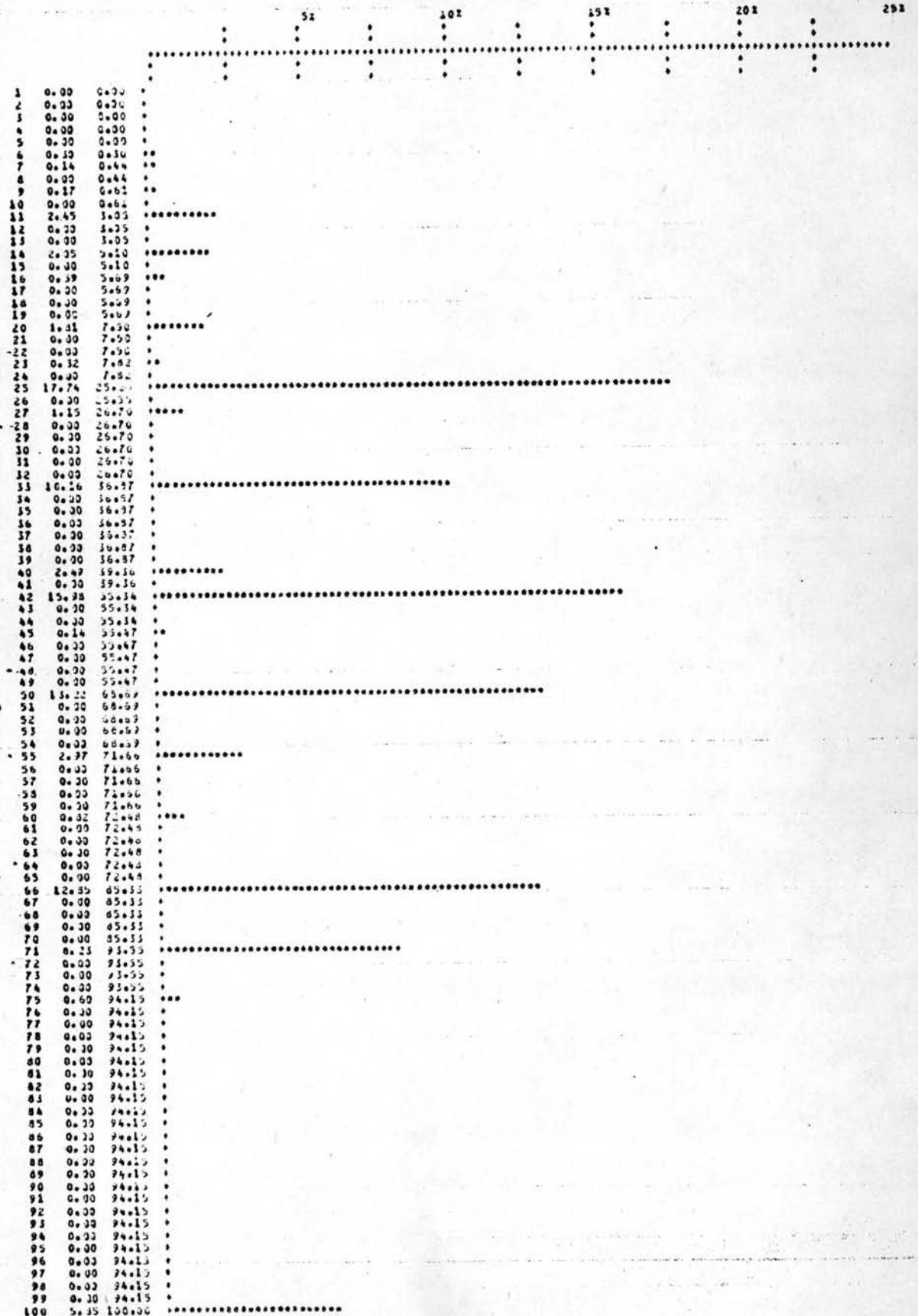
ดังได้กล่าวในหัวข้อ 3.1 แล้วว่า จากภาพถ่ายเราไม่สามารถเห็นความแตกต่างของระดับสีเทาด้วยสายตาได้ และเช่นเดียวกันจากภาพพิมพ์โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 4 และ 5) ข้อมูลบริเวณที่เป็นน้ำเราก็ไม่สามารถสังเกตความแตกต่างได้อย่างชัดเจนเช่นกัน จึงได้เลือกเอาข้อมูลจากสองบริเวณมาทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาหาวิธีที่เหมาะสมในการจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ ดังนี้คือ

ก. บริเวณอ่าง 2 ตอนบน เหนือจุดสำรวจที่ 5 ภายในเขตภาพ จากบรรทัดที่ 1130 ถึงบรรทัดที่ 1180 ระหว่างจุดภาพที่ 265 ถึง 389

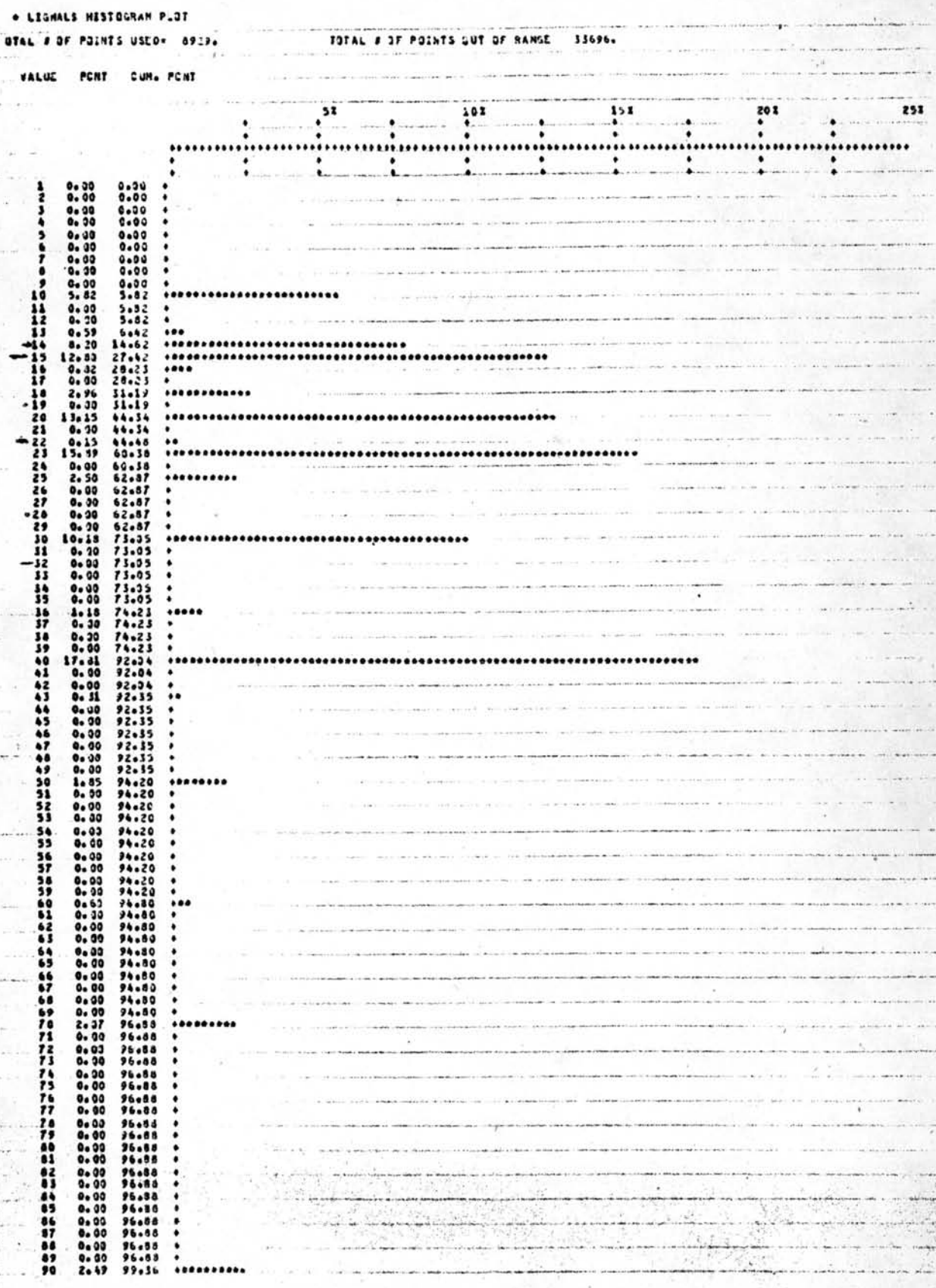
* SIGNALS HISTOGRAM PLOT
TOTAL # OF POINTS USED: 30750

TOTAL # OF POINTS OUT OF RANGE 33750

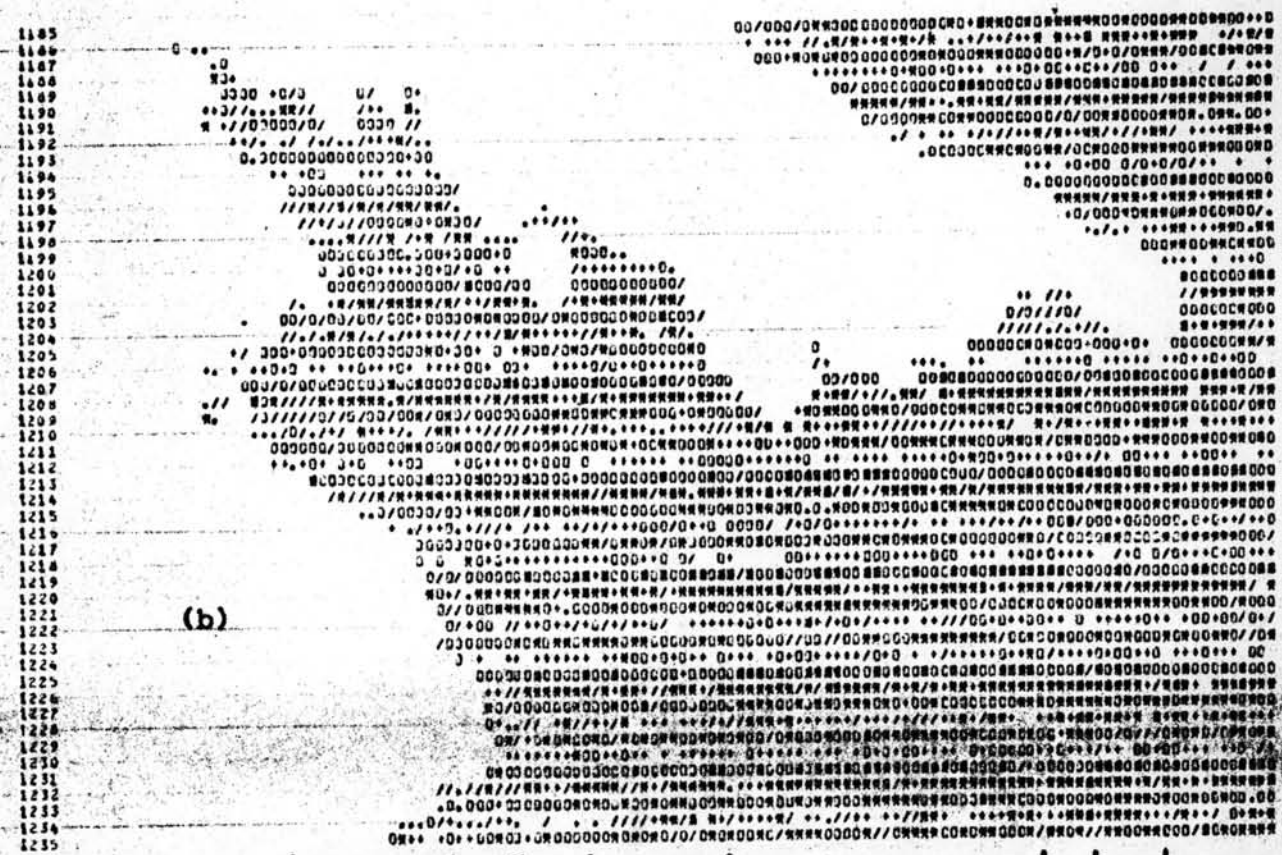
VALUE PCNT CUM. PCNT



รูปที่ 10 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจาก R1



รูปที่ 11 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจาก R2



รูปที่ 12 ภาพพิมพ์จากข้อมูลที่ เป็นขั้วกราดวน (ratioing) ระหว่างช่วงคลื่น R₁(a), R₂(b)

ข. บริเวณอ่าง 2 ตอนล่าง ซึ่งครอบคลุมบริเวณที่ลำน้ำคลองจกไหลเข้าสู่อ่าง
ตรงกับบริเวณสำรวจที่ 6 ภายในเขตภาพ จากบรรทัดที่ 1185 ถึง 1235 ระหว่างจุดภาพ
ที่ 265 ถึง 389

