

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ผล ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 ผลการสร้างดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อ
- ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์
- ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ของดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์

ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ตอนที่ 1 ผลการสร้างดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์โดยเสนอสูตรการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อ ดังนี้

$$\text{ดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (CI}_i\text{)} = \sum_{j=1}^{\alpha} P(St_j)$$

CI_i : ดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ข้อที่ i

St_j : กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ได้สำเร็จ โดย j=1,2,3,...,α

P(St_j) : ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ j ภายใต้โอกาสในการเกิดงานย่อยที่แตกต่างกันในแต่ละกลยุทธ์

จากการรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างพลวิจัยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 27 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เสนอกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อได้สำเร็จ มาคำนวณดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ตามสูตรดังกล่าว ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 1

โจทย์ จงบอกความหมายของคำว่า นิเวศวิทยา

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 4 ประเภท ได้แก่

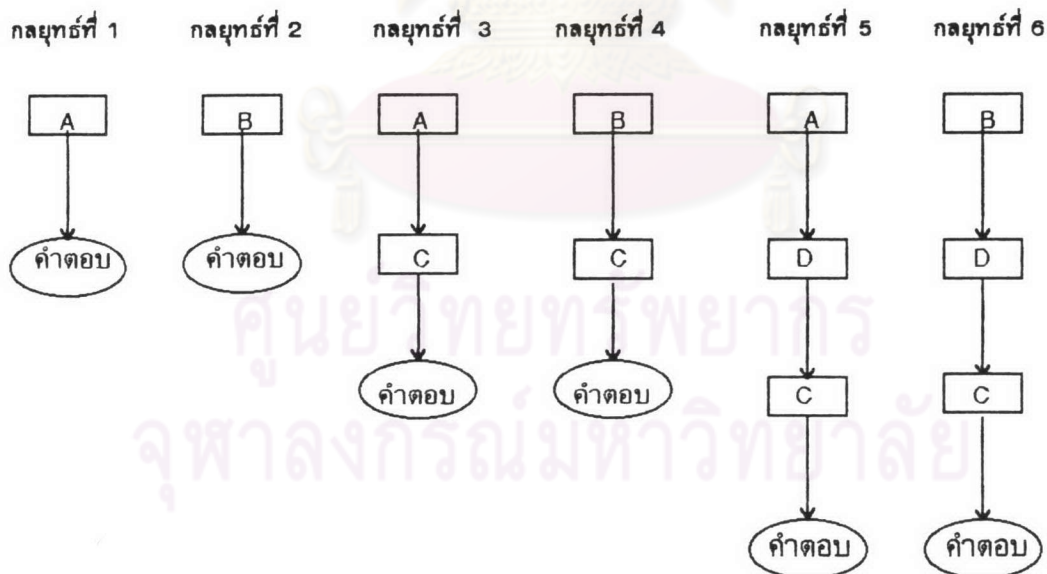
1. งานย่อย A การระลึกถึงความหมายของคำศัพท์ นิเวศวิทยา จากเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งมีนิยามว่า นิเวศวิทยา คือ ศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ว่าด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งแวดล้อมกับสิ่งแวดล้อม

2. งานย่อย B การระลึกถึงความหมายของคำศัพท์ นิเวศวิทยา โดยอาศัยกระบวนการที่เป็นองค์ประกอบ(component processes) 3 ประการ ได้แก่ 1) การจำแนกคำศัพท์ นิเวศวิทยา ออกตามรากศัพท์เป็น นิเวศ และวิทยา 2) การระลึกถึงความหมายของนิเวศ และวิทยา 3) การผนวกความหมายของคำตามรากศัพท์ทั้งสองร่วมกัน

3. งานย่อย C การอ้างอิงจากนิยามความหมายของนิเวศวิทยาเพื่อสร้างตัวอย่างของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งแวดล้อมกับสิ่งแวดล้อม

4. งานย่อย D การสร้างภาพความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งมีการถ่ายทอดอาหารและพลังงาน โดยอ้างอิงมาจากนิยามความหมายของคำว่านิเวศวิทยา

กลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 1 ได้สำเร็จ มี 6 กลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 1 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 1 มี 6 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์ก็มีชุดของงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ในตารางที่ 4.1 ตารางที่ 4.1 ความถี่ และลำดับที่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่ และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ที่ใช้ในแก้โจทย์ปัญหาข้อสอบข้อที่ 1 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย				ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D		
1	1				12	0.2400
2		1			8	0.1600
3	1		2		3	0.0600
4		1	2		6	0.1200
5	1		3	2	2	0.0136
6		1	3	2	2	0.0126
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์ ความถี่การเกิดงานย่อย	17	16	13	4	33 50	0.6064

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 1 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.6064 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 6 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 1 ได้สำเร็จ ภายใต้งานย่อยทั้งหมด 4 งานย่อย

จากแนวคิดเกี่ยวกับความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบ ความซับซ้อนของกลยุทธ์การคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 1 แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบน้อยที่สุด คือ กลยุทธ์ที่ 1 และ 2 เป็นกลยุทธ์ที่ใช้งานน้อยที่สุดคือ 1 งานย่อย มีการคิด 1 ลำดับขั้น 2) กลุ่มที่มีความซับซ้อนมากขึ้น คือ กลยุทธ์ที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ใช้งานย่อย 2 งานย่อย โดยมีลำดับการเกิดงานย่อยทั้งสองอย่างต่อเนื่องกันตามลำดับ และ 3) กลุ่มที่มีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบมากที่สุด คือ กลยุทธ์ที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ใช้งานย่อย 3 งานย่อยต่อเนื่องกันตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ทั้ง 6 กลยุทธ์มีความแตกต่างกันเรียงลำดับจากค่าความน่าจะเป็นจากมากไปน้อย (มีความซับซ้อนของการคิดจากซับซ้อนน้อยไปมาก) คือ กลยุทธ์ที่ 1 2 4 3 5 และ 6 ตามลำดับ

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 2

โจทย์ข้อที่ 2 จงบอกความหมายของคำว่า ความหลากหลายทางชีวภาพ

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 5 ประเภท ได้แก่

1. งานย่อย A การระลึกถึงความหมายของคำศัพท์ ความหลากหลายทางชีวภาพ จากเอกสารประกอบการเรียน : ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นสิ่งมีชีวิต และพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่ปรากฏอยู่บนโลกนี้ แบ่งเป็น ความหลากหลายของชนิด ความหลากหลายทางพันธุกรรม และความหลากหลายของระบบนิเวศ

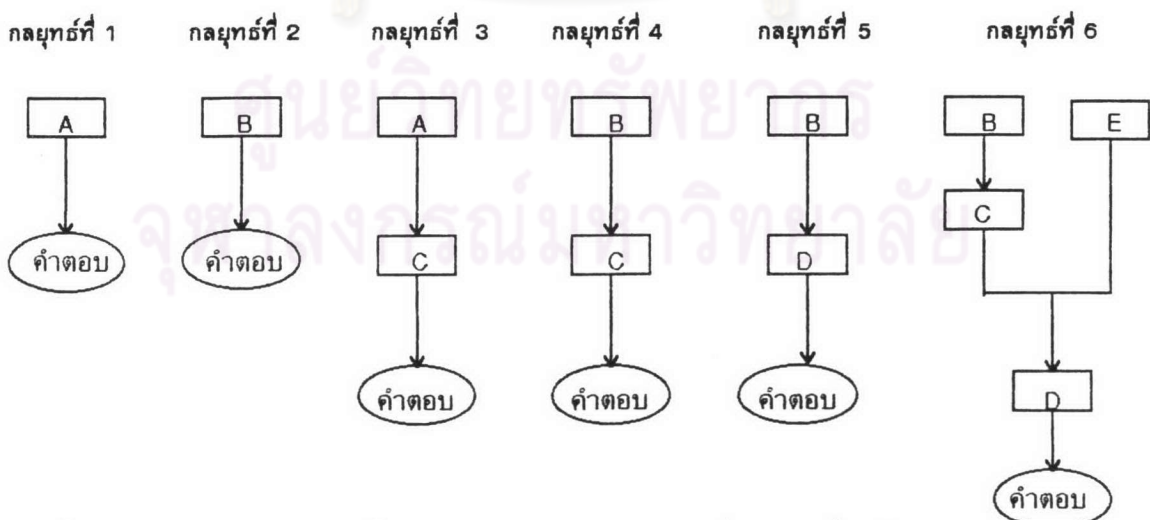
2. งานย่อย B การระลึกถึงความหมายของคำศัพท์ ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยอาศัยกระบวนการองค์ประกอบ(component processes) 3 ประการ ได้แก่ 1) การจำแนกคำศัพท์ ความหลากหลายทางชีวภาพ ออกตามรากศัพท์เป็น ความหลากหลาย และชีวภาพ 2)การระลึกถึงความหมายของความหลากหลาย และชีวภาพ 3) การผนวกความหมายของคำตามรากศัพท์ทั้งสองร่วมกัน

3. งานย่อย C การอ้างอิงนิยามความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อสร้างตัวอย่างเกี่ยวกับความหลากหลายของลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในรูปแบบของห่วงโซ่อาหารซึ่งมีการถ่ายทอดอาหารและพลังงาน ตลอดจนการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เป็นต้น

4. งานย่อย D การอ้างอิงนิยามความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อแสดงถึงประโยชน์ที่เกิดจากลักษณะความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น การเกิดห่วงโซ่อาหารที่ซับซ้อนจะช่วยให้ความอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตเป็นไปได้มากขึ้น การปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต

5. งานย่อย E การระลึกถึงสถานการณ์ความร่วมมือระหว่างประเทศในด้านการแลกเปลี่ยนและปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต

ในแต่ละกลยุทธ์การคิดแก้ปัญหาที่มีจำนวนและลำดับที่ของการเกิดงานย่อยแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 2 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 2 ได้สำเร็จ มี 6 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์มีชุดของงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละ กลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลำดับที่ และ ความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์การคิดหาคำตอบ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้ในแก้โจทย์ปัญหาข้อสอบข้อที่ 2 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย					ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E		
1	1					9	0.1765
2		1				4	0.0784
3	1		2			7	0.1373
4		1	2			7	0.1569
5		1		2		3	0.0588
6		1.11	1.12	2	1.2	1	0.0196
ผลรวมของการเกิดกลยุทธ์ ความถี่ในการเกิดงานย่อย		16	15	15	4	1	51
						31	<u>0.6275</u>

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนของความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากลำดับที่ และ ความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.6275 เป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 6 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 2 ได้สำเร็จภายใต้งานย่อยทั้งหมด 5 งานย่อย

ความซับซ้อนของกลยุทธ์การคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 2 นี้มีกลยุทธ์ที่มีความซับซ้อนของการคิดน้อยที่สุด 2 กลยุทธ์ คือกลยุทธ์ที่ 1 และ 2 แต่ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดกลยุทธ์ทั้งสองมีความแตกต่างกันมาก เนื่องมาจากกลยุทธ์ที่ 1 มีจำนวนความถี่ในการเกิดขึ้นมากกว่ากลยุทธ์ที่ 2 และถึงแม้ว่ากลยุทธ์ที่ 3 และ 4 จะใช้งานย่อยในการคิดหาคำตอบ 2 งานย่อยอย่างต่อเนื่องตามลำดับเหมือนกัน มีความถี่ในการเกิดกลยุทธ์เท่ากันแต่ความถี่ในการเกิดงานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับกลยุทธ์ทั้งสองในการแก้โจทย์ข้อนี้มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ความน่าจะเป็นในการเกิด กลยุทธ์ทั้งสองมีค่าแตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตาม กลยุทธ์ที่มีการใช้งานย่อยมากที่สุดในการแก้โจทย์ของโจทย์ข้อนี้ คือ กลยุทธ์ที่ 6 ซึ่งใช้งานย่อยทั้งสิ้น 4 งานย่อย มีลำดับการคิด 3 ขั้นตอน มีค่าความน่าจะเป็นต่ำที่สุด

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 3

โจทย์ข้อที่ 3 จงยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของป่าประเภทไม่ผลัดใบมา 1 ชนิด

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 4 ประเภท ได้แก่

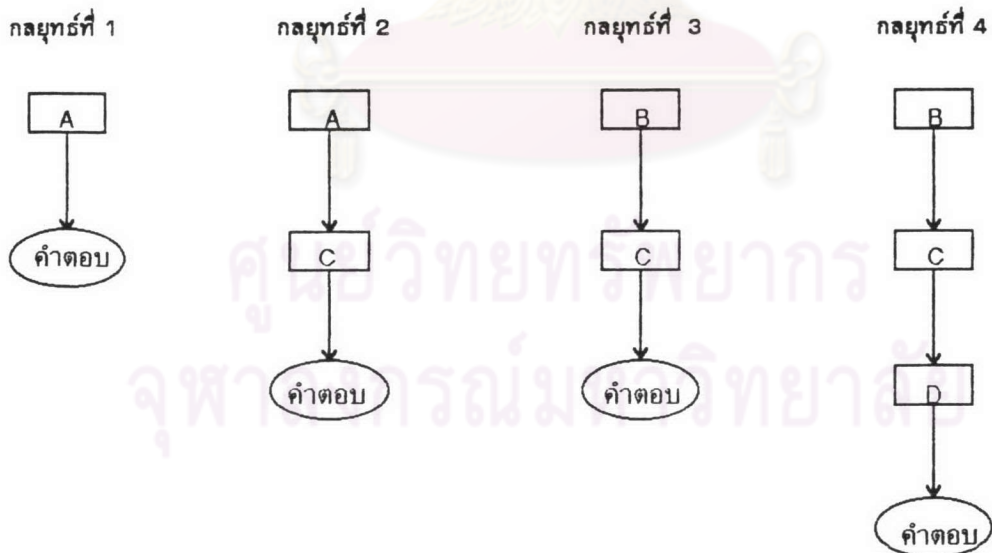
1. งานย่อย A การระลึกถึงชนิด ลักษณะตลอดจนคุณสมบัติของป่าไม้ประเภทป่าไม่ผลัดใบ จากเอกสาร ประกอบการเรียน : ป่าไม่ผลัดใบ เป็นป่าที่พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ไม่มีการทิ้งใบหมดทั้งต้นในเวลาเดียวกัน ใบจะค่อย ๆ ร่วงหล่นตลอดทั้งปี โดยจะทิ้งใบมากในช่วงฤดูหนาวถึงฤดูแล้ง ได้แก่ ป่าพรุ ป่าชายเลน ป่าชายหาด ป่าดงดิบชื้น ป่าดงดิบแล้ง ป่าดงดิบเขา และป่าสนเขา รายละเอียดของป่าแต่ละชนิดแสดงในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องนิเวศวิทยาบ้นบก ภาคผนวก ค

2. งานย่อย B การระลึกถึงความหมาย และคุณลักษณะของป่าไม้จากชื่อป่า คือ ป่าประเภทไม่ผลัดใบ เป็นป่าที่ประกอบด้วยต้นไม้ที่ไม่มีการผลัดใบพร้อมกันทั้งหมดในเวลาเดียวกันตลอดทั้งปี

3. งานย่อย C การระลึกถึงองค์ประกอบที่เป็นลักษณะเด่นของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในป่าจากประสบการณ์ที่ผู้สอบเคยพบมาก่อน อาจเป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้สอบเคยพบด้วยตนเอง หรือประสบการณ์อ้อม คือ การที่ผู้สอบได้รับสารสนเทศเกี่ยวกับลักษณะของป่าจากสื่อชนิดต่าง ๆ

4. งานย่อย D การระลึกถึงการใช้ประโยชน์ของป่าไม่ผลัดใบแต่ละชนิดซึ่งอ้างอิงได้จากลักษณะเด่นของป่าแต่ละชนิด

ในแต่ละกลยุทธ์การคิดแก้ปัญหา มีจำนวนและลำดับที่ของการเกิดงานย่อยแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 3 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 3 ได้สำเร็จ มี 4 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์มีชุดของงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความถี่ และลำดับที่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ที่ใช้ในแก้โจทย์ปัญหาข้อสอบข้อที่ 3 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย				ความถี่ในการเกิดแต่ละกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์
	A	B	C	D		
1	1				11	0.2200
2	1		2		4	0.0800
3		1	2		14	0.3000
4		1	2	3	1	0.0060
ผลรวมความถี่ในการเกิดกลยุทธ์ ความถี่ในการเกิดแต่ละงานย่อย					30 50	0.6060

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้นภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากลำดับที่ และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 2 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.6060 เป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 4 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 3 ได้สำเร็จ ภายใต้งานย่อยทั้งหมด 4 งานย่อย

กลยุทธ์ที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด คือกลยุทธ์ที่ 1 แต่ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่มากที่สุด เป็นกลยุทธ์ที่ 3 อันเนื่องมาจากกลยุทธ์ที่ 3 มีความถี่ในการเกิดกลยุทธ์ และการเกิดงานย่อยที่ใช้ในกลยุทธ์มากกว่ากลยุทธ์ที่ 1 และกลยุทธ์ที่ 4 มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์น้อยที่สุด เพราะมีจำนวนงานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมากที่สุด มีลำดับขั้นตอนการคิดมากที่สุด และมีความถี่ในการเกิดกลยุทธ์น้อยที่สุด

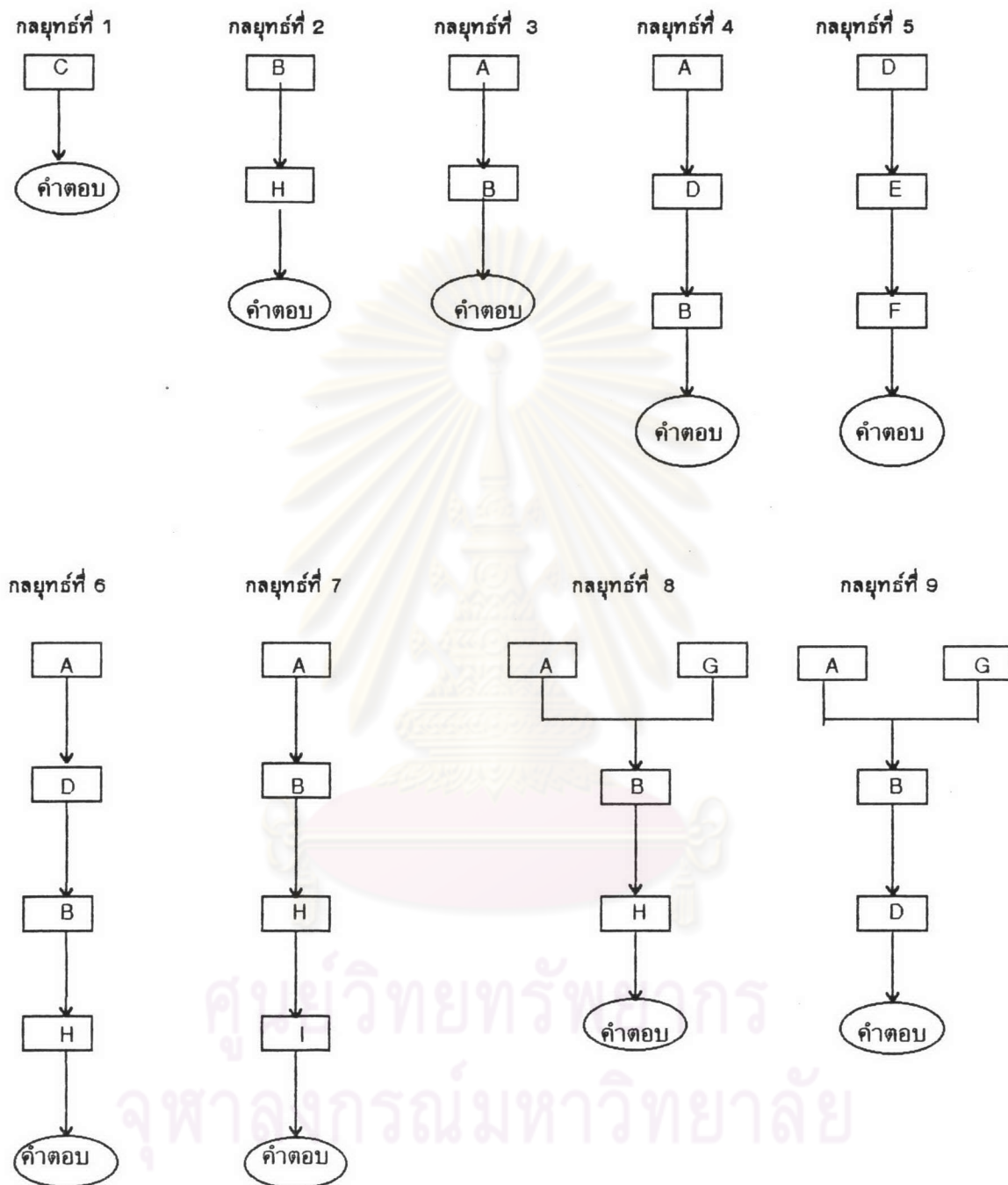
ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 4

โจทย์ข้อที่ 4 ท่านคิดว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดสภาวะวิกฤติของ ทรัพยากรป่าไม้ ของไทยคืออะไร พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล

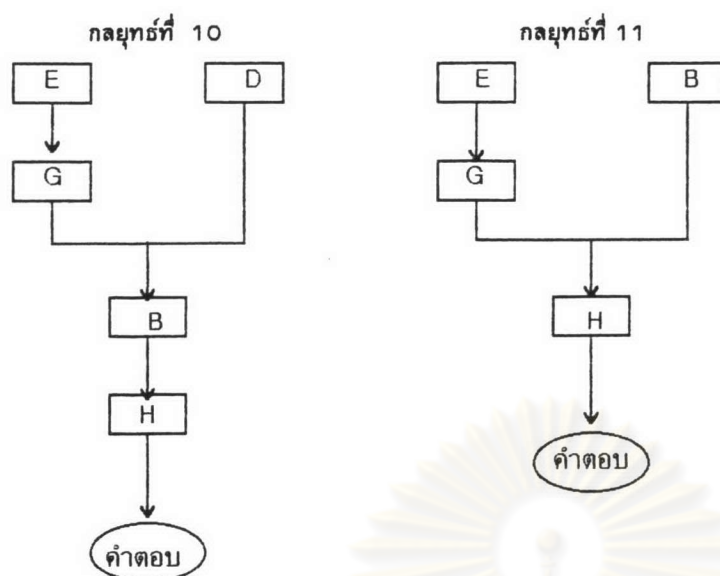
งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 9 ประเภท ได้แก่

1. งานย่อย A การระลึกถึงสถานการณ์ของสภาวะวิกฤติของทรัพยากรป่าไม้ไทยในปัจจุบัน ได้แก่ สภาพที่ป่าไม้มีปริมาณลดน้อยลง
2. งานย่อย B การวิเคราะห์สาเหตุและเหตุผลต่าง ๆ ที่เป็นแรงผลักดัน หรือมีส่วนส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไม้ทั้งสาเหตุที่แท้จริง และสาเหตุเสริม สาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดสภาวะวิกฤติของทรัพยากรป่าไม้อันเนื่องมาจากมนุษย์ ได้แก่ การลักลอบตัดไม้ การให้สัมปทานทำไม้ การขยายตัวหรือการเพิ่มจำนวนของประชากร และความต้องการปัจจัยสี่ในการดำเนินชีวิต สาเหตุเสริมหรือสิ่งที่มีอิทธิพลที่มีส่วนกระตุ้น และผลักดันให้อัตราการทำลายมีมากขึ้นทำให้เกิดสภาวะวิกฤติ ได้แก่ การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตอย่างสะดวกสบาย ตลอดจนการตระหนัก หรือไม่ตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรป่าไม้ของมนุษย์
3. งานย่อย C การระลึกถึงสาเหตุและเหตุผลในการทำลายทรัพยากรป่าไม้จากประสบการณ์ที่ได้รับโดยอาจเป็นประสบการณ์ตรง คือ การได้พบเห็นสภาพวิกฤติของทรัพยากรป่าไม้ด้วยตนเอง หรือประสบการณ์อ้อมซึ่งได้รับจากสื่อต่าง ๆ เช่น การส่งเสริมการทำนาเกลือในภาคอีสาน
4. งานย่อย D การระลึกถึงสถานการณ์ตัวอย่าง ที่แสดงถึงผลกระทบของสภาวะวิกฤติของทรัพยากรป่าไม้ที่มีต่อโลกเช่น การระบาดของโรค และแมลง การเกิดอุทกภัย หรือ สภาพความแห้งแล้งและการขาดแคลนเครื่องอุปโภคบริโภค ในส่วนต่าง ๆ ของโลก
5. งานย่อย E การระลึกถึงโครงสร้าง และ องค์ประกอบของระบบนิเวศป่าไม้ในสภาพธรรมชาติ ทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนระดับของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ระดับที่อยู่ร่วมกันในพื้นที่ป่า
6. งานย่อย F การใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง และองค์ประกอบตามธรรมชาติของป่าไม้ที่มีความสมดุลอยู่เดิมในการอ้างอิงสภาพความล้มเหลวของระบบนิเวศป่าไม้
7. งานย่อย G การระลึกถึงประโยชน์ของทรัพยากรป่าไม้ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ทั้งประโยชน์ทางตรง และทางอ้อม ประโยชน์ทางตรง เช่น การเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การสร้างความร่มรื่น ตลอดจนอิทธิพลที่มีต่อวัฏจักรของน้ำ และอากาศ ประโยชน์ทางอ้อม เช่น การให้เนื้อไม้ การทำประมง เหมืองแร่ การทำเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ เป็นต้น
8. งานย่อย H การประเมินเพื่อตัดสินระดับความสำคัญของสาเหตุต่าง ๆ ที่มีส่วนในการทำลายทรัพยากรป่าไม้
9. งานย่อย I การเสนอแนะแนวทางการป้องกันและแก้ไข สถานการณ์การทำลายทรัพยากรป่าไม้

ในแต่ละกลยุทธ์การคิดแก้ปัญหาจะใช้จำนวนและลำดับที่ของการเกิดงานย่อยแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 4 ได้สำเร็จ