ข้อมูลของทั้งสองบริเวณนี้ จากรายงานการสำรวจตะกอนฯ เราจะถือว่า
บริเวณอ่าง 2 ตอนล่าง มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากกว่าบริเวณอ่าง 2 ตอนบน

เมื่อทำการทดลองพิมพ์ภาพพิมพ์ของสองบริเวณนี้โดยการเปลี่ยนค่าพิสัยความ
เข้ม (density range) หลาย ๆ ค่า สรุปได้ว่า ค่าของข้อมูลซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำ
สำหรับข้อมูลในแถบภาพที่ 2 นี้ มีค่าระหว่าง 3 ถึง 8 และ 0 ถึง 8 ในแถบที่ 5 และ 6
ตามลำดับ

ตารางที่ 3 และ 4 ได้แสดงจำนวนจุดของแต่ละค่าของข้อมูลที่แม่น้ำทั้ง 2
บริเวณ

บริเวณอ่าง 2 ตอนบน			บริเวณอ่าง 2 ตอนล่าง		
ค่าของข้อมูล	จำนวนจุด	เปอร์เซ็นต์	ค่าของข้อมูล	จำนวนจุด	เปอร์เซ็นต์
3	15	0.52	3	14	0.35
4	199	6.96	4	167	4.13
5	1450	50.70	5	1976	48.90
6	956	33.42	6	1331	32.94
7	185	6.47	7	340	8.41
8	55	1.92	8	213	5.27
รวม	2860	100	รวม	4041	100

ตารางที่ 3 จำนวนจุดในแต่ละค่าของข้อมูลจากแถบที่ 5 เฉพาะบริเวณที่เป็นน้ำ

บริเวณอ่าง 2 ตอนบน			บริเวณอ่าง 2 ตอนล่าง		
ค่าของข้อมูล	จำนวนจุด	เปอร์เซ็นต์	ค่าของข้อมูล	จำนวนจุด	เปอร์เซ็นต์
0	199	6.96	0	345	8.54
1	679	23.74	1	913	22.58
2	946	33.08	2	1316	32.57
3	829	28.99	3	1154	28.56
4	143	5.00	4	216	5.35
5	20	0.70	5	38	0.94
6	8	0.28	6	15	0.37
7	21	0.73	7	23	0.57
8	15	0.52	8	21	0.52
รวม	2806	100	รวม	4041	100

ตารางที่ 4 จำนวนจุดในแต่ละค่าของข้อมูลจากแผนก 6 เฉพาะบริเวณที่เป็นน้ำ

บริเวณ อัตรส่วน จำนวนจุด ภาพ	แผนก 5 ค่าของข้อมูล		แผนก 6 ค่าของข้อมูล	
	3-7 : 8	3-6 : 7-8	0-4 : 5-8	0-3 : 4-8
อ่าง 2 ตอนบน	51	11	44	13
อ่าง 2 ตอนล่าง	18	6	40	12

ตารางที่ 5 อัตรส่วนของจำนวนข้อมูลจากตารางที่ 5 และ 6

จากที่ได้ทราบว่า ปริมาณของตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลยังมี น้อยมาก และจากการทดลองหิมภาพหิมพ์ด้วยค่าของพิสัยความเข้มต่าง ๆ กัน เราได้ ตารางสรุปจำนวนของข้อมูลในแต่ละค่า ดังตารางที่ 3 และ 4 นอกจากนี้ ตารางที่ 5 ได้แสดงอัตราส่วนของจำนวนข้อมูลระหว่างแชนด์ 5 และแชนด์ 6 เราได้ตั้งข้อสมมุติฐาน ในเบื้องต้นนี้ว่า

ตัวแทนของน้ำใส จากแชนด์ 5 มีค่าระหว่าง 3 ถึง 6

จากแชนด์ 6 มีค่าระหว่าง 0 ถึง 3

ตัวแทนของน้ำมีตะกอน จากแชนด์ 5 มีค่าระหว่าง 7 ถึง 8

จากแชนด์ 6 มีค่าระหว่าง 4 ถึง 8

จากข้อสรุปอันนี้ เราสามารถทำการจำแนกข้อมูลได้ทันที โดยเขียน Decision Tree Algorithm อย่างง่าย ๆ แล้วจึงประยุกต์วิธีการของ Maximum Likelihood Ratio ซึ่งในที่นี้ได้ทดลองจำแนกข้อมูลทั้ง 2 แบบไปพร้อม ๆ กัน นอกจากนี้ยังได้ทำการ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีของ Multi-channel density slicing เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ กับ 2 วิธีข้างต้น รายละเอียดของแต่ละวิธีมีดังต่อไปนี้

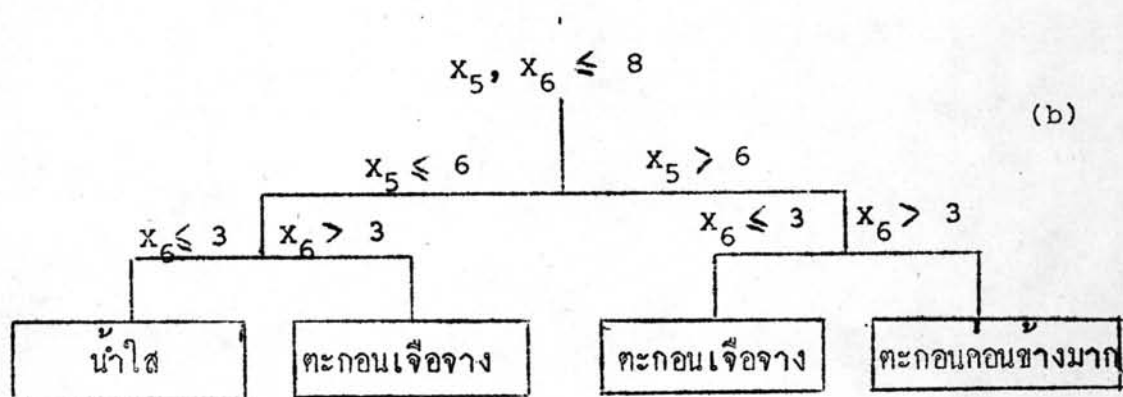
3.2.1 Decision Tree Algorithm

จากข้อสมมุติฐานข้างต้น เมื่อนำไปเขียนเป็น truth table สำหรับ ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของน้ำ และตะกอนแขวนลอยในแชนด์ 5 และ 6 จะได้ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 13a สำหรับข้อมูลที่ตกอยู่ระหว่างน้ำและตะกอนแขวนลอยในที่นี้เราจะกำหนดให้เป็น ตัวแทนของตะกอนเจือจาง

โดย truth table อันนี้ เราสามารถเขียน decision tree ง่าย ๆ ดังแสดงในรูปที่ 13b ซึ่งได้นำไปเขียนเป็นโปรแกรมสำหรับจำแนกข้อมูลชุดนี้ โดยได้ทดสอบจำแนกข้อมูลในอ่าง 2 บริเวณสำรวจที่ 5 และ 6 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 14

	แผนที่ 5		
แผนที่ 6		3 - 6	7 - 8
	3 - 6	น้ำใส	ตะกอนเจือจาง
	4 - 8	ตะกอนเจือจาง	ตะกอนค่อนข้างมาก

(a)



x_i คือ ค่าของข้อมูลในแผนที่ i โดย $i = 5, 6$

รูปที่ 13 (a) Truth table ของน้ำและตะกอนแขวนลอยในอ่าง 2

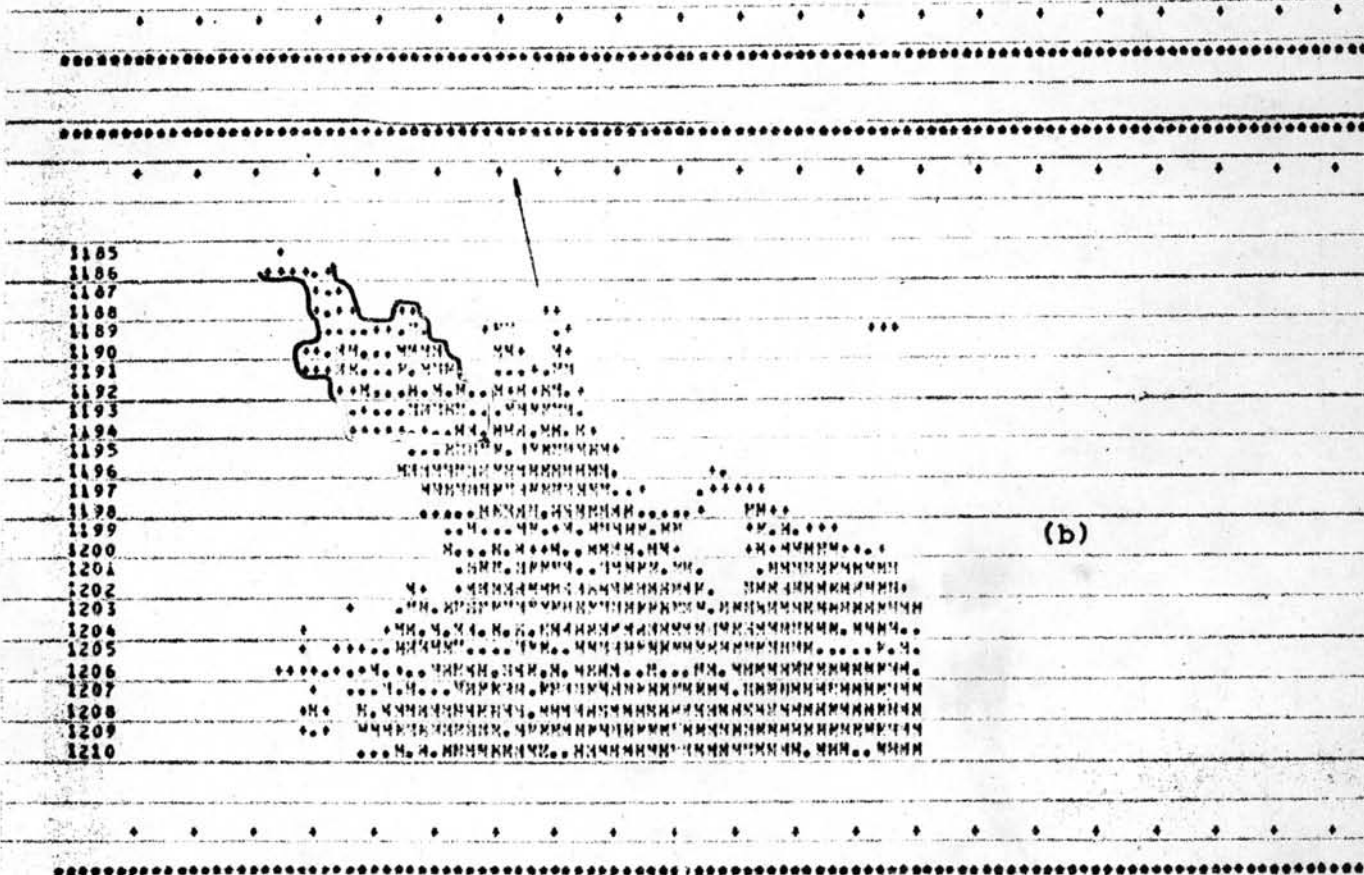
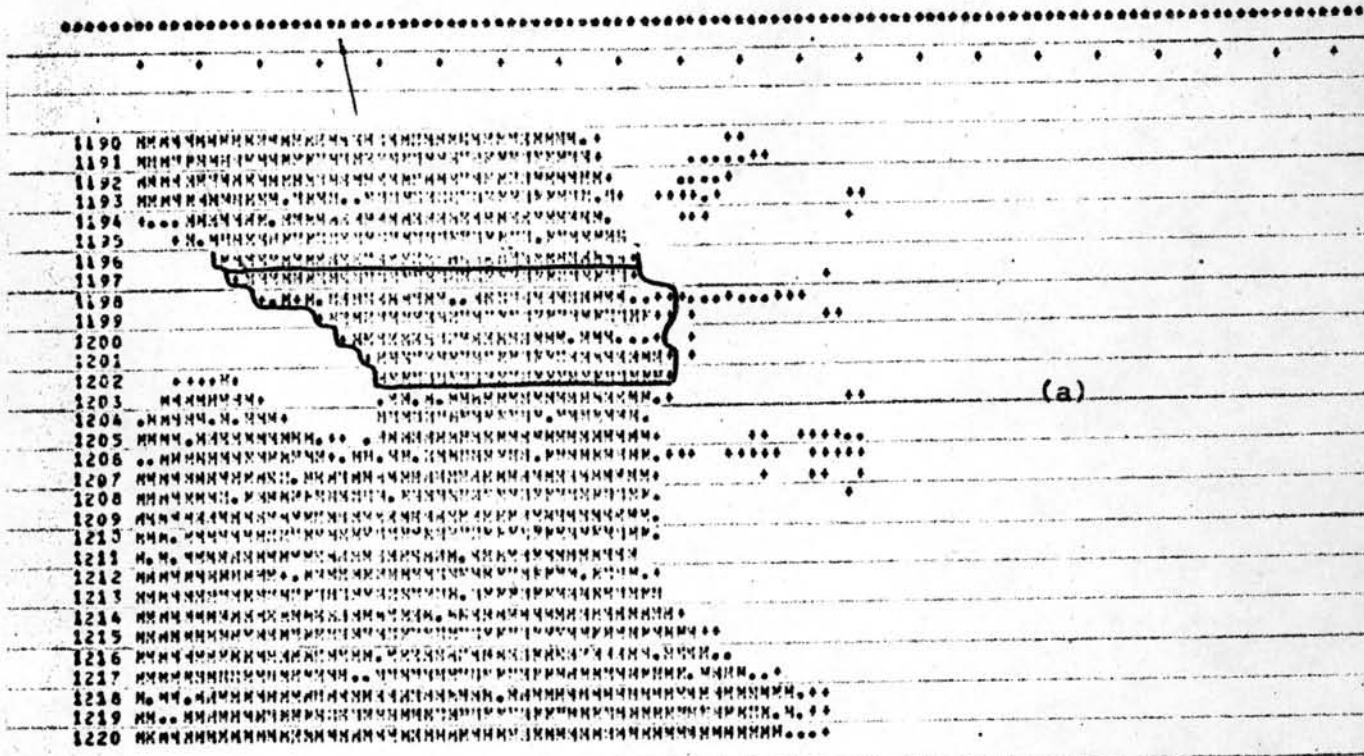
(b) Decision Tree