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 4 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 4 ได้สำเร็จ มี 4 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์มีชุดของงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่ และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาข้อสอบข้อที่ 4 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย									ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
1			1							2	0.0227
2		1						2		3	0.1364
3	1	2								7	0.1136
4	1	3		2						2	0.0074
5				1	2	3				1	0.0009
6	1	3		2				4		1	0.0004
7	1	2						3	4	3	0.0039
8	1.1	2					1.2	3		4	0.0150
9	1.1	2		3			1.2			2	0.0005
10		2		1.2	1.11		1.12	3		1	0.0014
11		1.2			1.11		1.12	2		3	0.0341
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์ ความถี่การเกิดงานย่อย	19	26	2	7	5	1	10	15	3	29	0.3363

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้นภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.4 และตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบข้อที่ 4 มีค่าดัชนีความซับซ้อนเท่ากับ 0.3363 ซึ่งเป็นดัชนีรวมของความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ทั้งหมด 11 กลยุทธ์ภายใต้งานย่อยทั้งหมด 9 งานย่อย กลยุทธ์ที่มีค่าความน่าจะเป็นมากที่สุดแต่ไม่ใช่กลยุทธ์ที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด คือ กลยุทธ์ที่ 2 เพราะความถี่ในการเกิดงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบสำหรับกลยุทธ์นี้ก็มีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับกลยุทธ์ที่ 3 ซึ่งมีงานย่อย 2 งานย่อยเท่ากัน แต่กลยุทธ์ที่ 3 มีความน่าจะเป็นน้อยกว่าทั้งที่มีความถี่ในการเกิดกลยุทธ์สูงกว่าทั้งนี้เพราะความถี่ในการเกิดงานย่อยในลำดับที่ 1 และ 2 มีค่าต่างกัน ความถี่ของการเกิดงานย่อยแรกของกลยุทธ์ที่ 2 สูงกว่ากลยุทธ์ที่ 3 มาก คือ 26 และ 19 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นข้อสอบที่มีกลยุทธ์การคิดหาคำตอบมาก(11 กลยุทธ์) แต่ละกลยุทธ์จึงมีความถี่น้อย เมื่อคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละกลยุทธ์จึงมีค่าน้อยด้วย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 5

โจทย์ข้อสอบข้อที่ 5 การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร จะก่อให้เกิดสภาวะของความไม่สมดุลธรรมชาติได้อย่างไรบ้าง จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 4 ประเภท คือ

1. งานย่อย A การระลึกถึงเงื่อนไขของสภาพความสมดุลธรรมชาติที่อยู่ในเอกสารประกอบการเรียน หรือการบรรยายของอาจารย์ผู้สอน ได้แก่ 1) การพึ่งพาอาศัยกันซึ่งและกันระหว่างสรรพสิ่ง 2) รักษาตัวเองได้ 3) ควบคุมตัวเองได้ 4) มีการทดแทน และ 5) มีการฟอกตัวเองหรือขจัดของเสียได้เอง

2. งานย่อย B การอ้างอิงหลักการของสภาวะสมดุลธรรมชาติไปยังสภาวะสมดุลธรรมชาติในระบบนิเวศป่าไม้ในสภาพป่าที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ป่าปลูก หรือป่าธรรมชาติ

3. งานย่อย C การระลึกถึงสภาพการจัดกิจกรรมการเกษตรในกรณีที่มีการบุกรุกพื้นที่ป่า เช่น การตัดฟันต้นไม้ การถากถางพืช และไถพรวนดิน ตลอดจนการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ

4. งานย่อย D การระลึกถึงผลลัพธ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากการทำกิจกรรมการเกษตร ได้แก่ สภาพการสูญเสียความสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพ การขาดความสมบูรณ์ของสัตว์และพืช ทั้งในด้านของชนิด และปริมาณ

5. งานย่อย E การระลึกถึงผลกระทบที่ต่อเนื่องมาจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการทำการเกษตรในพื้นที่ป่าไม้ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติทั้งด้านกายภาพ ชีวภาพ และสังคม สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติด้านกายภาพ เช่น ความเสื่อมโทรมของดิน ทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ มีการชะกร่อนพังทลายของดินทำให้ทางน้ำเกิดการตื้นเขินก่อให้เกิดอุทกภัย เกิดความแห้งแล้ง มีการเปลี่ยนแปลงทั้งแหล่งน้ำ แหล่งอาหาร ฤดูกาลเกิดความแปรปรวน ทำให้เกิดผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำและอากาศ และสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ อันเนื่องมาจากการขาดแหล่งน้ำ แหล่งอาหารตลอดจนที่อยู่อาศัยทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเปลี่ยนแปลงไป สิ่งแวดล้อมทางสังคม ทำให้เกิดการอพยพย้ายถิ่นฐานเป็นกลุ่มสังคมใหม่

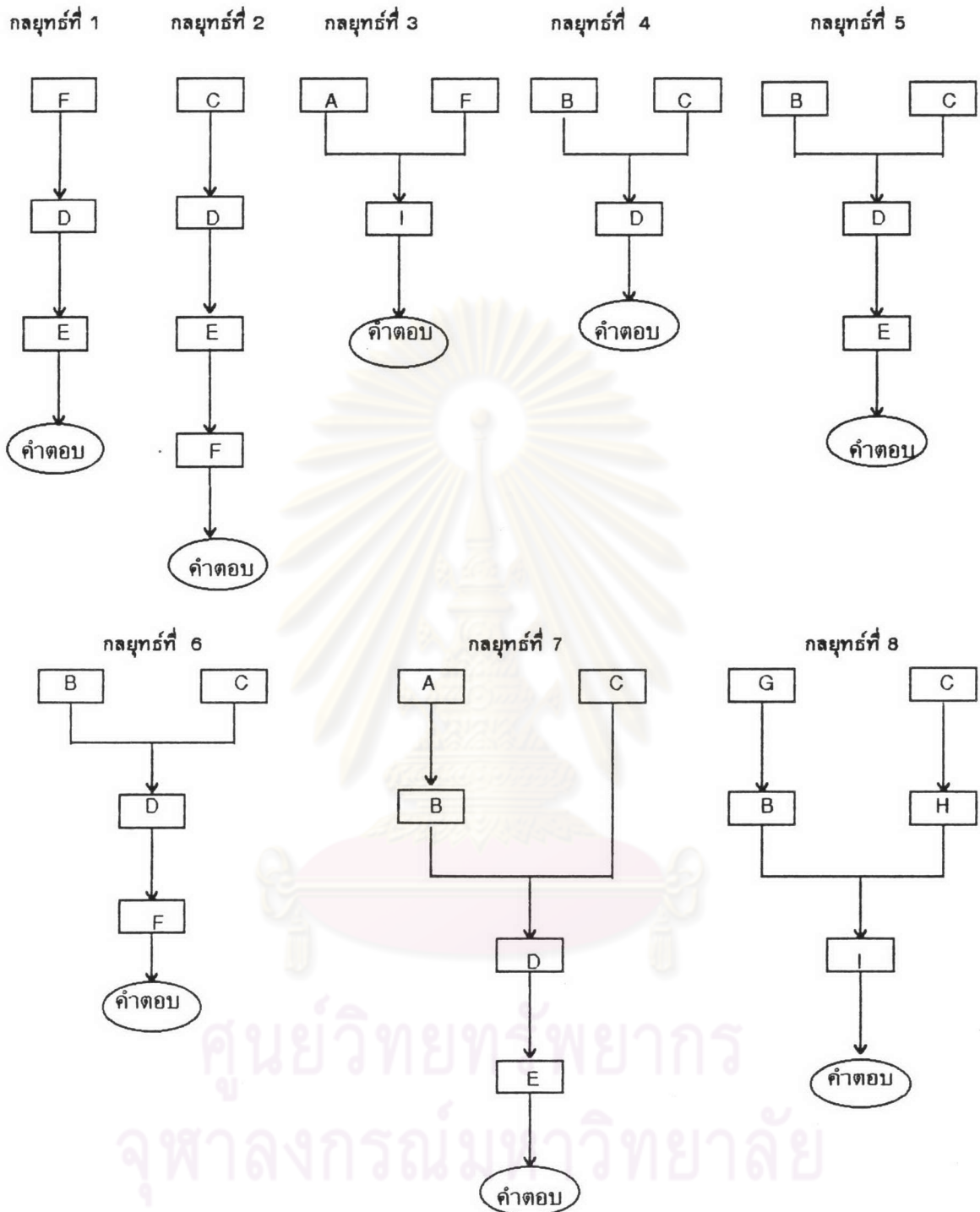
6. งานย่อย F การระลึกถึงสถานการณ์ตัวอย่างที่มีการบุกรุกป่าเพื่อการเกษตรจากประสบการณ์ของผู้สอบ ซึ่งอาจเป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้สอบพบมาด้วยตนเอง หรือประสบการณ์อ้อมที่ได้รับมาจากสื่อต่าง ๆ

7. งานย่อย G การระลึกถึงลักษณะ ชนิด และประเภทของป่าไม้ จากสภาพปัจจุบันของป่าไม้ มีทั้งลักษณะของป่าธรรมชาติ และป่าปลูก

8. งานย่อย H การอ้างอิงสภาวะความสมดุลของระบบนิเวศในเขตเกษตรกรรม โดยใช้หลักความสมดุลธรรมชาติ

9. งานย่อย I การเปรียบเทียบความสมดุลและความหลากหลายทางชีวภาพระหว่างระบบนิเวศในพื้นที่การเกษตร กับพื้นที่ป่าไม้

ในแต่ละกลยุทธ์การคิดแก้ปัญหาจะใช้จำนวน และลำดับที่ของการเกิดงานย่อยแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 5 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 5 มี 8 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์มีชุดของงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่ และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้แก้ปัญหาโจทย์ข้อสอบข้อที่ 5 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย										ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E	F	G	H	I			
1				2	3	1					2	0.0022
2			1	2	3	4					4	0.0015
3	1.1					1.2		2			1	0.0096
4		1.1	1.2	2							9	0.1635
5		1.1	1.2	2	3						3	0.0128
6		1.1	1.2	2		3					5	0.0213
7	1.1	1.12	1.2	2	3						1	0.0024
8	1	1.12	1.21				1.11	1.22	2		3	0.0288
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์											28	
ความถี่การเกิดงานย่อย	2	21	25	24	10	12	3	3	4		104	
												0.2421

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 5 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.2421 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 8 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 5 ได้สำเร็จ ภายใต้งานย่อยทั้งหมด 9 งานย่อย กลยุทธ์การคิดที่ซับซ้อนน้อยที่สุดใช้งานย่อย 3 งานย่อย คือกลยุทธ์ที่ 1 และกลยุทธ์ที่คิดซับซ้อนมากที่สุดใช้งานย่อย 5 งานย่อย คือ กลยุทธ์ที่ 7 และ 8 แต่กลยุทธ์ที่มีความน่าจะเป็นน้อยที่สุด คือกลยุทธ์ที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยงานย่อยในการคิด 4 งานย่อย และกลยุทธ์ที่มีความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มากที่สุด คือกลยุทธ์ที่ 3 ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีงานย่อยเพียง 3 งานย่อย และมีลำดับการคิด 2 ลำดับขั้น แต่มีค่าดัชนีในการเกิดกลยุทธ์และงานย่อยมากที่สุดในกลุ่มกลยุทธ์ทั้งหมด

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 6

โจทย์ข้อ 6 การนำสัตว์จากต่างประเทศเข้ามาในประเทศไทยจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของไทยได้อย่างไรบ้าง

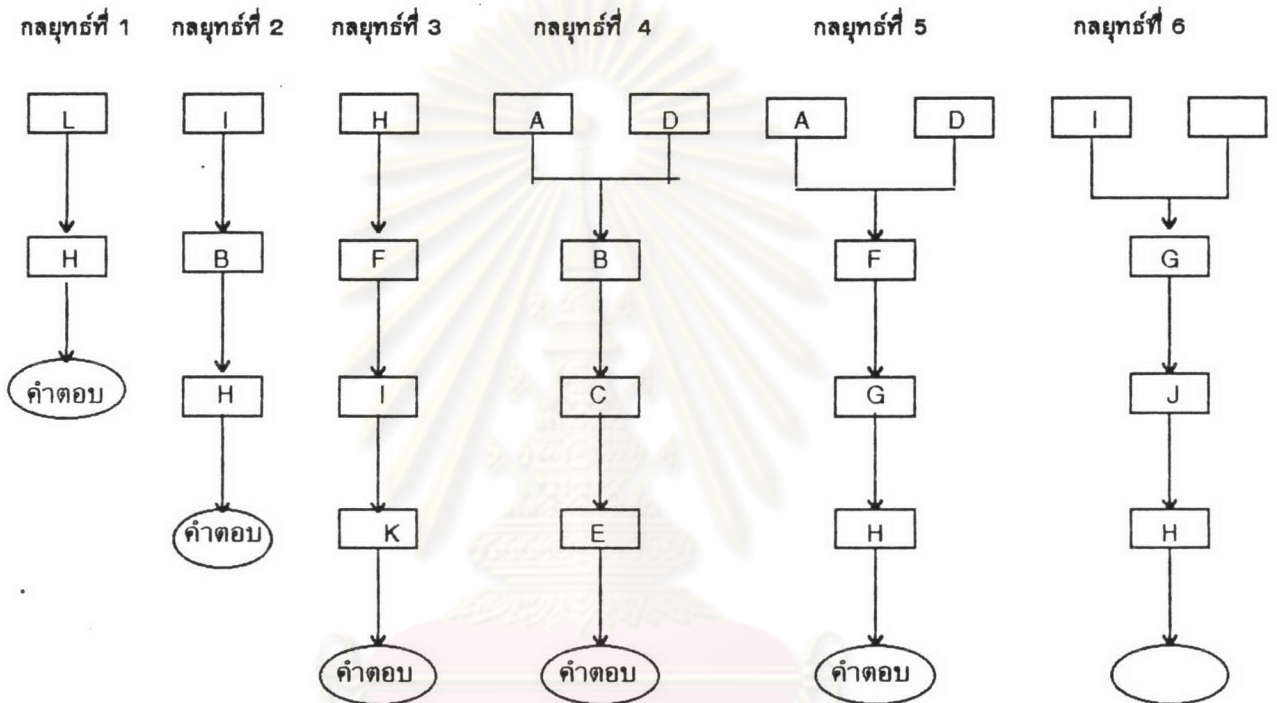
งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 13 งานย่อย ได้แก่

1. งานย่อย A การระลึกถึงชนิด และปริมาณของสัตว์ต่างประเทศอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นสัตว์ที่มีสายพันธุ์อยู่ในเมืองไทย แล้วหรือไม่ก็ตาม หรือเป็นสัตว์ชนิดที่มีความแปลกและแตกต่างเป็นอย่างมากกับสัตว์ที่มีอยู่แล้วในระบบนิเวศของไทย
2. งานย่อย B การระลึกถึงหน้าที่และกลยุทธ์การดำเนินชีวิตในระบบนิเวศตามสภาพธรรมชาติของสัตว์นั้น ๆ
3. งานย่อย C การระลึกถึงเป้าหมายของการนำสัตว์จากต่างประเทศเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งอาจจะนำเข้ามาเพื่อการศึกษาการเลี้ยงเพื่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ที่มีอยู่เดิม เพื่อการนันทนาการ หรือเพื่อใช้เป็นอาหาร
4. งานย่อย D การระลึกถึงสภาพของระบบนิเวศของไทยในสภาพธรรมชาติที่จะนำสัตว์นั้นเข้ามาเลี้ยงในสภาพแบบเปิด หรือแบบปิด การเลี้ยงแบบแยกหมู่ หรือเลี้ยงร่วมกับสัตว์อื่น
5. งานย่อย E การระลึกถึงปัจจัยจำกัดของระบบนิเวศ หรือสภาพสิ่งแวดล้อมของไทยที่จะมีต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ที่มาจากต่างประเทศ
6. งานย่อย F การระลึกถึงสภาพของระบบนิเวศตามธรรมชาติของถิ่นกำเนิดที่สัตว์จากต่างประเทศนั้นดำรงอยู่
7. งานย่อย G การเปรียบเทียบสภาพของระบบนิเวศระหว่างระบบนิเวศในประเทศไทยกับระบบนิเวศเดิมที่สัตว์นั้นดำรงชีวิตอยู่ตามธรรมชาติ ว่ามีความเหมือน และความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ทั้งในด้านกายภาพ ได้แก่ อากาศ น้ำ อุณหภูมิ สภาพภูมิประเทศ และชีวภาพ เช่น สิ่งแวดล้อมทั้งพืชและสัตว์ เป็นต้น
8. งานย่อย H การระลึกถึงตัวอย่างความเสียหายที่ได้เคยเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศของไทยอันเนื่องมาจากการนำสัตว์จากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงในประเทศ เช่น การแพร่กระจายของหอยเชอรี่ที่ทำอันตรายต่อนาข้าวเป็นอย่างมาก เป็นต้น
9. งานย่อย I การระลึกถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในการดำเนินชีวิตตามสภาพธรรมชาติในรูปห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะประกอบไปด้วย ผู้ผลิต ผู้บริโภคระดับต่าง ๆ และผู้ย่อยสลาย
10. งานย่อย J การระลึกถึงความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม หรือระดับความทนทานหรือกลไกในการควบคุมตัวเองเพื่อนำไปสู่ความสมดุลของชีวิต ภายใต้สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
11. งานย่อย K การทำนายสภาพการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่จะเกิดขึ้น อันเนื่องมาจากการนำสัตว์ชนิดหนึ่งชนิดใดเข้ามาเป็นสิ่งแปลกปลอมในระบบนิเวศเดิม
12. งานย่อย L การระลึกถึงผลกระทบที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นต่อตัวสัตว์ และต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการอพยพเคลื่อนย้ายของสัตว์ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ เช่น การเป็นพาหะของโรค หรือสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวเบียน การเปลี่ยนแปลงปริมาณประชากรสัตว์ชนิดนั้น และสัตว์ชนิดอื่นที่

เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสัตว์ชนิดนั้น ๆ การเปลี่ยนแปลงในด้านพันธุกรรมของสัตว์ชนิดนั้น ๆ ตลอดจนการส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของสังคม

13. งานย่อย M การสรุปลักษณะความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบนิเวศทั่วโลกว่า ระบบนิเวศในโลกย่อมมีความหลากหลายแตกต่างกันทั้งในด้านกายภาพ และชีวภาพ

กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ กลยุทธ์ของการคิดแก้ปัญหาจะใช้จำนวน และลำดับที่ของการเกิดงานย่อยแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.6 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 6 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบที่ 6 มี 6 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์ก็มีชุดของงานย่อยเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นของการเกิดแต่ละกลยุทธ์ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาข้อสอบข้อที่ 6 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย													ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
1								2				1		4	0.0333
2		2						3	1					1	0.0003
3						2		1	3		4			1	0.0001
4	1.1	2	3	1.2	4									17	0.0201
5	1.1			1.2		2	3	4	3					2	0.0003
6						2	4	1.1		3		1.2		2	0.0003
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์	19	18	17	19	17	3	4	10	4	2	1	4	2	27	0.0544
ความถี่การเกิดงานย่อย														120	

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์กับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 6 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.0544 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 6 กลยุทธ์ ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 6 ได้สำเร็จ ภายใต้งานย่อย 13 งานย่อย ซึ่งปรากฏว่าความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์มีค่าน้อยมากอันเนื่องมาจากการที่มีจำนวนงานย่อยมากกว่าจำนวนกลยุทธ์ ความถี่ของงานย่อยในการคิดโดยกลยุทธ์ทั้งหมดมีค่าน้อยแสดงว่า กลยุทธ์การคิดเหล่านี้มีความหลากหลายแตกต่างกันทั้งในด้านของจำนวนและชนิดของงานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ กลยุทธ์ที่ 1 มีความซับซ้อนของการคิดน้อยที่สุด คือมีงานย่อยเป็นองค์ประกอบในกลยุทธ์ 3 งานย่อย จึงมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มากที่สุด ในขณะที่กลยุทธ์ที่ 4 มีความถี่การเกิดกลยุทธ์มากที่สุด แต่ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ไม่มากอันเนื่องมาจากความซับซ้อนในการคิดมีมากกว่า กลยุทธ์ที่ 1 กลยุทธ์ที่ 2 และ 3 ถึงแม้ว่าจะมีความถี่ในการเกิดกลยุทธ์น้อยเท่ากันแต่กลยุทธ์ที่ 3 มีลำดับขั้นการคิดมากกว่ากลยุทธ์ที่ 2 ดังนั้นความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ 3 จึงมีค่าน้อยกว่า และน้อยที่สุดในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 6

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 7

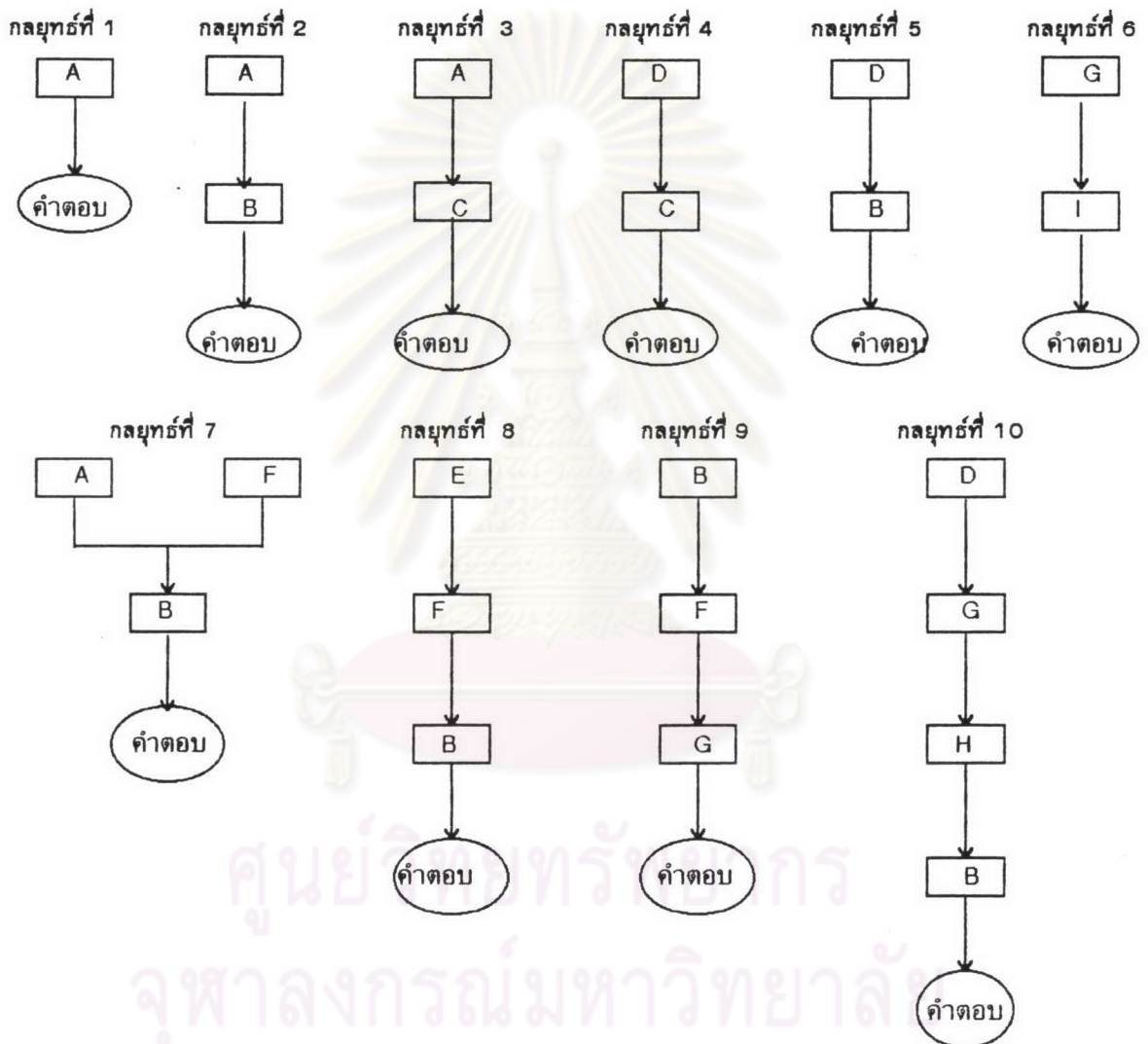
โจทย์ข้อที่ 7 จงบอกวัตถุประสงค์ของกองทุนสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งอธิบายว่า กองทุนสิ่งแวดล้อมนี้มีผลต่อสังคมส่วนรวมอย่างไรบ้าง