ซึ่งผลของการจำแนกข้อมูลมีดังนี้

บริเวณสำรวจที่ 5 จำแนกเป็นน้ำ 227 จุด เป็นตะกอน 32 จุด

บริเวณสำรวจที่ 6 จำแนกเป็นน้ำ 15 จุด เป็นตะกอน 48 จุด

โดยที่มีรวมตะกอนเจือจางและตะกอนหนาแน่นเข้าด้วยกัน



รูปที่ 14 ภาพทดลองจำแนกข้อมูล บริเวณสำรวจที่ 5(a) และ 6(b)
 ด้วยวิธีเขียน decision tree algorithm

3.2.2 Maximum Likelihood Ratio (M.L.R.)

เทคนิคการจำแนกข้อมูล (Classification) ด้วย M.L.R. เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย โดยอาศัยสถิติและความน่าจะเป็น (probability) ของข้อมูลเป็นหลักในการจำแนก ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะต้องมีคุณสมบัติของการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) คือมีค่า probability function ดังสมการข้างล่างนี้

$$p(x) = \frac{1}{(2\pi)^{d/2} \Sigma^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x-\mu)^t \Sigma^{-1} (x-\mu) \right]$$

โดยที่ $\mu = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ u_d \end{bmatrix}$ เป็น d component vector

และ $\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1d} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{2d} \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \sigma_{d1} & \sigma_{d2} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{dd} \end{bmatrix}$ dxd covariance matrix

สำหรับรายละเอียดของทฤษฎี M.L.R. จะไม่ขอกล่าวในที่นี้ (หาอ่านได้จากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 13)

ประเภทของข้อมูลที่ต้องการจำแนก คือ

ก. บริเวณที่เป็นน้ำใส (Clear water)

ข. บริเวณที่มีตะกอนเจือปน (Turbid water)

การเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (training area) เพื่อเป็นตัวแทนของประเภทข้อมูลดังกล่าว ไม่สามารถกระทำได้จากภาพพิมพ์ที่ได้จากระบบโปรแกรมในเบื้องต้น (หัวข้อ 3.1.2 รูปที่ 4 และ 5) ได้เลย จึงได้ประยุกต์ข้อสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ในหัวข้อ 3.2.1 กล่าวคือ

ตัวแทนของน้ำใสมีค่า 3 ถึง 6 และ 0 ถึง 3 ในแบนด์ 5 และ 6

ตัวแทนของตะกอนมีค่า 7 ถึง 8 และ 4 ถึง 8 ในแบนด์ 5 และ 6 ตามลำดับ เป็นลำดับชั้นของการขยายข้อมูลที่สนใจให้เด่นชัดขึ้น

โดยการจัดพิมพ์ภาพพิมพ์จากข้อสมมุติฐานนี้ (รูปที่ 15) จึงสามารถเลือกพื้นที่ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของประเภทข้อมูลดังกล่าว โดยอาศัยภาพพิมพ์จากแบนด์ 5 เป็นหลัก

ประกอบด้วยกลุ่มพื้นที่ตัวอย่าง WTR 1-4 โดยเลือกจากบริเวณกึ่งกลางอ่าง ซึ่งถือได้ว่าปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยมีน้อยมาก เป็นตัวแทนของประเภทข้อมูลน้ำใส สำหรับประเภทข้อมูลตะกอน หมายถึง มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยสูงกว่า ได้เลือกจากบริเวณที่ลำนํ้าคลองจกไหลเข้าสู่อ่าง เนื่องจากเราได้ทราบจากรายงานการสำรวจฯ ของ กพผ. ว่า บริเวณนี้มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยสูงที่สุด

ค่าสถิติต่าง ๆ อันได้แก่ mean vector, covariance matrix, inverse matrix และ determinant สำหรับพื้นที่ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของน้ำใส 4 กลุ่ม คือ WTR 1-4 และน้ำที่มีตะกอนเจือปน 1 กลุ่ม คือ SEDM โดยใช้ข้อมูลจากแบนด์ 5 และ 6 ได้แสดงในรูปที่ 16

จากค่าสถิติเหล่านี้ เราสามารถเขียนลักษณะการกระจาย (Scatter diagram) ของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่าง โดยการคำนวณค่า 2-มิติ (แบนด์ 5 และ 6) ของข้อมูลจากพื้นที่ตัวอย่างทุกกลุ่ม บนระนาบ (plain) ที่มีค่าความน่าจะเป็น (probability) เท่ากัน โดยถือเอาระนาบที่การกระจายของข้อมูลกว้างที่สุด เมื่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180



WTR1

1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235

SEDM



WTR2

WTR

WTR

รูปที่ 15 ภาพพิมพ์แนบ 5 แสดงพื้นที่ตัวอย่าง บริเวณอ่าง 1,2

1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180

WTR1

1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235

SEDM

WTR2

WTR3

WTR4

STATISTICS

MTD

9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0	7 6 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0

SUMS: TPTS 59, SURXY 2197, 27%

MEAN VECTOR: 0.04512, 0.03522; COVARIANCE MATRIX: 0.03476, 0.02735, 0.03516

INVERSE MATRIX: 0.02975, 0.02584, 0.03124

IDENTITY MATRIX: 0.00000, 0.00000, 0.00000

DET = 7.04992

MTD

9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0

SUMS: TPTS 61, SURXY 2034, 30%

MEAN VECTOR: 0.04474, 0.04120; COVARIANCE MATRIX: 0.03455, 0.03440, 0.07937

INVERSE MATRIX: 0.02874, 0.02693, 0.03144

IDENTITY MATRIX: 0.00000, 0.00000, 0.00000

DET = 3.02043

MTD

9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0
9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0	9 8 2 0 9 5 2 0

SUMS: TPTS 65, SURXY 2078, 27%

MEAN VECTOR: 0.04400, 0.04474; COVARIANCE MATRIX: 0.02974, 0.04474, 0.03516

รูปที่ 16 ค่าสถิติต่างๆของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่าง บริเวณอ่าง 1,2

INVERSE MATRIX

0.077133
*0.000000 0.000000

IDENTITY MATRIX

0.000000
*0.000000 0.000000

DET = 0.000000

DATA

8	5	2	3	7	5	1	0	7	9	1	0	5	5	3	0	2	3	2	0	9	5	2	0	8	5	2	0	9	5	1	0	8	5	1	0
9	5	3	0	8	5	2	0	2	4	0	0	9	2	0	0	2	4	2	0	7	5	2	0	2	5	0	0	9	5	2	0	9	6	0	0
9	6	2	0	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	6	1	1	7	9	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0
9	6	0	0	7	9	0	0	2	5	0	0	2	5	0	0	2	5	0	0	2	5	0	0	2	5	0	0	2	5	0	0	2	5	0	0
9	6	1	1	7	9	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0	2	5	1	0
9	6	2	0	7	9	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0
9	6	3	0	7	9	3	0	2	5	3	0	2	5	3	0	2	5	3	0	2	5	3	0	2	5	3	0	2	5	3	0	2	5	3	0
9	6	2	0	7	9	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0	2	5	2	0

SLX TPTS SUMXY
 123. 60 1751.
 123. 60 612. 102.

MEAN VECTOR COVARIANCE MATRIX
 0.000000 0.000000
 0.000000 *0.16749 1.05015

INVERSE MATRIX

0.077133
*0.000000 0.000000

IDENTITY MATRIX

0.000000
0.000000 0.000000

DET = 0.000000

DATA

10	7	7	2	10	7	6	0	9	7	5	0	10	7	5	0	10	6	7	0	10	7	6	0
10	7	5	0	10	7	3	0	10	8	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	8	8	1	9	7	2	0	9	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	8	3	0	10	8	4	2	10	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	8	4	0	10	8	4	0	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	7	3	0	9	7	3	0	9	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	8	5	0	10	7	4	0	9	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	8	2	10	8	7	2	10	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	8	6	0	11	8	7	2	10	8	7	0	10	7	4	0	9	7	4	0	8	7	4	0
10	8	9	1	10	8	6	0	9	7	4	0	9	7	5	0	9	5	4	0	8	7	4	0
9	8	5	0	9	8	5	0	10	7	5	0	9	7	4	0	9	7	3	0	9	7	4	0
10	8	7	2	9	7	5	9	9	6	4	0	9	6	4	0	9	7	3	0	9	6	3	0
9	7	3	0	9	5	3	0	9	7	4	0	9	7	4	0	9	8	7	1	10	7	4	0

SLX TPTS SUMXY
 423. 60 1017.
 280. 80 2019. 1470.

MEAN VECTOR COVARIANCE MATRIX
 7.09000 0.29060
 4.66667 0.26271 2.74016

INVERSE MATRIX

2.62782
*0.72399 0.54869

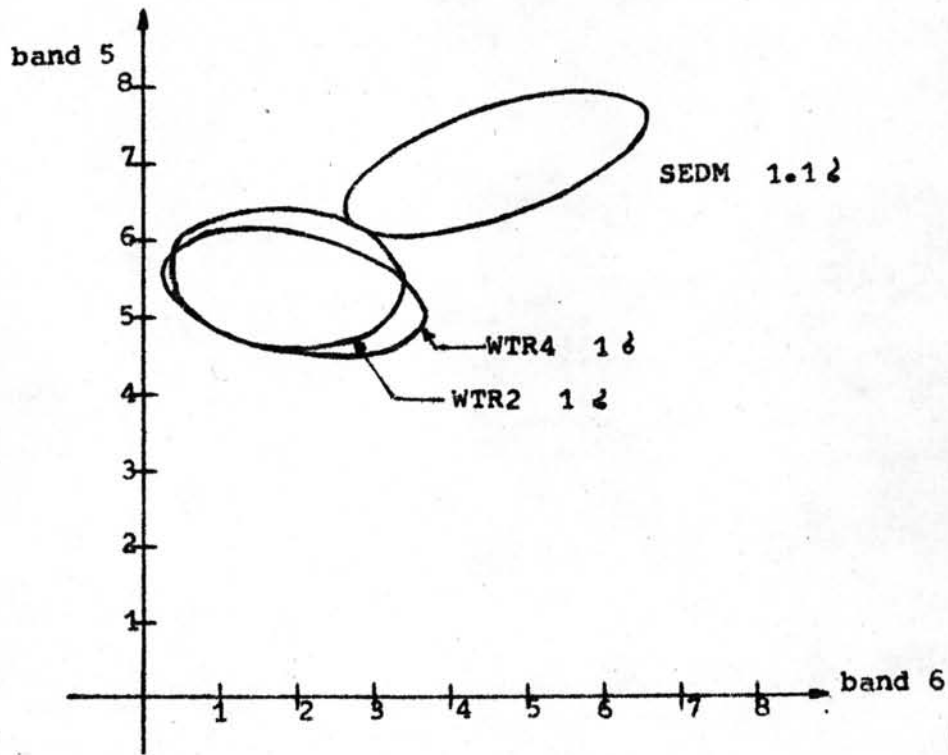
IDENTITY MATRIX

1.00000
0.00000 1.00000

DET = 1.03949

รูปที่ 16 (ต่อ) ทำสถิติต่างๆของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่าง บริเวณอ่าง 1,2