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 9 งานย่อย ได้แก่

1. งานย่อย A การระลึกถึงความหมาย และหน้าที่ของกองทุนสิ่งแวดล้อมจากเอกสารประกอบการเรียน หรือการบรรยายของอาจารย์ผู้สอน : กองทุนสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้ภาคเอกชน และประชาชนมีส่วนร่วมกับภาครัฐบาลในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศ โดยเปิดโอกาสให้องค์กรเอกชนที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมหรือการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และมีได้มุ่งทางการเมืองและการค้ามีสิทธิมาจดทะเบียนเป็นองค์กรด้านการคุ้มครองและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งองค์กรเอกชนดังกล่าวมีสิทธิขอรับความช่วยเหลือด้านการเงินจากกองทุนสิ่งแวดล้อมได้
2. งานย่อย B การระลึกถึงตัวอย่างของโครงการ หรือกิจกรรมที่ดำเนินการภายใต้กองทุนสิ่งแวดล้อม
3. งานย่อย C การอ้างอิงวัตถุประสงค์ของกองทุนในการเสนอผลดีตามความหมายของกองทุนสิ่งแวดล้อม
4. งานย่อย D การระลึกถึงความหมายของกองทุนสิ่งแวดล้อม โดยใช้องค์ประกอบในกระบวนการคิด 3 อย่าง ได้แก่ 1) การจำแนกคำว่า กองทุนสิ่งแวดล้อม ออกตามความหมายของศัพท์ คือ กองทุน กับสิ่งแวดล้อม 2) การให้ความหมายแก่คำว่า กองทุน และสิ่งแวดล้อม 3) การผนวกความหมายของ คำว่า กองทุน และสิ่งแวดล้อม
5. งานย่อย E การระลึกถึงสถานการณ์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันจากประสบการณ์ของผู้สอบ ซึ่งอาจเป็นประสบการณ์ตรง คือ ผู้สอบพบกับสถานการณ์ปัญหานั้นด้วยตนเอง หรือ ประสบการณ์อ้อมที่ผู้สอบได้รับรู้สถานการณ์ปัญหาจากสื่อต่าง ๆ
6. งานย่อย F การระลึกถึงความคิดรวบยอดของแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมว่า การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องของทุกๆ คน ดังนั้น ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องเป็นความร่วมมือจากทุก ๆ ฝ่าย และในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมก็มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เงินทุนเพื่อการแก้ไข และป้องกันด้วย
7. งานย่อย G การระลึกถึงความเป็นมา และเป้าหมายในการจัดตั้งกองทุนสิ่งแวดล้อม คือ เพื่อการระดมทุน ซึ่งจะได้นำเงินทุนนั้นมาเป็นงบประมาณในการใช้จ่ายเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม
8. งานย่อย H การประเมินความคุ้มค่าของการดำเนินกิจกรรมของกองทุน โดยกองทุนจะมีเงินให้องค์กรต่างๆ ได้ยืมเพื่อใช้จ่ายในกิจกรรมการบำบัดของเสีย ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม โดยจะก่อให้เกิดสภาวะการพึ่งตนเองได้หรือก่อให้เกิดความสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้มากน้อยเพียงใด

9. งานย่อย 1 การระลึกถึงกลุ่มเป้าหมายในการดำเนินงานของกองทุนสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ องค์กรเอกชน หรือ ประชาชนองค์กรเอกชนที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องโดยตรงกับการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมหรือ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และมีได้มุ่งประโยชน์ในทางการเมืองและการค้า

กลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 7 ได้สำเร็จ มี 10 กลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 กลยุทธ์การคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 7

จากภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 7 มี 10 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์ก็มีชุดของงานย่อยเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่ และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ข้อสอบข้อที่ 7 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย										ความถี่ในการเกิดแต่ละกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E	F	G	H	I			
1	1										5	0.0893
2	1	2									2	0.0357
3	1		2								6	0.1071
4			2	1							5	0.0893
5		2		1							2	0.0357
6						1			2		1	0.0179
7	1.1	2			1.2						1	0.0179
8		3			1	2					3	0.0029
9		1			2	3					1	0.0032
10		4		1		2	3				1	0.0003
รวมความถี่การเกิดกลยุทธ์	14	10	11	8	3	5	3	1	1		27	0.3993
ความถี่การเกิดแต่ละงานย่อย											56	

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้อำนาจของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์ที่คิดแต่ใจข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช้ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.7 และตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 7 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.3993 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 10 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 7 ได้สำเร็จ ภายใต้อำนาจทั้งหมด 9 งานย่อย กลยุทธ์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มากที่สุด คือกลยุทธ์ที่ 3 ซึ่งมีงานย่อยเป็นองค์ประกอบการคิด 2 งานย่อย และเป็นงานย่อยที่มีความถี่มากที่สุดสองลำดับแรก และเป็นกลยุทธ์ที่มีความถี่มากที่สุดด้วย กลยุทธ์ที่ 10 เป็นกลยุทธ์ที่มีความถี่มากที่สุด จากการที่เป็นกลยุทธ์ที่มีความซับซ้อนในการคิดมากที่สุด คือ มีงานย่อยเป็นองค์ประกอบในการคิดมากที่สุด คือ 5 งานย่อย และมีความถี่ในการเกิดกลยุทธ์น้อยที่สุดด้วยเช่นกัน

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 8

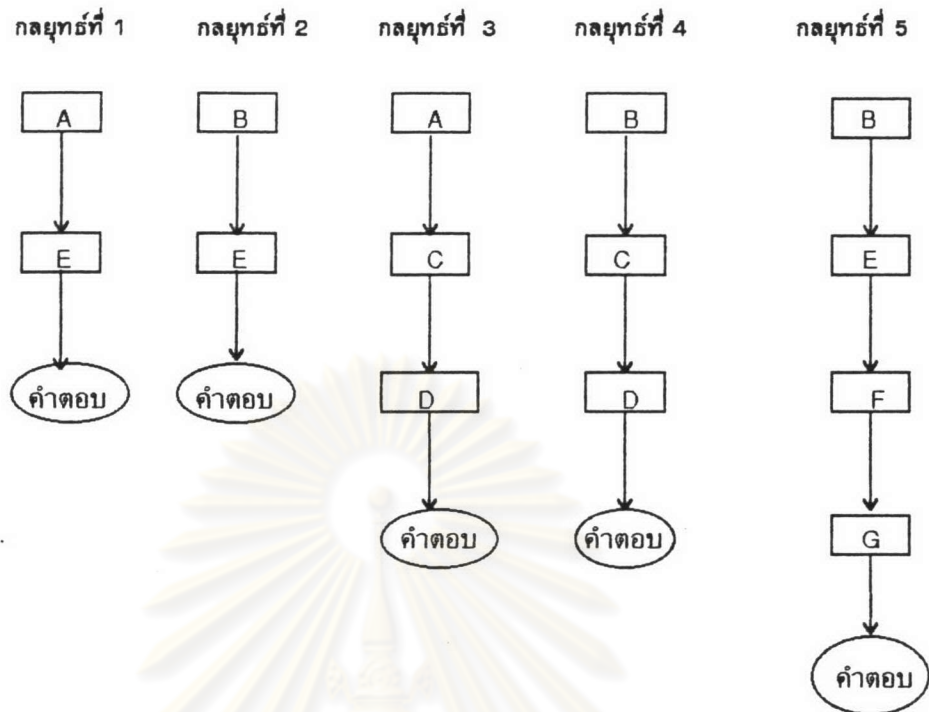
โจทย์ข้อที่ 8 จงอธิบายความหมายของ Polluter Pay Principle และยกกรณีตัวอย่างที่ท่านคิดว่าควรจะดำเนินการโดยใช้หลักการดังกล่าวมา 1 กรณี (ยกเว้น กรณีการใช้น้ำที่ผู้สอนได้ยกเป็นตัวอย่างในห้องเรียนแล้ว)

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 6 ประเภท ได้แก่

1. งานย่อย A การระลึกถึงความหมายของคำศัพท์ Polluter Pay Principle จากเอกสารประกอบการเรียน : Polluter Pay Principle คือ หลักการที่ว่า “ บุคคลที่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่าย ” เป็นการเรียกเก็บค่าบริการจากผู้ก่อให้เกิดภาวะมลพิษต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษ โดยให้ปฏิบัติตามข้อบังคับหน่วยงานที่รัฐบาลรับผิดชอบ
2. งานย่อย B การระลึกถึงความหมายของคำศัพท์ Polluter Pay Principle โดยอาศัยการแปลตามคำศัพท์ และให้ความหมายตามศัพท์นั้น คือ Polluter และ Pay Principle
3. งานย่อย C การระลึกถึงลักษณะของการดำเนินงานตามหลักการของ Polluter Pay Principle กับตัวอย่างการใช้น้ำจากการบรรยายของอาจารย์ผู้สอน
4. งานย่อย D การเปรียบเทียบกรณีตัวอย่างการใช้น้ำกับการดำเนินงานโดยโครงการต่าง ๆ ที่มีลักษณะการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่จะก่อให้เกิดมลภาวะแวดล้อมเป็นพิษ หรือ ปลดปล่อยของเสียหลังจากการดำเนินกิจกรรม เช่น การใช้พลังงานน้ำมันในการเดินเครื่องยนต์ต่าง ๆ อาทิ รถยนต์ เครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น
5. งานย่อย E การระลึกถึงสถานการณ์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของไทย หรือของโลกในสภาวะปัจจุบัน เช่น การปลดปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในรูปต่าง ๆ ทั้งควันพิษ และ กากของเสียที่เกิดจากการแปรรูปวัตถุเป็นต้น
6. งานย่อย F การสร้างแผนภาพแสดงความเชื่อมโยงระหว่างมลพิษที่เกิดขึ้นกับการกำจัดมลภาวะเป็นพิษ ที่จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพื่อแก้ปัญหาามลภาวะเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม

กลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 8 ได้สำเร็จ มี 5 กลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.8 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 8 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 8 ได้สำเร็จ มี 5 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์มีชุดของงานย่อยเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นของการเกิดกลยุทธ์ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ลำดับที่ และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้แก้ปัญหาโจทย์ข้อสอบข้อที่ 8 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย						ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E	F		
1	1				2		5	0.0676
2		1			2		5	0.1216
3	1		2	3			8	0.0190
4		1	2	3			6	0.0164
5		1			2	3	4	0.0110
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์ ความถี่การเกิดงานย่อย	13	15	14	14	14	4	74	0.2356

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้ปัญหาโจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.8 และตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบข้อที่ 8 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.2356 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 5 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 8 ได้สำเร็จ ภายใต้งานย่อยทั้งหมด 6 งานย่อย กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 8 นี้มีเพียง 5 กลยุทธ์ และมีงานย่อยทั้งหมด 6 งานย่อย แต่ละกลยุทธ์มีความซับซ้อนของการคิดเพียง 2 - 3 ลำดับชั้นของงานย่อยแต่เป็นการใช้งานย่อยที่ซ้ำกันและความถี่ในการเกิดแต่ละกลยุทธ์มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักทำให้ค่าความถี่รวมของงานย่อยทั้งหมดที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบมีค่าสูงเมื่อนำมาคำนวณค่าสัดส่วนของจำนวนกลยุทธ์และจำนวนงานย่อยที่ใช้ ทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ตลอดจนผลรวมความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มีค่าต่ำด้วย

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 9

โจทย์ข้อที่ 9 เนื่องจากปัจจุบันโครงการสร้างสนามกอล์ฟ ยังไม่ได้รับการกำหนดให้ต้องทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ท่านคิดว่าควรจะต้องมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมกับโครงการสร้างสนามกอล์ฟ หรือไม่ เพราะเหตุใด

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 8 งานย่อย ได้แก่

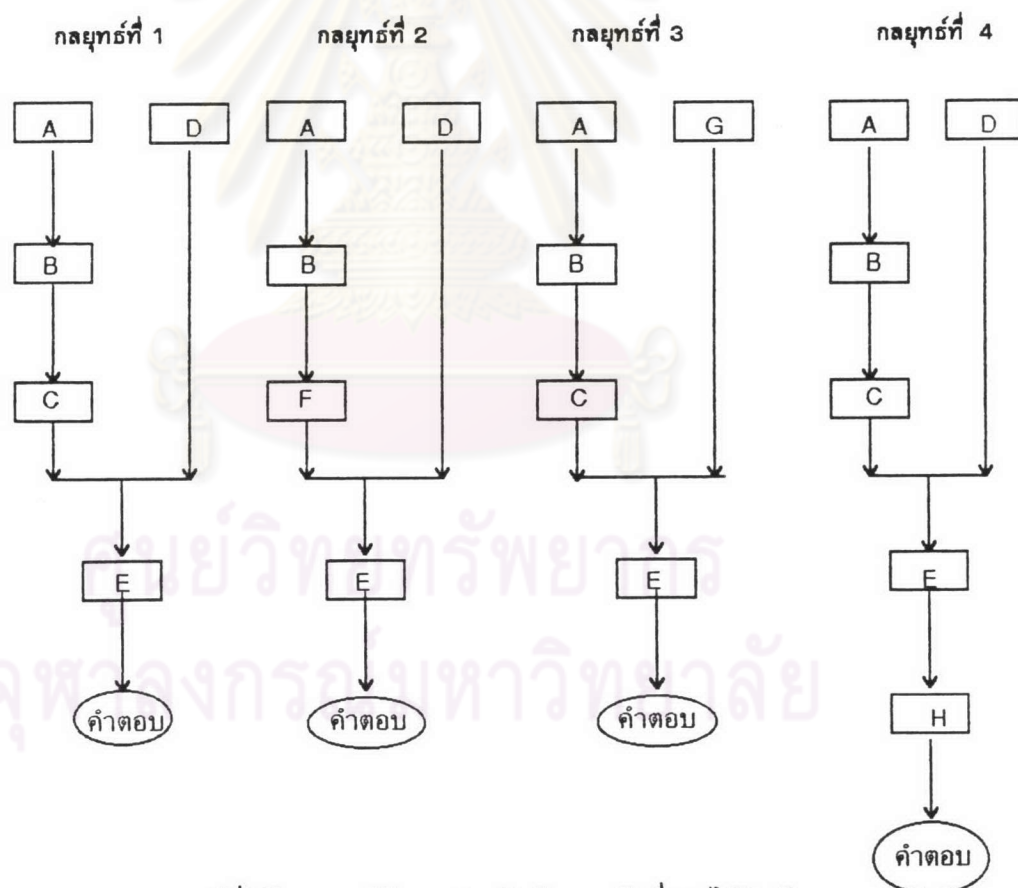
1. งานย่อย A การระลึกถึงภาพของสนามกอล์ฟ ซึ่งประกอบด้วย สถานที่ที่มีการสร้างสนามหญ้าในพื้นที่ขนาดใหญ่ มีการจัดภูมิทัศน์ด้วยต้นไม้ หรือสระน้ำขนาดเล็ก และใหญ่กระจายอยู่ทั่วไป ตลอดจนมีการก่อสร้างอาคารสถานที่ เพื่อใช้ในการบริการกิจกรรมทางสุขภาพ และสังคมด้วย
2. งานย่อย B การอ้างอิงถึงผลลัพธ์ที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ การเกิดพื้นที่โล่งแจ้งขนาดใหญ่ การใช้น้ำและสารเคมีจำนวนมาก อันเนื่องจากสภาพของการจัดสรรภูมิประเทศของสนามกอล์ฟ
3. งานย่อย C การอ้างอิงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการดำเนินงานของสนามกอล์ฟ และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนถึงสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และสังคม อาทิเช่น การเกิดผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำ และอากาศ ความคุ้มค่าของการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวมในการทำกิจกรรมอย่างอื่น ๆ การขาดแคลนน้ำเพื่อทำกิจกรรมอย่างอื่นในพื้นที่บริเวณนั้น การเกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษอันเนื่องมาจากการใช้สารเคมี ฯลฯ
4. งานย่อย D การระลึกถึงความหมาย วัตถุประสงค์ หลักการ หรือเกณฑ์ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากเอกสารประกอบการเรียนหรือการบรรยายของอาจารย์ผู้สอน ซึ่ง การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม คือ เครื่องมือในการวางแผนเพื่อการวิเคราะห์ และประเมินผล โดย การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะเสนอให้เห็นภาพของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากโครงการ รวมทั้งแนะแนวทางการแก้ไขหรือลดผลกระทบ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้มีอำนาจในการตัดสินใจใช้ประกอบในการพิจารณาโครงการว่าสมควรให้ดำเนินการหรือไม่