รูปข้างล่างคือ การกระจายของข้อมูล WTR 2, WTR 4 และ SEDM



รูปที่ 17 Scatter diagram ของพื้นที่ตัวอย่าง

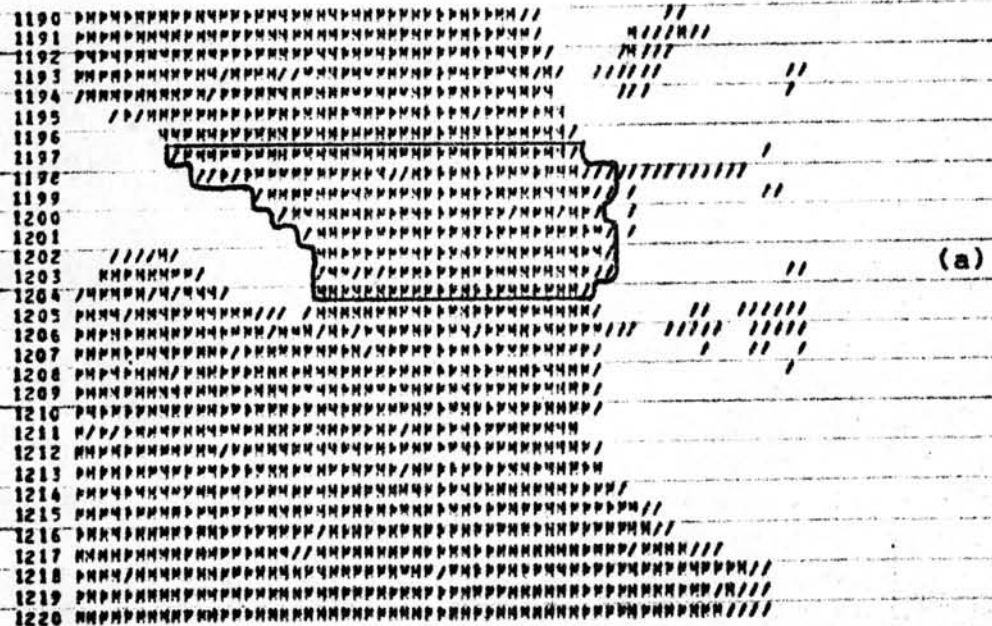
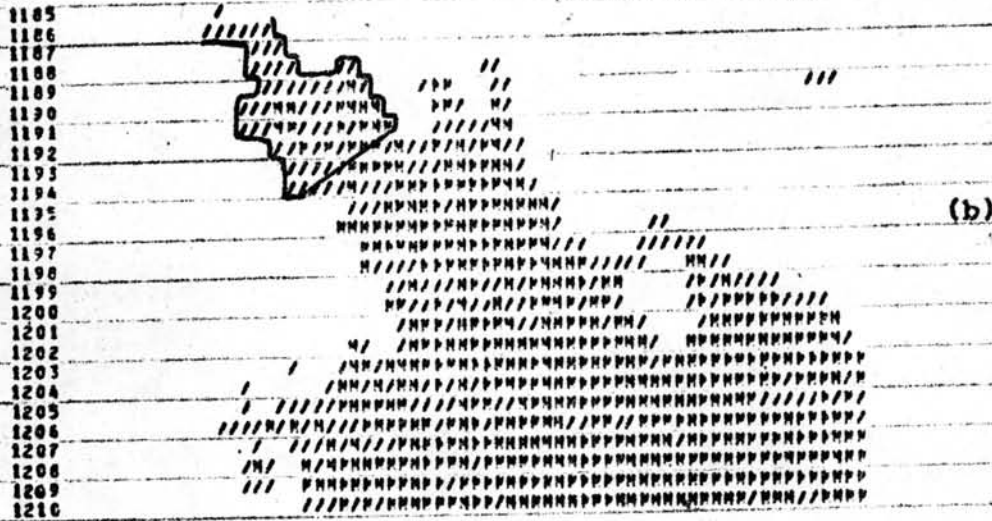
โดยอาศัยข้อมูลของ WTR 2 และ SEDM เป็นข้อมูลเข้าสำหรับโปรแกรม จำแนกประเภทข้อมูล โดยทำการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณจุดสำรวจที่ 5 และ 6 (รูปที่ 18) ผลปรากฏดังนี้

บริเวณสำรวจที่ 6 จำแนกเป็นน้ำ 234 จุด เป็นตะกอน 27 จุด

บริเวณสำรวจที่ 6 จำแนกเป็นน้ำ 17 จุด เป็นตะกอน 47 จุด

3.2.3 Multi-channel Density Slicing (M.D.S.)

ดังเป็นที่ทราบกันดีว่า ตะกอนแขวนลอยประเภทสิ่งไม่มีชีวิต (inorganic) มีคุณสมบัติในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีกว่าน้ำธรรมดาทั้ง 4 ช่วงคลื่นที่มีอยู่ ดังนั้น การนำข้อมูลบนจุดเดียวกันจากทุก ๆ ช่วงคลื่นมาคูณเข้าด้วยกัน เราจะได้ข้อมูลชุดใหม่ที่ให้ค่าของข้อมูลซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำและน้ำปนตะกอน แยกห่างออกจากกันมากขึ้น Shubert และ MacLeod⁽⁸⁾ ได้ใช้วิธีการนี้ในการจำแนกตะกอนแขวนลอยบริเวณแม่น้ำ Potomac โดยอาศัยความเข้มของระดับสีจากภาพสีเท็จ (false color composite) มากำหนดพิสัย (range) ของข้อมูลที่คูณเข้าด้วยกันแล้ว ปรากฏว่าผลการจำแนกเป็นที่น่าพอใจ



รูปที่ 18 ภาพทกลงจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 5(a) และ 6(b)
 วิทยเทคนิคของ M.L.R.

สำหรับข้อมูลในบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล เนื่องจากข้อมูลในแบนด์ 7 ส่วนใหญ่มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งตรงกับที่ได้ศึกษาไว้คือ แบนด์ 7 ไม่ไวต่อการสะท้อนของสิ่งแวดล้อมในน้ำประเภทนี้ ดังนั้นเฉพาะข้อมูลในส่วนที่เป็นน้ำของแบนด์ 5, 6 และ 4, 5, 6 ได้ถูกนำมาคูณกันเพื่อสร้างข้อมูลชุดใหม่ในการวิเคราะห์หน้าและตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ รูปที่ 19 และ 20 เป็นแผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่ได้จากการคูณ 2 ชุดนี้

การจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธี multi-channel density slicing นี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ประกอบการพิจารณาเพื่อกำหนดขอบเขตของการจำแนกข้อมูล ดังเช่น Shubert และ MacLeod ได้อาศัยภาพสีเท็จมากำหนดขอบเขตของข้อมูลที่เป็นน้ำและตะกอนแขวนลอยออกเป็น 5 ระดับ เป็นต้น

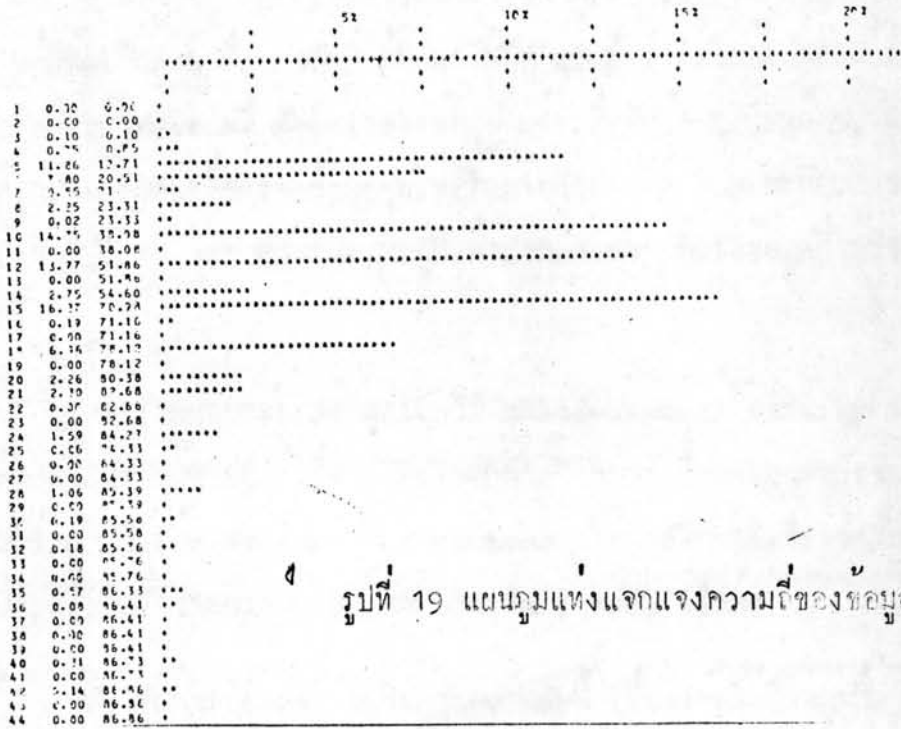
สำหรับการวิเคราะห์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลอื่น ๆ มาสนับสนุนการวิเคราะห์ จึงต้องใช้วิธี trial and error เข้าช่วยในการกำหนดขอบเขตเพื่อทำการจำแนกตะกอนแขวนลอย ซึ่งข้อดีของการนำข้อมูลจากหลาย ๆ แบนด์มาทำการขยายโดยการคูณเข้าด้วยกันก็คือ ช่วยลดความผิดพลาดจากการกำหนดขอบเขตเพื่อจำแนกประเภทข้อมูล ดังจะเห็นได้อย่างชัดเจนจากกราฟในรูปที่ 21 ซึ่งเป็นกราฟความถี่สะสม พล็อตจากแผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลในแบนด์ 6 แบนด์ 5x6 และแบนด์ 4x5x6 ตามลำดับ

ในการกำหนดขอบเขตเพื่อจำแนกตะกอนแขวนลอยครั้งนี้ เราจะเห็นได้จากกราฟในรูปที่ 21 ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนข้อมูล เส้นกราฟของแบนด์ 6 จะให้ค่าของข้อมูลเท่ากับ 3 ซึ่งตรงกับข้อสมมุติฐานในหัวข้อ 3.2 ที่ว่า ข้อมูลซึ่งเป็นตัวแทนของตะกอนแขวนลอยในแบนด์ 6 มีค่ามากกว่า 3 ส่วนกราฟของแบนด์ 5x6 และแบนด์ 4x5x6 ให้ค่าของข้อมูลเท่ากับ 20 และ 180 ตามลำดับ ดังนั้นเราจะเห็นในที่นี้อีกครั้งหนึ่ง หากใช้แบนด์ 6 เพียงแบนด์เดียวในการจำแนกตะกอนความผิดพลาดในการกำหนดขอบเขตของ

* LICHALS HISTOGRAM PLOT
 TOTAL # OF POINTS USED= 9613.

TOTAL # OF POINTS OUT OF RANGE = 33017.

VALUE PCNT CUM. PCNT

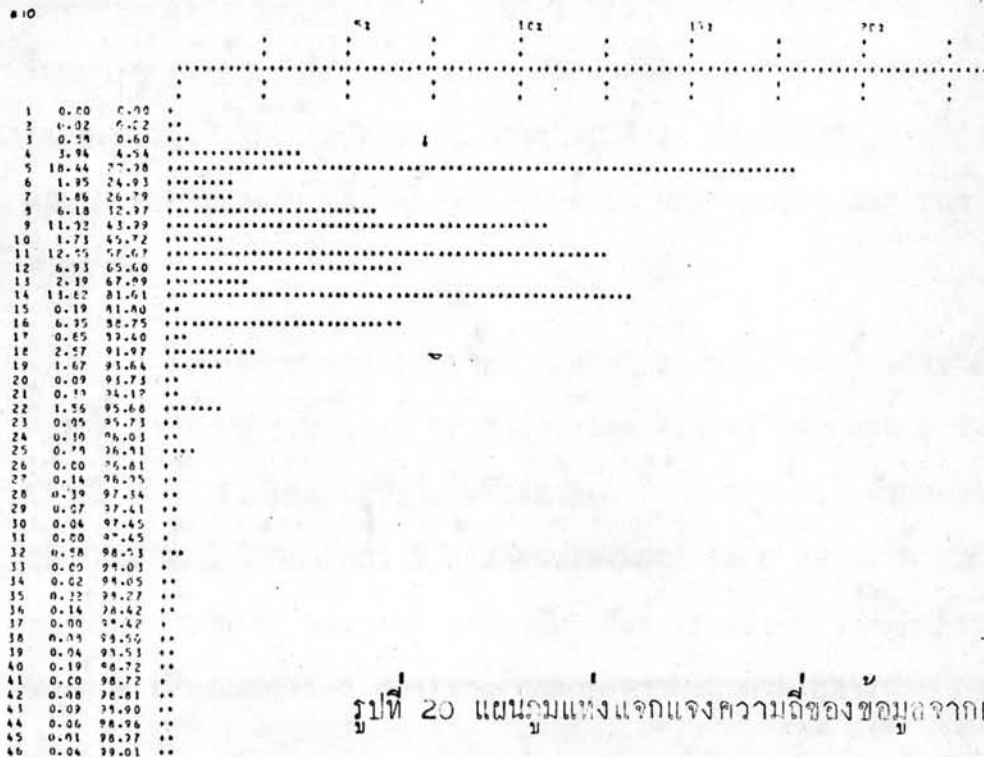


รูปที่ 19 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากแบบค 5x 6

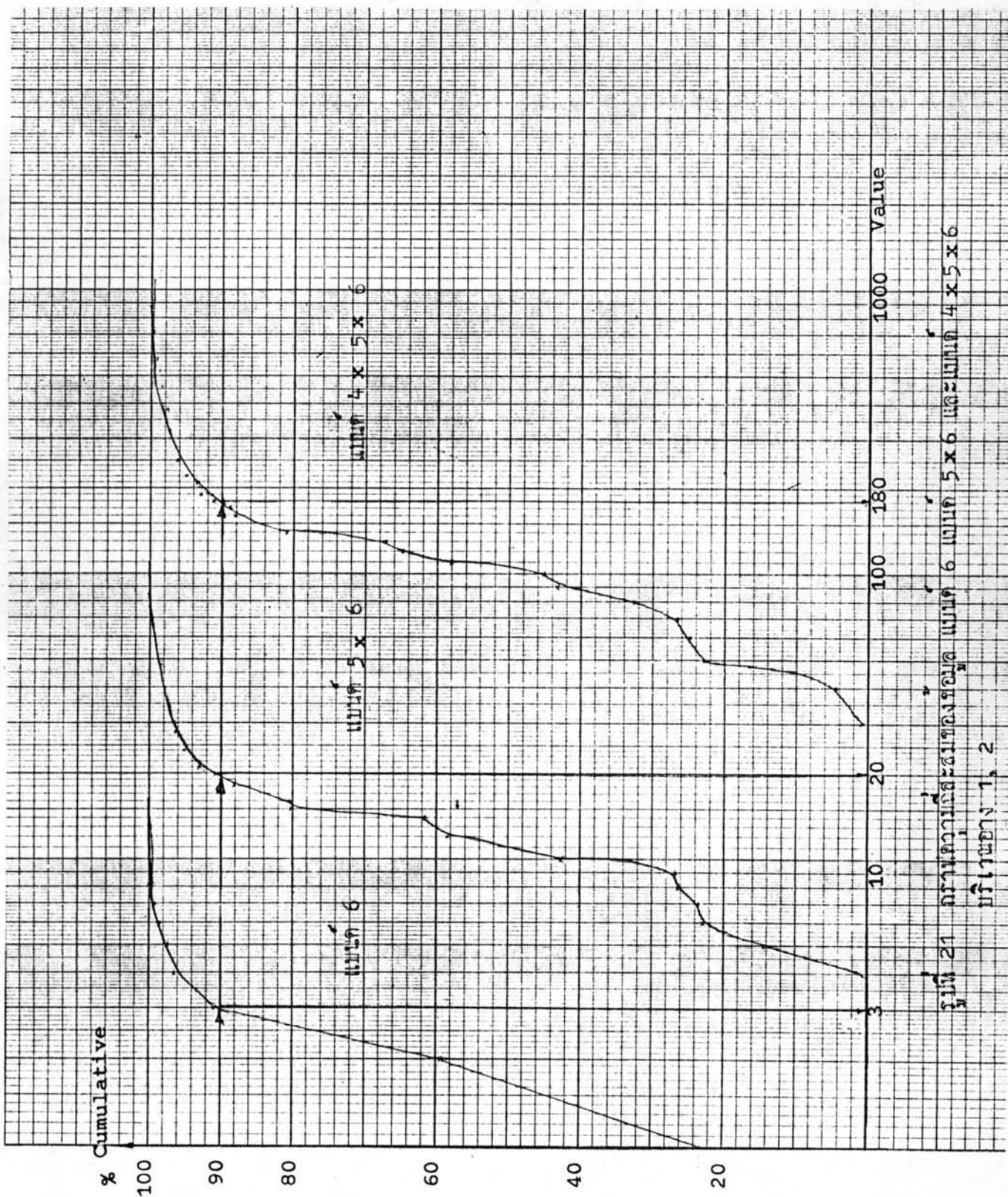
* LICHALS HISTOGRAM PLOT
 TOTAL # OF POINTS USED= 34169.

TOTAL # OF POINTS OUT OF RANGE = 34169.

VALUE PCNT CUM. PCNT



รูปที่ 20 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากแบบค 4 x 5 x 6



รูปที่ 21 การหาปริมาณสะสมของขนาดอนุภาค แบบ 6 แบบ 5 x 6 และแบบ 4 x 5 x 6
บริเวณของ 1, 2

ข้อมูลในการจำแนก แม้เพียงเล็กน้อยจะมีผลอย่างมากต่อจำนวนข้อมูลที่ถูกจำแนก ในขณะที่ความผิดพลาดเท่า ๆ กัน จะมีผลต่อการใช้ข้อมูลแบบ 5×6 และ $4 \times 5 \times 6$ ลดลงไปตามลำดับ

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ ได้ทำการทดลองนำข้อมูลจาก 3 ชุดดังกล่าวข้างต้น ไปทำการจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ โดยกำหนดขอบเขตดังนี้

แบบ 6	น้ำ	3,	ตะกอน	3
แบบ 5×6	น้ำ	20,	ตะกอน	20
แบบ $4 \times 5 \times 6$	น้ำ	180,	ตะกอน	180

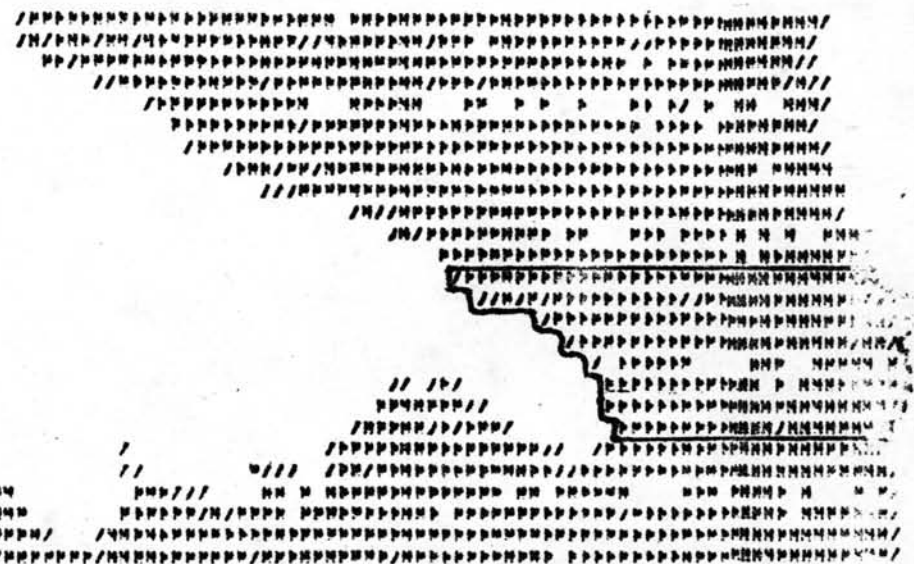
ซึ่งผลการทดลองจำแนกข้อมูล สามารถสรุปได้ด้วยตารางที่ 6 ข้างล่างนี้

บริเวณสำรวจ	แบบ 6			แบบ 5×6			แบบ $4 \times 5 \times 6$		
	น้ำ	ตะกอน	% ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	% ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	% ตะกอน
5	236	18	8	235	22	9	233	21	8
6	31	30	50	21	45	68	13	46	78

ตารางที่ 6 ผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอย โดยใช้ข้อมูลจากแบบ 6, แบบ 5×6 และแบบ $4 \times 5 \times 6$

จากตารางที่ 6 นี้ จะเห็นได้ว่า การจำแนกตะกอนแขวนลอยโดยการทำ multi-channel density slicing นั้น จำนวนแบบที่ใช้คู่กันมากขึ้น ผลการจำแนกจะใกล้เคียงกับผลการจำแนกโดยวิธีเขียน decision tree ในหัวข้อ 3.2.1 และโดยเทคนิคของ maximum likelihood ratio ในหัวข้อ 3.2.2 ยิ่งขึ้น ดังนั้นสำหรับการจำแนกตะกอนแขวนลอยโดยวิธี M.D.S. นี้จึงได้เลือกใช้ข้อมูลจากการคูณกันของแบบ 4, 5 และ 6 เป็นข้อมูลสำหรับจำแนกตะกอนในอ่าง 1 และ 2 (รูปที่ 22 เป็นรูปจากการทดลองจำแนกข้อมูลในบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6 โดยข้อมูลจากแบบ $4 \times 5 \times 6$)

1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210



รูปที่ 22 ภาพทดลองจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6 โดยการทำ multi - channel density slicing

3.2.4 เปรียบเทียบผลการทดลองจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6
ผลการทดลองจำแนกข้อมูลจาก 3 วิธีที่ได้กล่าวมาในตอนต้น สามารถ
สรุปเป็นตารางที่ 7 ข้างล่างนี้

เทคนิค	decision - tree				M.L.R.				M.D.S.			
	5		6		5		6		5		6	
บริเวณสำรวจ	5		6		5		6		5		6	
จำแนกเป็น	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน
จำนวนจุด	227	32	15	48	234	27	17	47	233	21	13	46
% ของตะกอน	12		76		10		73		8		78	

ตารางที่ 7 สรุปผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณสำรวจที่ 5
และ 6

ขั้นตอนในการทดลองจำแนกประเภทข้อมูลคือ การเปรียบเทียบผลการจำแนก
ประเภทข้อมูลกับข้อมูลจริงภาคพื้นดิน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก สำหรับ
ผลการจำแนกตะกอนแขวนลอยในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ข้อมูลประกอบการพิจารณาที่มีอยู่
คือจากรายงานการสำรวจตะกอนของ กฟผ. ซึ่งบริเวณจุดสำรวจที่ 5 และ 6 ได้ทำการ
สำรวจเมื่อเดือน มกราคม 2520 มีปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย 76 และ 284 ส่วน
ในล้านส่วน (ppm) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองจำแนกตะกอนจากทั้ง 3 วิธี
กล่าวคือ ตะกอนแขวนลอยในบริเวณสำรวจที่ 6 มีปริมาณความเข้มข้นมากกว่าบริเวณ
สำรวจที่ 5

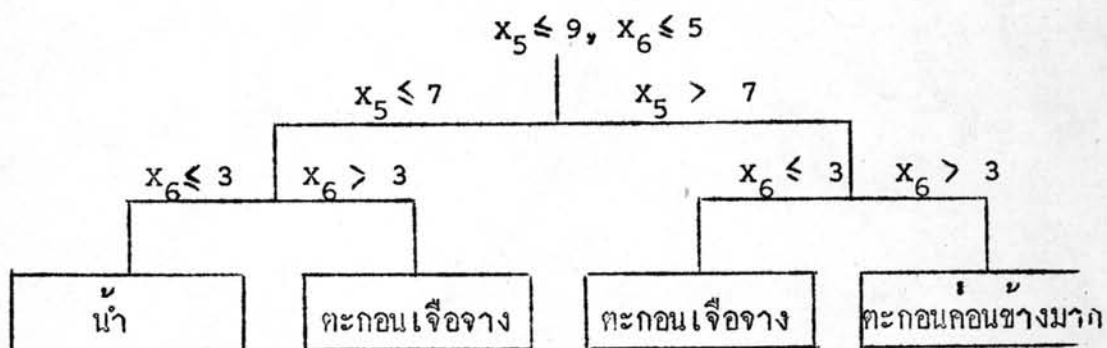
3.3 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดลองจำแนกข้อมูลในอ่าง 4 และ 5

ดังได้กล่าวมาในตอนต้นแล้วว่า บริเวณพื้นที่อ่าง 4, 5 ตกอยู่ในแถบภาพ
(strip) ที่ 1 และบริเวณพื้นที่อ่าง 1, 2 และ 3 ตกอยู่ในบริเวณแถบภาพที่ 2 ของ
ข้อมูล ซี.ซี.ที. ดังนั้นผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบริเวณอ่าง 1 และ 2 จึงไม่อาจนำมาใช้

กับข้อมูลในบริเวณอ่าง 4 และ 5 โดยตรง อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่อันเดียวกัน ในที่นี้จะสรุปเฉพาะผลจากการวิเคราะห์เพื่อทดลองจำแนกข้อมูลจากวิธีทั้ง 3 วิธีที่เราได้เสนอมานี้แต่คงต้องต่อไป