6. งานย่อย F การเปรียบเทียบสภาวะความสมดุลตามธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และชีวภาพ ก่อน และหลังการสร้างสนามกอล์ฟ

7. งานย่อย G การระลึกถึงลักษณะ ประเภท และขนาดของโครงการพัฒนาโครงการใด โครงการหนึ่งหรือหลายโครงการ ที่ถูกกำหนดให้ต้องทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามประกาศพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ที่มีในเอกสารประกอบการเรียนและการบรรยายของอาจารย์ผู้สอน

8. งานย่อย H การเสนอแนะแนวทางการแก้ไข หรือลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการสร้างสนามกอล์ฟ ในกรณีที่เสนอให้มีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

กลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 9 ได้สำเร็จ มี 4 กลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 9 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 9 มี 4 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์มีชุดของงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังแสดงความถี่ และลำดับที่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นของการเกิดแต่ละกลยุทธ์ในตารางที่ 4.9 ตารางที่ 4.9 ลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่ และความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์ที่ใช้ในปัญหาข้อสอบข้อที่ 9 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย								ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์
	A	B	C	D	E	F	G	H		
1	1.11	1.12	1.13	1.2	2				20	0.1667
2	1.11	1.12		1.2	2	1.13			2	0.0152
3	1.11	1.12	1.13		2		1.2		2	0.0152
4	1.11	1.12	1.13	1.2	2			3	2	0.0033
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์ ความถี่การเกิดงานย่อย									26 132	0.2004

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.9 และตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 9 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.2004 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 4 กลยุทธ์ ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 9 ได้สำเร็จ ภายใต้งานย่อยทั้งหมด 8 งานย่อย กลยุทธ์การคิดแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 9 นี้มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันเป็นอย่างมากทั้งจำนวนและชนิดของงานย่อยที่ใช้ แต่ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มีความแตกต่างกัน โดยกลยุทธ์ที่ 1 มีค่าความน่าจะเป็นของการเกิดกลยุทธ์สูงสุด เนื่องจากจากความถี่ในการเกิดกลยุทธ์มีค่าสูงสุด และกลยุทธ์ที่ 4 มีค่าความน่าจะเป็นต่ำที่สุด เนื่องจากมีงานย่อยและลำดับขั้นการคิดมากที่สุดในกลุ่มกลยุทธ์ทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ 10

โจทย์ข้อที่ 10 จากตัวอย่างโครงการสร้างเขื่อนต่อไปนี้ หากท่านได้รับมอบหมายให้ทำ EIA ในโครงการนี้ท่านจะต้องพิจารณาสาระสำคัญเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมโดยรอบของโครงการในเรื่องอะไรบ้าง ให้อธิบายมาโดยละเอียด (รายละเอียดของโครงการสร้างเขื่อนอยู่ในเรื่องการสร้างข้อสอบเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบสัมฤทธิ์ผล)

งานย่อยที่ใช้ในการคิดหาคำตอบมี 9 งานย่อย ได้แก่

1. งานย่อย A การระลึกถึงหลักในการพิจารณาเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของสิ่งแวดล้อมโดยรอบที่ได้กำหนดไว้ในการประเมินโครงการที่ได้แสดงไว้ในเอกสารประกอบการเรียนซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม 4 ด้าน คือ 1) ทรัพยากรทางกายภาพ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ดิน อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ 2) ทรัพยากรทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบนิเวศวิทยานบกและในน้ำ 3) คุณค่าการใช้ประโยชน์ ได้แก่ ระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการ เช่น การใช้น้ำ ไฟฟ้า ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบการจราจร และการขนส่ง และ 4) คุณภาพชีวิต ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจ สังคม การสาธารณสุข ความปลอดภัย ทัศนียภาพ ศิลปวัฒนธรรม เป็นต้น

2. งานย่อย B การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดจำแนกเนื้อหาตามที่โจทย์กำหนดรายละเอียดของโครงการดังกล่าวออกเป็นกลุ่มหรือเป็นหมวดหมู่โดยใช้หลักเกณฑ์อย่างหนึ่งอย่างใด เช่น การจัดข้อมูลเข้าสู่องค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมโดยรอบตามเอกสารประกอบการเรียน คือ ทรัพยากรทางกายภาพ ทรัพยากรทางชีวภาพ คุณค่าการใช้ประโยชน์ คุณภาพชีวิตหรือการจัดกลุ่มโดยพิจารณาจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เศรษฐกิจ และสังคม เป็นต้น

3. งานย่อย C การระลึกถึงผลกระทบอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมที่ต่อเนื่องมาจากผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นนอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ในโจทย์

4. งานย่อย D การเปรียบเทียบสภาพของระบบนิเวศในบริเวณที่จะมีการก่อสร้างเขื่อน ก่อนและหลังการก่อสร้างโครงการ

5. งานย่อย E การระลึกถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม หรือระบบนิเวศเมื่อมีการดำเนินโครงการ เช่น ผลกระทบที่เกิดต่อวัฏจักรน้ำ และอากาศ การขนส่งวัสดุระหว่างการก่อสร้างที่จะเกิดผลกระทบต่อชุมชนที่อยู่ระหว่างทางของการขนส่ง สภาพความปลอดภัย และการสาธารณสุขที่จัดให้กับชุมชนที่อพยพจากพื้นที่เดิมไปอยู่ในพื้นที่ใหม่

6. งานย่อย F การระลึกถึงผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งทางบวกและลบ ตลอดจนข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ ที่เกิดขึ้นกับเขื่อนอื่น ๆ ที่เคยปรากฏมาก่อนแล้ว

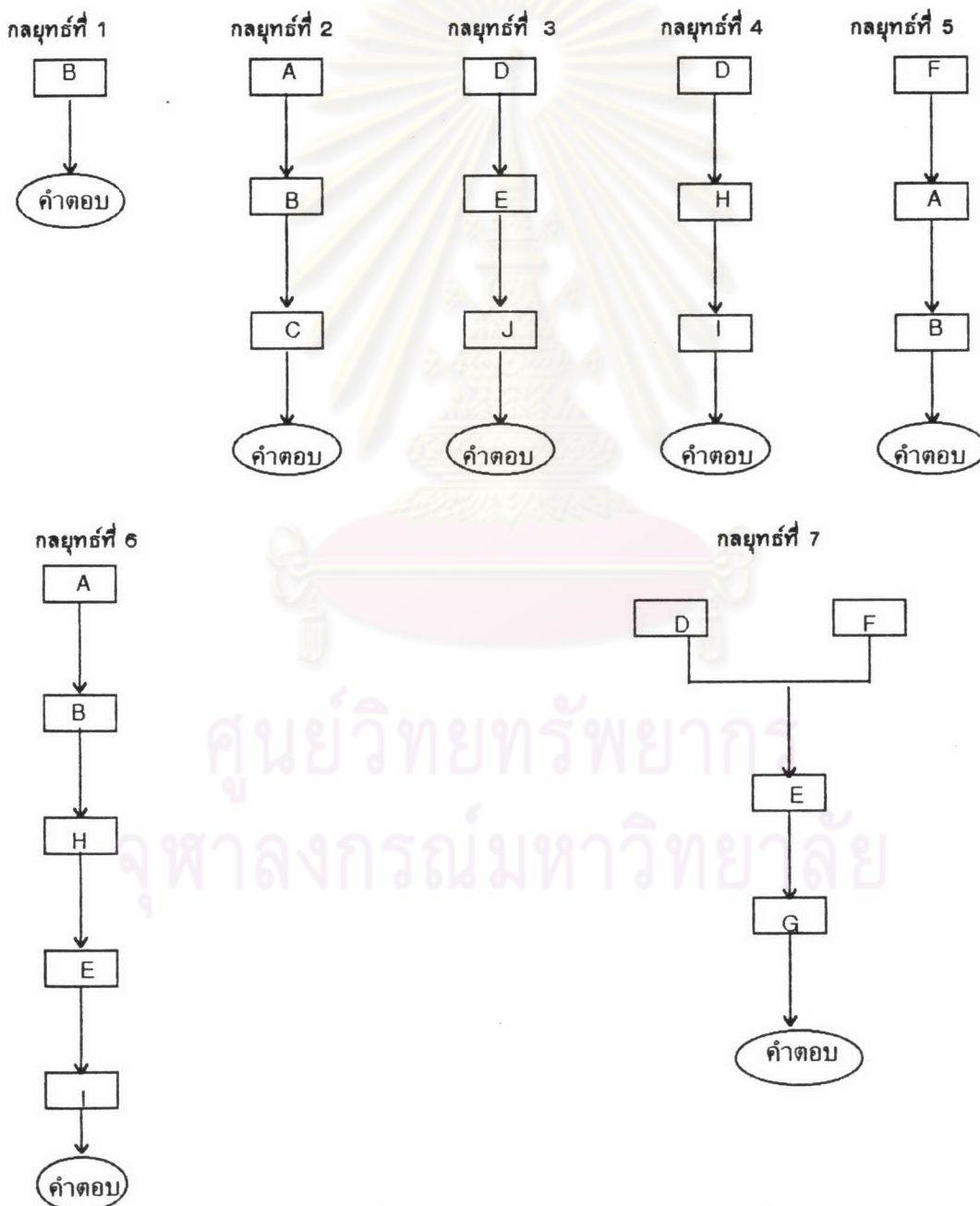
7. งานย่อย G การเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญระหว่างผลลัพธ์ในทางบวก และลบที่จะเกิดขึ้นต่อองค์ประกอบ และโครงสร้างของสภาพธรรมชาติเมื่อมีการสร้างเขื่อน

8. งานย่อย H การระลึกถึงผลลัพธ์ทางด้านบวก และลบที่จะเกิดกับการสร้างเขื่อนภายใต้เนื้อหาด้านสิ่งแวดล้อมตามที่โจทย์กำหนด

9. งานย่อย I การเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา และวิธีการควบคุม หรือบรรเทาความเสียหาย ผลลัพธ์หรือผลกระทบในทางลบ ตลอดจนข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์อันเนื่องมาจากสร้างเขื่อน และวิธีการในการตรวจสอบกระบวนการในการควบคุมความเสียหายดังกล่าวด้วย

10. งานย่อย J การจัดกลุ่มผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากผลลัพธ์ด้านกายภาพ ชีวภาพและสังคม

กลยุทธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 10 ได้สำเร็จ มี 7 กลยุทธ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 แผนภาพกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับข้อสอบข้อที่ 10 ได้สำเร็จ

จากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า กลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 10 มี 7 กลยุทธ์ แต่ละกลยุทธ์ก็มีชุดของงานย่อยเป็นองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังแสดงลำดับที่และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ลำดับที่ และความถี่ของการเกิดงานย่อยในแต่ละกลยุทธ์ ความถี่และความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้โจทย์ข้อสอบข้อที่ 10 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ลำดับที่ของการเกิดงานย่อย										ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์	ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
1		1										2	0.0235
2	1	2	3									13	0.0306
3				1	2						3	1	0.0011
4				1				2	3			5	0.0055
5	2	3				1						1	0.0004
6	1	2			4			3	5			3	0.0030
7				1.1	2	1.2	3					2	0.0002
ผลรวมการเกิดกลยุทธ์ ความถี่การเกิดงานย่อย	17	19	13	8	6	3	2	8	8	1	27	85	0.0643