3.3.1 Decision Tree Algorithm

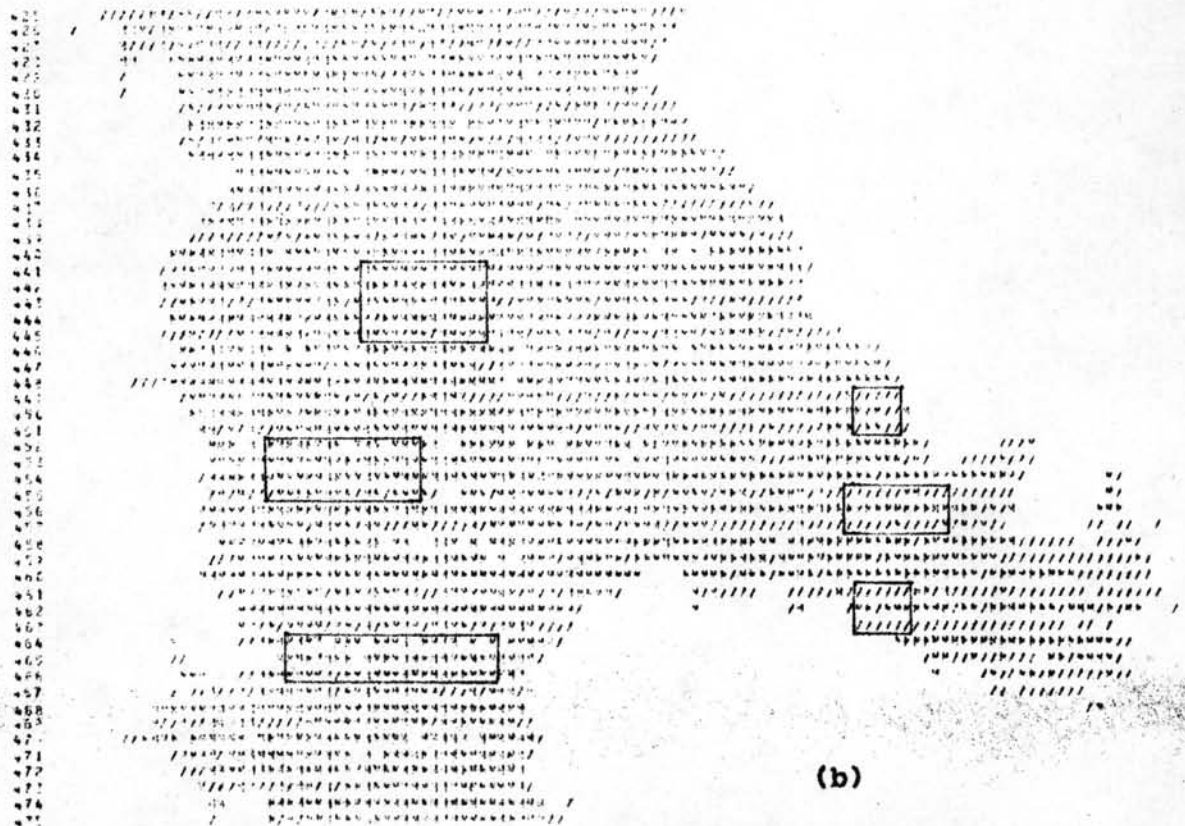
รูปที่ 23 แสดง decision tree ที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลบริเวณอ่าง 4 และ 5



รูปที่ 23 decision tree สำหรับข้อมูลในอ่าง 4, 5

3.3.2 Maximum Likelihood Ratio (M.L.R.)

รูปที่ 24 แสดงพื้นที่ตัวอย่างของกลุ่มข้อมูลที่เป็นตัวแทนของน้ำใส 3 กลุ่ม คือ WTR 1-3 และตัวแทนของตะกอนแขวนลอย 1 กลุ่ม คือ SEDM รูปที่ 25 เป็นข้อมูลเชิงสถิติของกลุ่มข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่ม และรูปที่ 26 เป็น scatter diagram แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลกลุ่ม WTR 3 และ SEDM โดยการคำนวณจากโปรแกรม SCTDGM



รูปที่ 24 ภาพพิมพ์แบบน้ก 5(a) และ 6(b) แสดงพื้นที่ตัวอย่าง บริเวณอ้ง 4,5

STATISTICS

MTR1

SUMX	TPTS	SUMXY
415.	65	2675.
143.	65	919. 349.

MEAN VECTOR

4.30462
2.20000

COVARIANCE MATRIX

0.39664	0.53750
0.09175	

INVERSE MATRIX

2.62961	
-0.42065	1.94056

IDENTITY MATRIX

1.00000	
0.00000	1.00000

DET = 0.29440

MTR2

SUMX	TPTS	SUMXY
437.	68	2829.
121.	68	776. 261.

MEAN VECTOR

6.42647
1.77941

COVARIANCE MATRIX

0.30799	0.68196
-0.02192	

INVERSE MATRIX

3.25619	
0.11423	1.47037

IDENTITY MATRIX

1.00000	
-0.00000	1.00000

DET = 0.28945

MTR3

SUMX	TPTS	SUMXY
423.	66	2731.
320.	66	772. 272.

MEAN VECTOR

6.40909
1.81818

COVARIANCE MATRIX

0.30699	0.82797
0.04476	

INVERSE MATRIX

3.29327	
-0.17747	1.21736

IDENTITY MATRIX

1.00000	
-0.00000	1.00000

DET = 0.29210

MTR4

SUMX	TPTS	SUMXY
951.	66	4621.
246.	66	2050. 958.

MEAN VECTOR

6.34060
3.72727

COVARIANCE MATRIX

0.32224	0.63217
-0.05734	

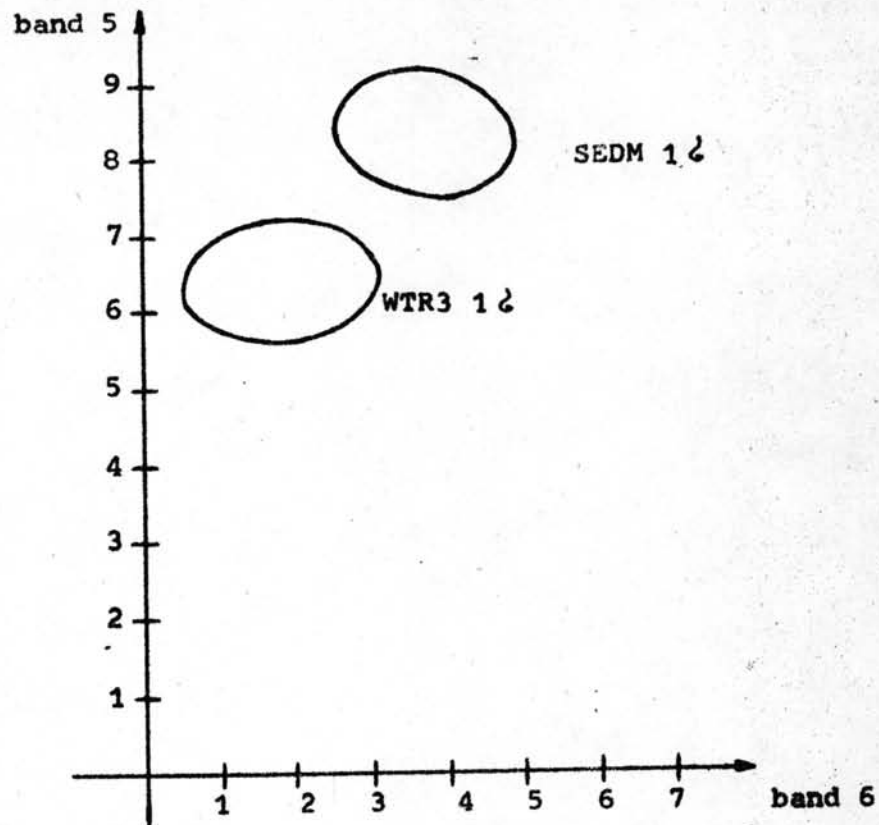
INVERSE MATRIX

3.14010	
0.28956	1.60776

IDENTITY MATRIX

1.00000	
0.00000	1.00000

DET = 0.20080



รูปที่ 26 Scatter diagram ของข้อมูลตัวอย่าง

ข้อมูลของกลุ่มน้ำใส WTR 3 และ SEDM ถูกใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม จำแนกข้อมูลด้วยวิธี MLR และผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณจุดสำรวจที่ 11 และ 12 เป็นดังนี้

บริเวณสำรวจที่ 11 จำแนกเป็นน้ำ 35 จุด เป็นตะกอน 18 จุด

บริเวณสำรวจที่ 12 จำแนกเป็นน้ำ 175 จุด เป็นตะกอน 31 จุด

3.3.3 Multi-channel Density Slicing (M.D.S.)

ทำการจำแนกโดยกำหนด ทิวแทนของน้ำใส 210

ทิวแทนของน้ำปนตะกอน 210

จากแผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของแฟ้มข้อมูลชุดนี้ (รูปที่ 27) เมื่อเปรียบเทียบ กับข้อมูลในบริเวณอ่าง 1, 2 พบว่า ตะกอนแขวนลอยในอ่าง 4, 5 นี้มีปริมาณความเข้มข้น มากกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณนี้เป็นส่วนเหนือสุดของอ่างเก็บน้ำทั้งหมด ซึ่งเป็นบริเวณ ที่แม่น้ำปิงไหลเข้าสู่อ่างนั่นเอง

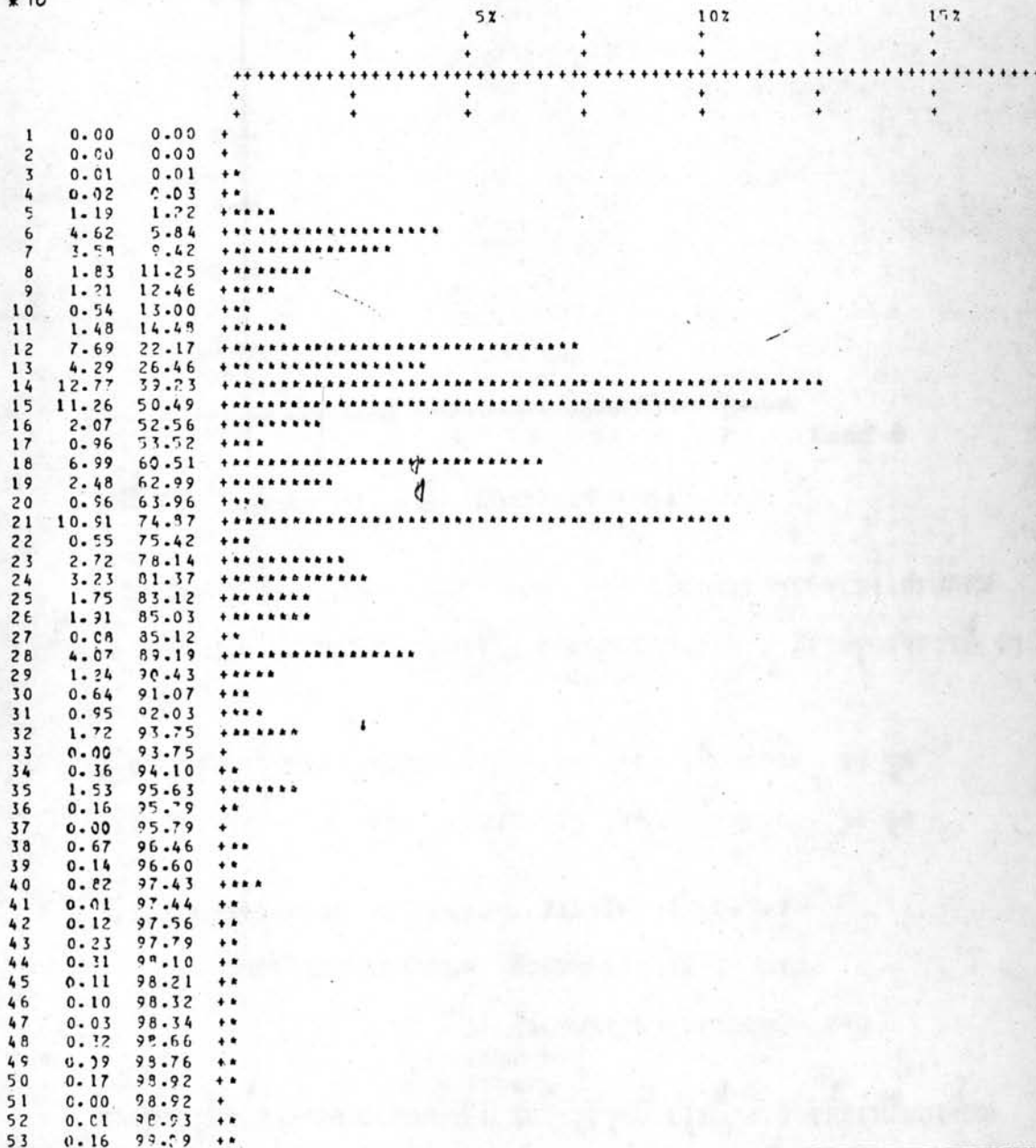
* SIGNALS HISTOGRAM PLOT

TOTAL # OF POINTS USED= 10684.

TOTAL # OF POINTS OUT OF RANGE 29441.

VALUE PCNT CUM. PCNT

* 10



รูปที่ 27 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากแบบ 4 x 5 x 6 บริเวณอ่าง 4,5

ผลการทดลองจำแนกข้อมูลในบริเวณสำรวจที่ 11 และ 12 ได้ผลดังนี้
 บริเวณสำรวจที่ 11 จำแนกเป็นน้ำ 29 จุด เป็นตะกอน 23 จุด
 บริเวณสำรวจที่ 12 จำแนกเป็นน้ำ 162 จุด เป็นตะกอน 39 จุด

3.3.4 เปรียบเทียบผลการทดลองจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 11 และ 12

ตารางที่ 8 สรุปผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยจาก 3 วิธีการ
 ในบริเวณจุดสำรวจที่ 11 และ 12 ซึ่งจากรายงานการสำรวจตะกอนฯ ของ กฟผ. มี
 ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย 134 และ 78 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

เทคนิค บริเวณสำรวจ	decision tree				M.L.R.				M.D.S.			
	11		12		11		12		11		12	
จำแนกเป็น	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน	น้ำ	ตะกอน
จำนวนจุด	33	19	167	37	35	18	175	31	29	23	162	39
% ของตะกอน	36		18		34		15		44		19	

ตารางที่ 8 สรุปผลการจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณสำรวจ 11 และ 12

3.4 สรุปผลการทดลองจำแนกข้อมูล

ผลของการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพลด้วย
 เครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ข้อมูลจาก ซี.ซี.ที. คือจำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกเป็นตะกอน
 แขวนลอย ซึ่งได้ทำการคำนวณสรุปเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อบริเวณสำรวจที่มีข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบ
 และในที่นี้ก็คือ ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยหน่วยเป็นส่วนต่อล้านส่วนของบริเวณสำรวจ
 นั้น ๆ โดยการสำรวจของ กฟผ. อย่างไรก็ตาม ตัวเลขระหว่างข้อมูลสองชุดนี้ไม่อาจนำ
 มาเปรียบเทียบกันโดยตรงได้ เพราะเป็นหน่วยวัดที่ต่างกัน ในขั้นต้นนี้จากตารางที่ 7
 และ 8 เราสามารถสังเกตเห็นได้ว่า ผลจากการจำแนกตะกอนแขวนลอยกับรายงานการ
 สำรวจของ กฟผ. มีความสัมพันธ์ในลักษณะสหสัมพันธ์เชิงบวก (positive correlation)

ดังนั้นเราจะได้นำวิธีการจำแนกทั้ง 3 วิธี คือ การเขียน decision tree การประยุกต์เทคนิคของ M.L.R. และวิธีการทำ M.D.S. ทำการจำแนกข้อมูลทั้งหมดของพื้นที่บริเวณอ่าง 1, 2 และ 4, 5 ของเขื่อนภูมิพล ต่อไป

3.5 สรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

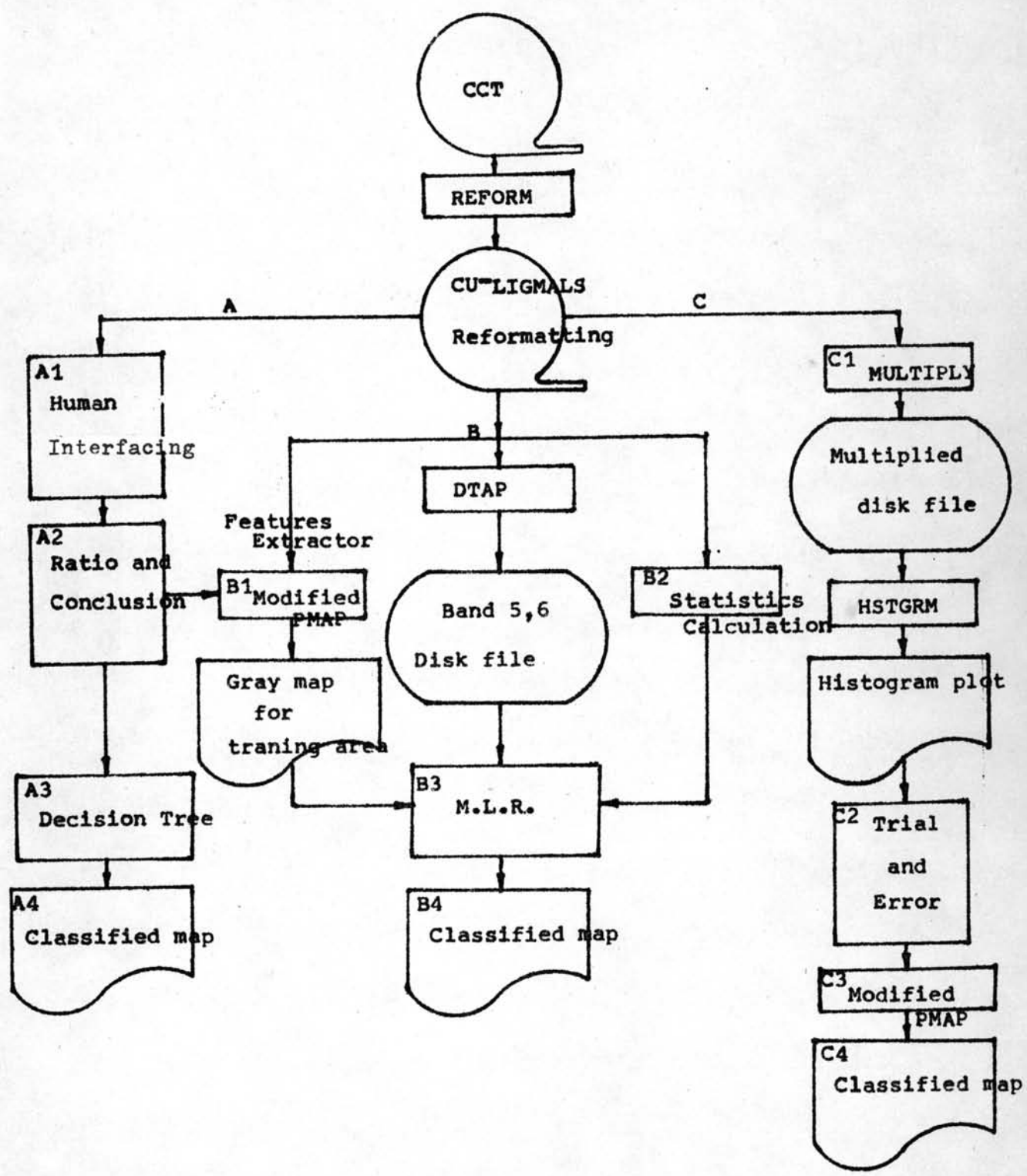
ผังภาพในรูปที่ 28 เป็นการแสดงขั้นตอนหลัก ในการวิเคราะห์และจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ในครั้งนี้ ซึ่งจะได้สรุปรายละเอียดพอสังเขปในแต่ละ path ดังนี้

3.5.1 path A

- A1 เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์คุณสมบัติในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของข้อมูลบริเวณที่เป็นน้ำ ทำการเปรียบเทียบระหว่างจำนวนข้อมูลในบริเวณที่ทราบว่ามีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยต่างกัน
- A2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ใน A1 และตั้งข้อสมมุติฐานสำหรับตะกอนแขวนลอยและน้ำ
- A3 เป็นขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ decision tree ที่ได้จากขั้นตอน A2 และทำการจำแนกตะกอนแขวนลอยและน้ำจากข้อมูล ซี.ซี.ที.
- A4 คือภาพจำแนกประเภทข้อมูล (Classification map) ที่ได้จาก path นี้

3.5.2 Path B

- B1 เป็นโปรแกรมที่ได้รับการดัดแปลงจากโปรแกรมสำหรับพิมพ์ภาพพิมพ์ของระบบโปรแกรม CU-LIGMALS เนื่องจากโปรแกรมเดิมใช้ข้อมูลนำเข้าจาก disk file และทำการพิมพ์โดยใช้สัญลักษณ์ 7 ตัว (8-level slice) ที่กำหนดมาในตัวโปรแกรม



รูปที่ 28 ผังภาพสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อจำแนกตะกอนแขวนลอย
 ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

จึงได้ทำการดัดแปลงโปรแกรมนี้ โดยเขียนใหม่ให้สามารถใส่ข้อมูล
 ขาเข้าจาก reformatting tape และทำการพิมพ์ภาพพิมพ์โดย
 สามารถกำหนดคสัญลักษณ์และจำนวน level slice ตามที่ผู้ใ้
 กำหนดจากบัตรเจาะ (punch card)

ในขั้นตอนนี้ ทำการเตรียมภาพพิมพ์แบนด์ 5 และ 6 โดยจัดพิมพ์
 ตามข้อสมมุติฐานใน A2 เพื่อทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่างของน้ำและ
 ตะกอนแขวนลอย ซึ่งได้อาศัยภาพพิมพ์จากแบนด์ 5 เป็นหลักในการ
 พิจารณา

- B 2 เป็นขั้นตอนสำหรับคำนวณข้อมูลทางสถิติ ซึ่งได้แก่ mean
 vector และ covariance matrix เป็นต้น และได้เขียน
 โปรแกรม SCTDGM เพิ่มเติมสำหรับคำนวณค่า 2-มิติ ในการพลอต
 ลักษณะการกระจายของข้อมูลแต่ละประเภท
- B3 คือโปรแกรม CLASSIFY โดยเทคนิคของ maximum
 likelihood ratio ในระบบโปรแกรม CU-LIGMALS ซึ่ง
 ทำการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ข้อมูลขาเข้าจาก disk file
- B4 คือภาพจำแนกประเภทข้อมูลโดย path นี้

3.5.3 path C

- c1 ขั้นตอนนี้ได้เขียนโปรแกรมคูณ ข้อมูลจากแบนด์ 4,5 และ 6
 ทำการเก็บไว้ใน disk file
- c2 เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของ
 ข้อมูลจาก c1 และในการวิเคราะห์ครั้งนี้ โดยวิธี trial and
 error ทำการกำหนดขอบเขตของน้ำและตะกอนแขวนลอย
- c3 เป็นโปรแกรมเดียวกันกับ B1 เพียงแต่ดัดแปลงให้รับข้อมูล
 ขาเข้าจาก disk file
- c4 คือภาพจำแนกประเภทข้อมูลโดย path นี้

3.5 สรุปผลการจำแนกประเภทข้อมูล

รูปที่ 29 ถึง 34 เป็นแผนภาพ แสดงผลการจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณ
 อ่าง 1, 2 และอ่าง 4, 5 ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยเรียงลำดับตามวิธีการจำแนก
 ดังนี้

- รูปที่ 29 และ 30 เป็นผลการจำแนกจากการเขียน decision tree algorithm
- รูปที่ 31 และ 32 เป็นผลการจำแนกด้วยวิธี M.L.R.
- รูปที่ 33 และ 34 เป็นผลจากการทำ M.D.S.