หมายเหตุ ความน่าจะเป็นในการเกิดแต่ละกลยุทธ์เป็นการคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขตามลำดับการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์นั้น ภายใต้ความถี่ของงานย่อยที่เกิดขึ้นในกลยุทธ์การคิดแก้โจทย์ข้อสอบทั้งหมด ไม่ใช่ความน่าจะเป็นที่เกิดจากสัดส่วนระหว่างความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นั้นกับความถี่รวมทั้งหมด

จากภาพที่ 4.10 และตารางที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 10 มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบเท่ากับ 0.0643 ซึ่งเป็นดัชนีรวมจากความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์ 7 กลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 10 ได้สำเร็จภายใต้งานย่อยทั้งหมด 10 งานย่อย โดยกลยุทธ์ที่สามารถคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จที่มีความซับซ้อนมากที่สุด หรือมีจำนวนงานย่อยที่ประกอบกันเป็นกลยุทธ์มากที่สุด คือ กลยุทธ์ที่ 7 มีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์น้อยที่สุด และกลยุทธ์ที่มีความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มากที่สุด คือ กลยุทธ์ที่ 2 เป็นกลยุทธ์ที่ใช้งานย่อย 3 งานย่อย แต่มีความถี่ของกลยุทธ์สูงที่สุด ตลอดจนงานย่อยที่เป็นองค์ประกอบในกลยุทธ์นั้นเป็นงานย่อยที่มีความถี่มากที่สุดในกลุ่มงานย่อยทั้งหมดด้วย กลยุทธ์ที่ซับซ้อนน้อยที่สุดที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จคือกลยุทธ์ที่ 1 ซึ่งใช้งานย่อยเพียง 1 งานย่อย แต่ความถี่ในการเกิดกลยุทธ์นี้มีค่าน้อย ดังนั้นความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์จึงไม่มีค่าที่มากที่สุด สำหรับกลยุทธ์ที่ 3 และ 5 ซึ่งมีความซับซ้อนในการคิดโดยจำนวนงานย่อยที่ใช้ในการคิดเท่ากัน คือ 3 งานย่อย แต่ความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์แตกต่างกัน คือ กลยุทธ์ที่ 5 มีความน่าจะเป็นน้อยกว่ากลยุทธ์ที่ 3 เพราะ ความถี่ในการเกิดงานย่อยเริ่มต้นสำหรับกลยุทธ์ที่ 5 มีค่าน้อยกว่าความถี่ของงานย่อยเริ่มต้นของกลยุทธ์ที่ 3 ในขณะที่กลยุทธ์ที่ 4 ซึ่งมีจำนวนงานย่อยในกลยุทธ์เท่ากับกลยุทธ์ที่ 3 มีงานย่อยเริ่มต้นเหมือนกันมีค่าความน่าจะเป็นในการเกิดกลยุทธ์มากกว่ากลยุทธ์ที่ 3 ถึง 5 เท่า เนื่องมาจากการที่ความถี่ของการเกิดกลยุทธ์ที่ 4 มีมากกว่ากลยุทธ์ที่ 3 ถึง 5 เท่าเช่นกัน

จากการคำนวณดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อซึ่งได้กล่าวโดยละเอียดมาแล้ว แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อเป็นดัชนีรวมที่แสดงความเป็นตัวแทนของความซับซ้อนของกลยุทธ์ทั้งหมดที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อได้สำเร็จ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปความน่าจะเป็นของการเกิดกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จภายใต้ชนิด จำนวน และความถี่ในการเกิดงานย่อยของกลยุทธ์ทั้งหมดที่ใช้ในการคิดหาคำตอบของข้อสอบได้สำเร็จ ค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ทั้ง 10 ข้อ แสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 จำนวนกลยุทธ์และจำนวนงานย่อยทั้งหมดที่ใช้ในการแก้ปัญหาข้อสอบแต่ละข้อได้สำเร็จ และค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	จำนวนกลยุทธ์	จำนวนงานย่อย	ค่าดัชนีความซับซ้อน (CI)
1	6	4	0.6064
2	6	5	0.6275
3	4	4	0.6060
4	11	9	0.3363
5	8	9	0.2420
6	6	13	0.0543
7	10	9	0.3992
8	5	6	0.2356
9	4	8	0.2003
10	7	9	0.0645

จากตารางที่ 4.11 ค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อมีความแตกต่างกัน ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความซับซ้อนเป็นบวก โดยมีค่ามากกว่า 0 แต่ไม่ถึง 1 คือมีค่าระหว่าง 0.0543 ถึง 0.6275 ข้อที่มีค่าดัชนีความซับซ้อนมากที่สุด คือข้อที่ 2 และข้อที่มีค่าดัชนีความซับซ้อนน้อยที่สุด คือข้อที่ 6 อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าค่าดัชนีความซับซ้อนที่ปรากฏในตารางนี้ไม่สามารถทำให้ผู้อ่านเห็นถึงแผนภาพของกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้แต่จะทำให้เกิดความตระหนักว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความแตกต่างกันในเรื่องกระบวนการคิดที่ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

ตอนที่ 2. การเปรียบเทียบกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ โดยในการเปรียบเทียบนี้ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลยุทธ์ที่ผู้สอบใช้ในการคิดหาคำตอบกับกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ และเปรียบเทียบกลยุทธ์ที่ผู้สอบซึ่งมีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันใช้ในการคิดหาคำตอบ (การบรรยายในบทนี้จะใช้คำว่า ผู้สอบกลุ่มสูง คือ ตัวแทนของตัวอย่างพลวิชัยกลุ่มนิสิตนักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมระดับสูง และ ผู้สอบกลุ่มต่ำ คือ ตัวแทนของตัวอย่างพลวิชัยกลุ่มนิสิตนักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมระดับต่ำ)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละข้อได้สำเร็จจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 27 ท่าน และการรายงานเกี่ยวกับกลยุทธ์ที่ผู้สอบใช้ในการคิดหาคำตอบจากผู้สอบจำนวน 16 คน ซึ่งมีระดับความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน แบ่งเป็นผู้สอบกลุ่มสูง 10 คน และผู้สอบกลุ่มต่ำ 6 คน) ค่าความถี่ และร้อยละของการใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆ ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบแต่ละข้อ ที่ได้รับการรายงานจาก ผู้เชี่ยวชาญ และผู้สอบดังกล่าว แสดงในตารางที่ 4.12 -4.21 และในภาพที่ 4.11-4.20

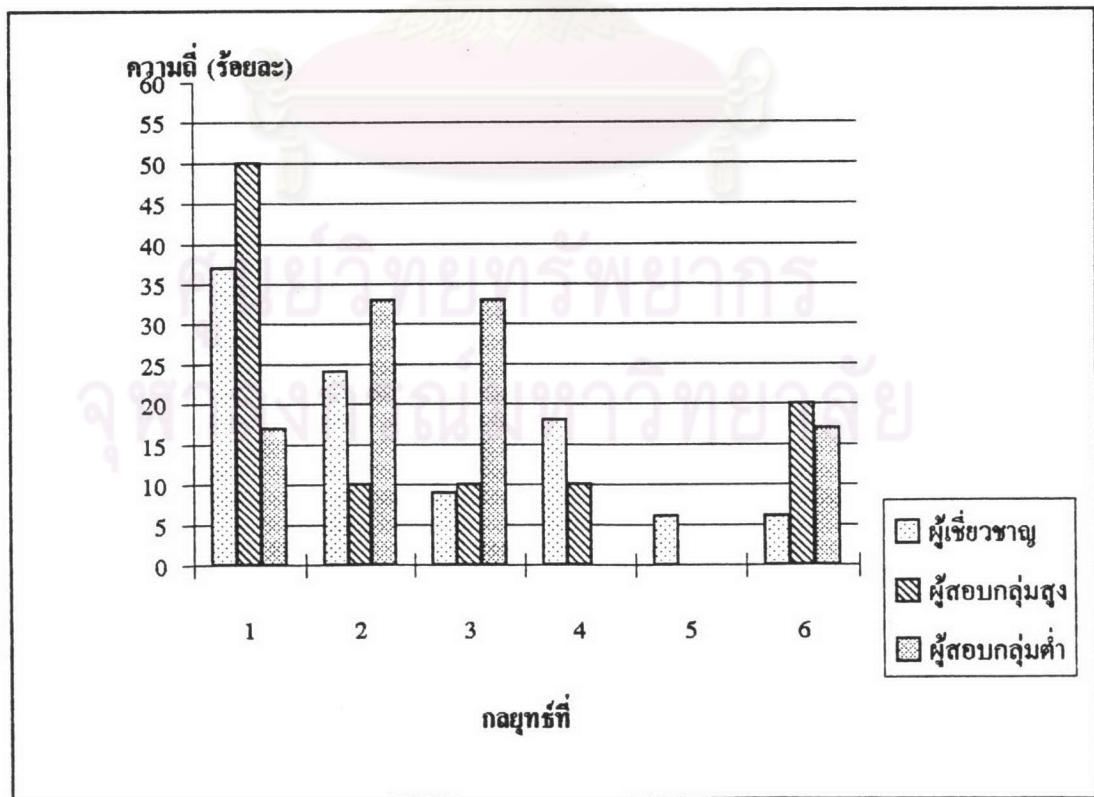
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 1 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ (ร้อยละ)	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	12 (37)	6 (37.50)	5 (50)	1 (16.7)
2	8 (24)	3 (18.75)	1 (10)	2 (33)
3	3 (9)	3 (18.75)	1 (10)	2 (33)
4	6 (18)	1 (6.25)	1 (10)	-
5	2 (6)	-	-	-
6	2 (6)	3 (18.75)	2 (20)	1 (16.7)
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	33 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 1 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 6 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.11 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 1

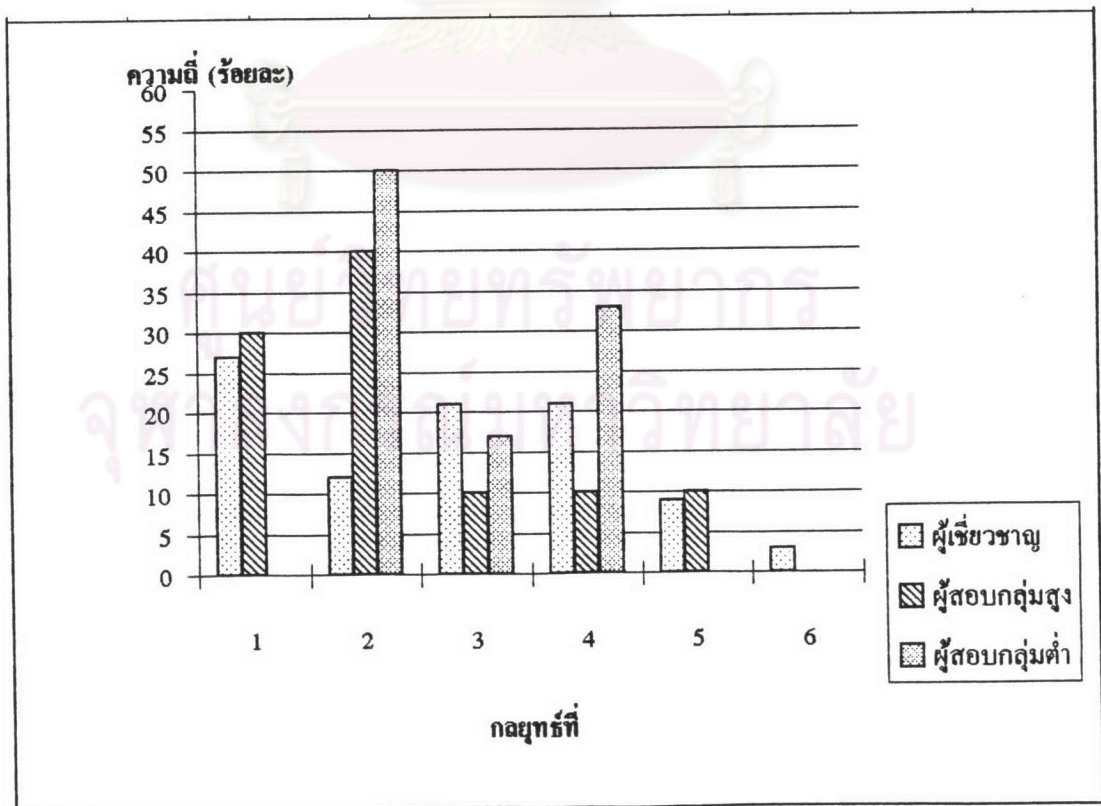


ตารางที่ 4.13 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 2 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ (ร้อยละ)	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	9 (27)	3 (18.75)	3 (30)	-
2	4 (12)	7 (43.75)	4 (40)	3 (50)
3	7 (21)	2 (12.50)	1 (10)	1 (17)
4	7 (21)	3 (18.75)	1 (10)	2 (33)
5	3 (9)	1 (6.25)	1 (10)	-
6	1 (3)	-	-	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	31 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 2 มีกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 6 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.12 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่ใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 2