จะเห็นได้ว่า ลักษณะทั่วไปของตะกอนแขวนลอยในอ่าง 1, 2 ยังมีไม่มากนัก
 ตะกอนส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณขอบอ่าง ซึ่งเป็นตะกอนที่เกิดจากการถูกกัดเซาะและพังทลาย
 ของตลิ่ง ประกอบกับน้ำในอ่างมีลักษณะเป็นน้ำนิ่งและลึก จึงทำให้ตะกอนแขวนลอยมีลักษณะ
 การกระจายที่ไม่แน่นอน บริเวณที่มีลำน้ำสาขาไหลเข้าอ่าง จะเห็นเป็นตะกอนหนาแน่น
 อยู่บ้าง ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในลำน้ำสาขานั้น
 ซึ่งเป็นลำน้ำต้น ๆ มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยสูงกว่าน้ำที่ถูกขังอยู่ในอ่าง
 นั้นเอง

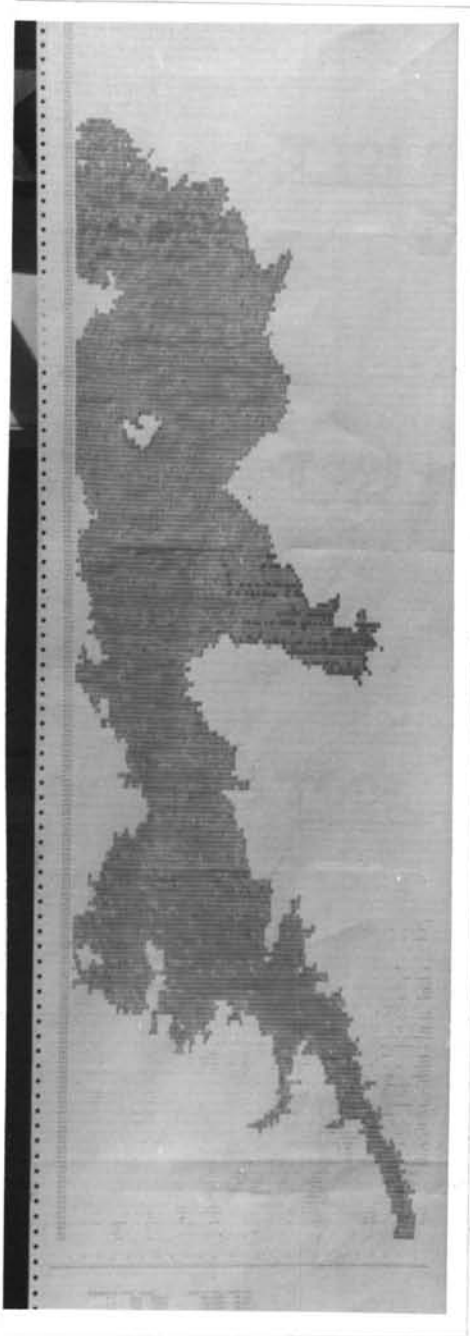
สำหรับบริเวณอ่าง 4, 5 จะเห็นจากแผนภาพได้ว่า ตะกอนแขวนลอยค่อนข้าง
 หนาแน่นกว่าอ่าง 1, 2 อยู่บ้าง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณอ่าง 4, 5 เป็นตอนต้นของอ่าง
 เก็บน้ำเขื่อนภูมิพลทั้งหมด และเป็นบริเวณที่บรรจบกับแม่น้ำอิงที่ไหลเข้าอ่าง ทำให้ปริมาณ
 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยสูงกว่าอ่าง 1, 2

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างภาพจากผลการจำแนกครั้งนี้ด้วย 3 วิธีดังกล่าว จะ
 เห็นว่า โดยวิธีเขียน decision tree algorithm จำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกเป็น
 ตะกอนค่อนข้างจะมากกว่า 2 วิธีหลัง ทั้งนี้เป็นเพราะการเขียน decision tree ใน
 ตอนแรก ได้จากการสรุปจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนข้อมูลของสองบริเวณที่ทราบไว้.

มีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนต่างกันเท่านั้น จึงทำให้ผลของกรรจําแนกค่อนข้างหายากกว่าวิธีอื่น ๆ ส่วนวิธีการประยุกต์เชิงสถิติ คือ maximum likelihood ratio จะน่าเชื่อถือที่สุด เนื่องจากได้อาศัยผลสรุปจากวิธีการแรก ไปขยายความเข้มข้น (enhance) ของข้อมูลที่สนใจขึ้นก่อน แล้วจึงทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่างเพื่อคำนวณหาค่าสถิติต่าง ๆ ของประเภทข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการตัดสินใจจำแนกประเภทอีกทอดหนึ่ง สำหรับวิธีการสุดท้าย คือ multi-channel density slicing เนื่องจากยังขาดข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ที่เพียงพอ การจำแนกครั้งนี้จึงเพียงแต่นำมาประกอบเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับผลจากวิธีอื่น ๆ เท่านั้น



รูปที่ 29 แผนที่ภาพจำแนกข้อมูลบริเวณ 1, 2 โดยวิธีเขียน decision tree algorithm



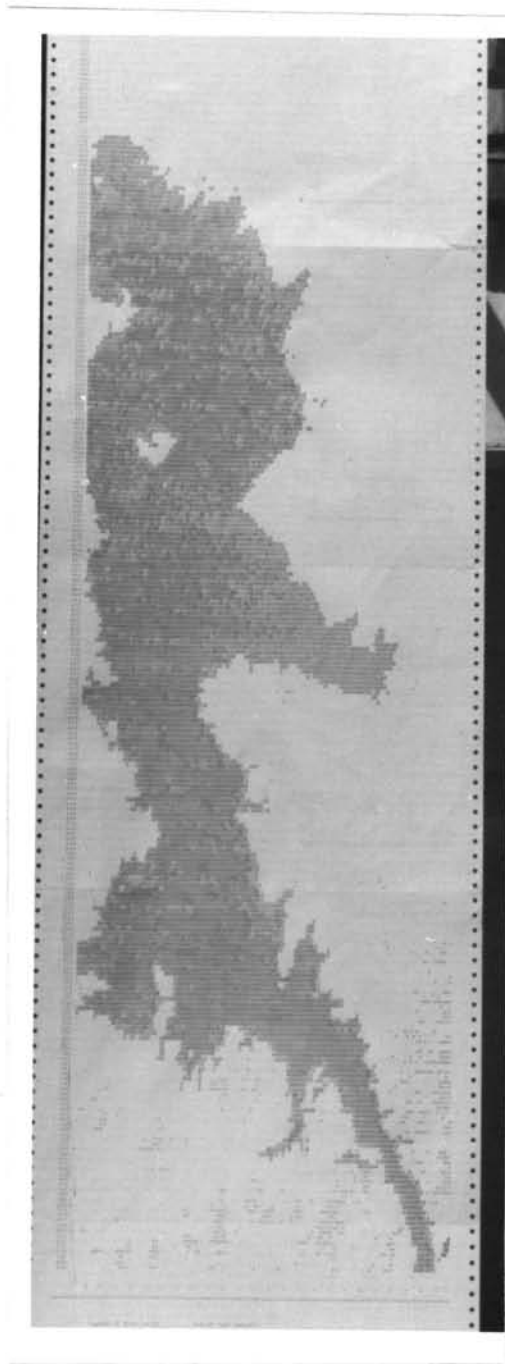
Band 5

3-6	น้ำ	}
7	สีแดง	
8	เขียว	

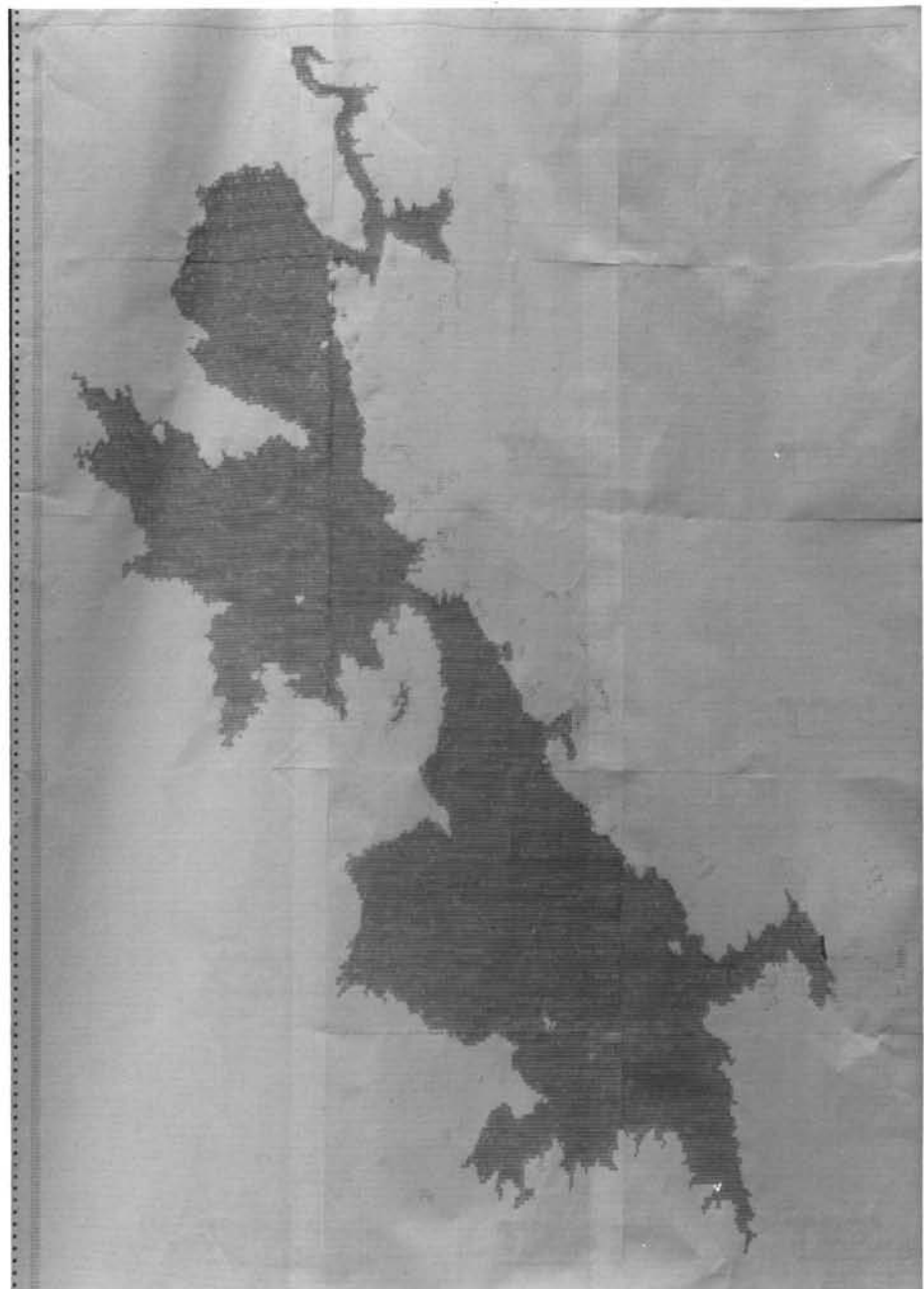
รูปที่ 30 แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 4, 5 โดยวิธีเขียน decision tree algorithm



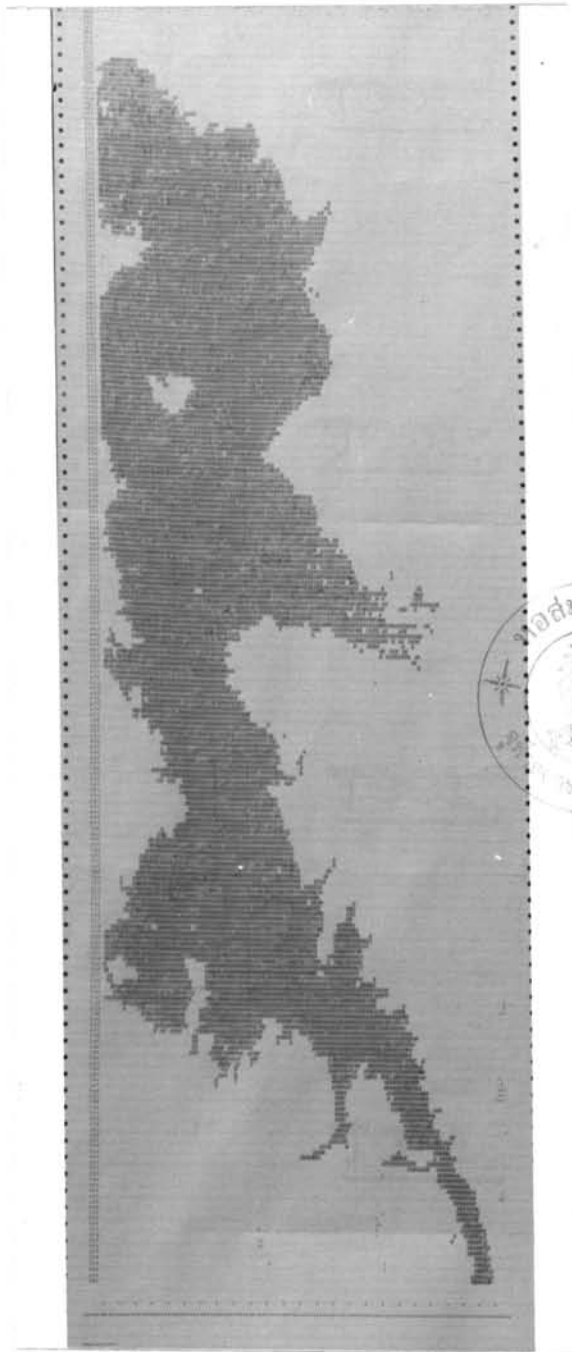
รูปที่ 31 แผนที่ภาพถ่ายจากข้อมูลบริเวณอ่าง 1, 2 ด้วยเทคนิคของ M.L.R.



รูปที่ 32 แผนที่จำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 4, 5 ด้วยเทคนิคของ M.L.R.



รูปที่ 33 แผนที่ภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 1, 2 โดยการทำให้ M.D.S.



รูปที่ 34 แผนที่จำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 4, 5 โดยการทำ M.D.S.