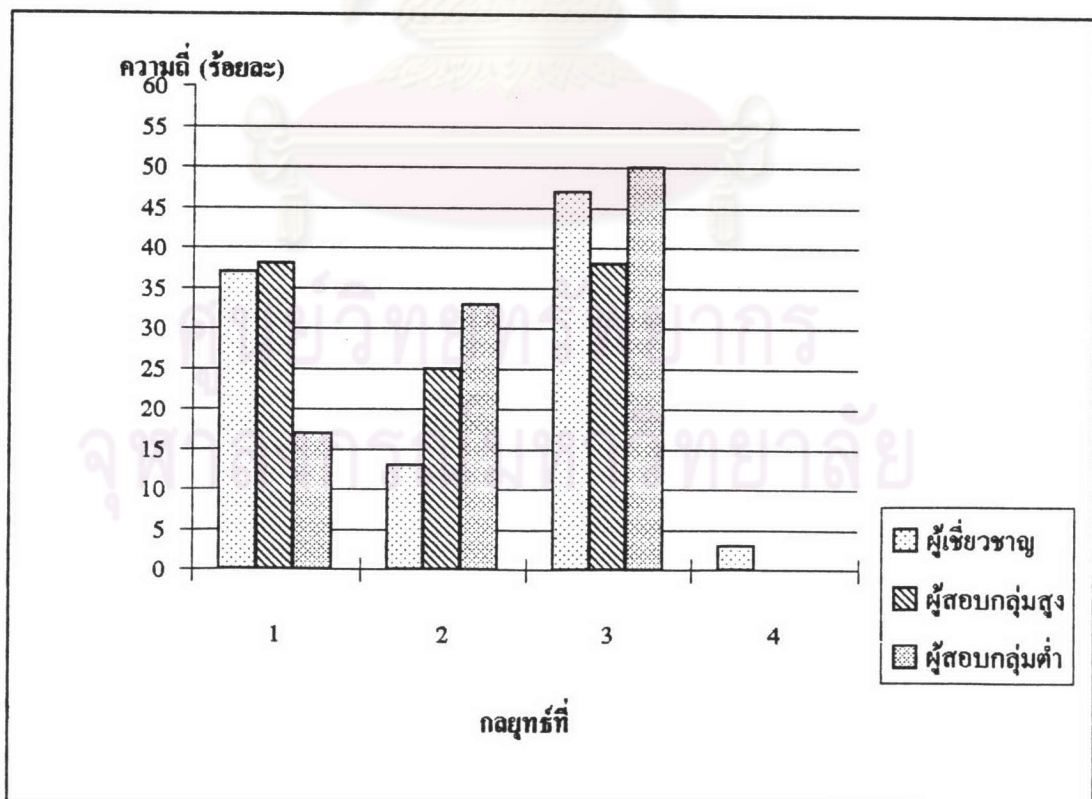


ตารางที่ 4.14 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 3 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้เชี่ยวชาญ	ผู้สอบ		
			จำนวน (ร้อยละ)	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)
1		11 (36.7)	6 (37.50)	5 (50)	1 (17)
2		4 (13.3)	4 (25.00)	2 (20)	2 (33)
3		14 (46.7)	6 (37.50)	3 (30)	3 (50)
4		1 (3.3)	-	-	-
อื่นๆ		-	-	-	-
รวม		30 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 3 มีกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอไว้ว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 4 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.13 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่าง ๆ ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 3

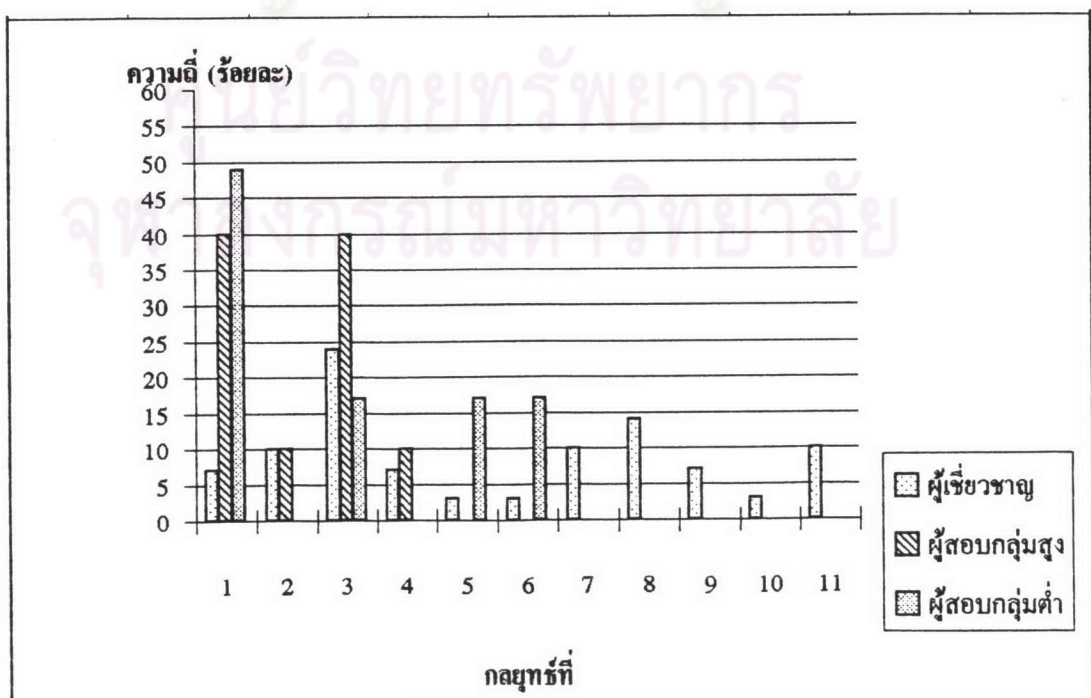


ตารางที่ 4.15 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 4 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	2 (6.9)	7 (43.75)	4 (40)	3 (49)
2	3 (10.3)	1 (6.25)	1 (10)	-
3	7 (24.1)	5 (31.25)	4 (40)	1 (17)
4	2 (6.9)	1 (6.25)	1 (10)	-
5	1 (3.4)	1 (6.25)	-	1 (17)
6	1 (3.4)	1 (6.25)	-	1 (17)
7	3 (10.3)	-	-	-
8	4 (13.8)	-	-	-
9	2 (6.9)	-	-	-
10	1 (3.4)	-	-	-
11	3 (10.3)	-	-	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	29 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 4 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอไว้ว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 11กลยุทธ์

ภาพที่ 4.14 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 4

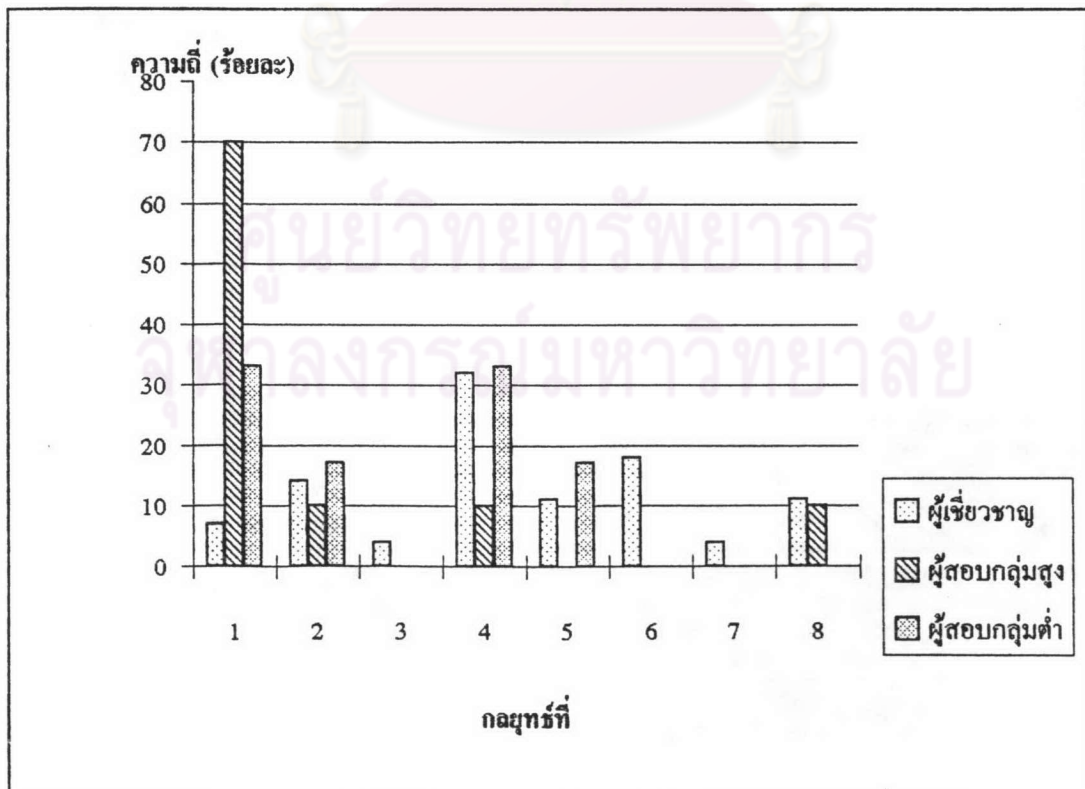


ตารางที่ 4.16 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 5 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	2 (7.2)	9 (56.25)	7 (70)	2 (33)
2	4 (14.3)	1 (6.25)	1 (10)	1 (17)
3	1 (3.6)	5 (31.25)	-	-
4	9 (32.1)	1 (6.25)	1 (10)	2 (33)
5	3 (10.7)	1 (6.25)	-	1 (17)
6	5 (17.9)	1 (6.25)	-	-
7	1 (3.6)	-	-	-
8	3 (10.7)	-	1 (10)	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	28 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 5 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอไว้ว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 8 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.15 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 5

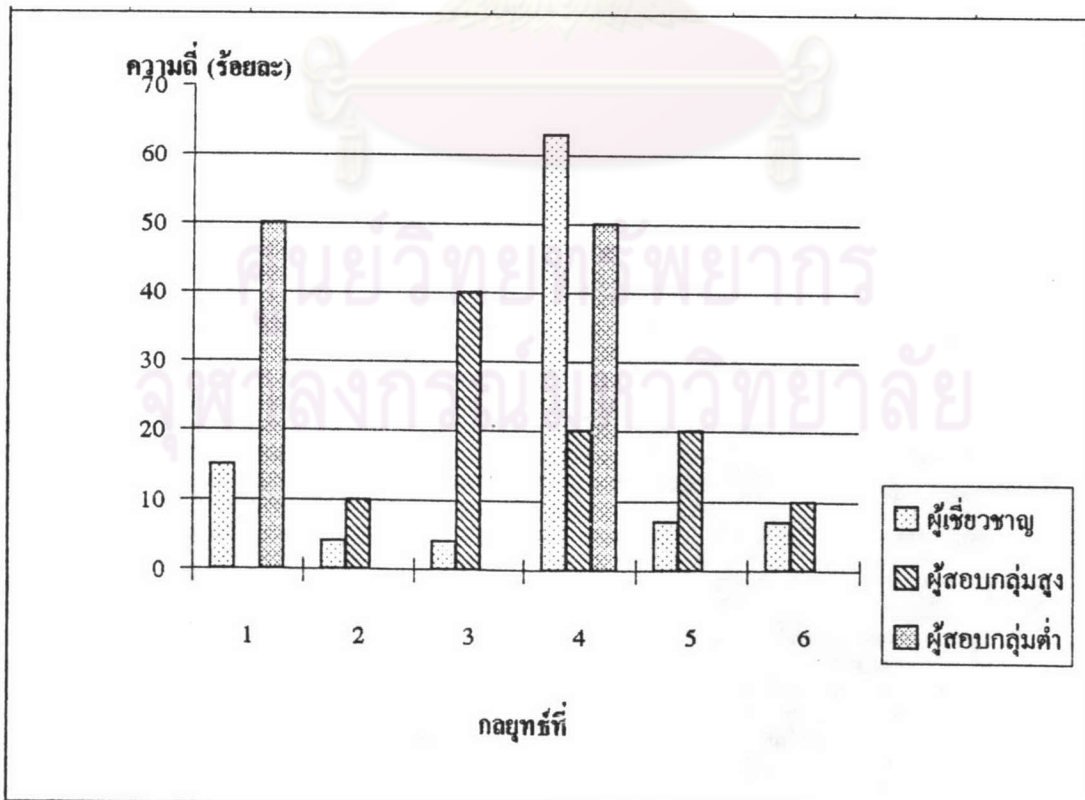


ตารางที่ 4.17 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์ การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิด หาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 6 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ(ร้อยละ)
1	4 (14.8)	3 (18.75)	-	3 (50)
2	1 (3.7)	1 (6.25)	1 (10)	-
3	1 (3.7)	4 (25.00)	4 (40)	-
4	17 (63)	5 (31.25)	2 (20)	3 (50)
5	2 (7.4)	2 (12.50)	2 (20)	-
6	2 (7.4)	1 (6.25)	1 (10)	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	27 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 6 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 6 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.16 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบ ข้อที่ 6

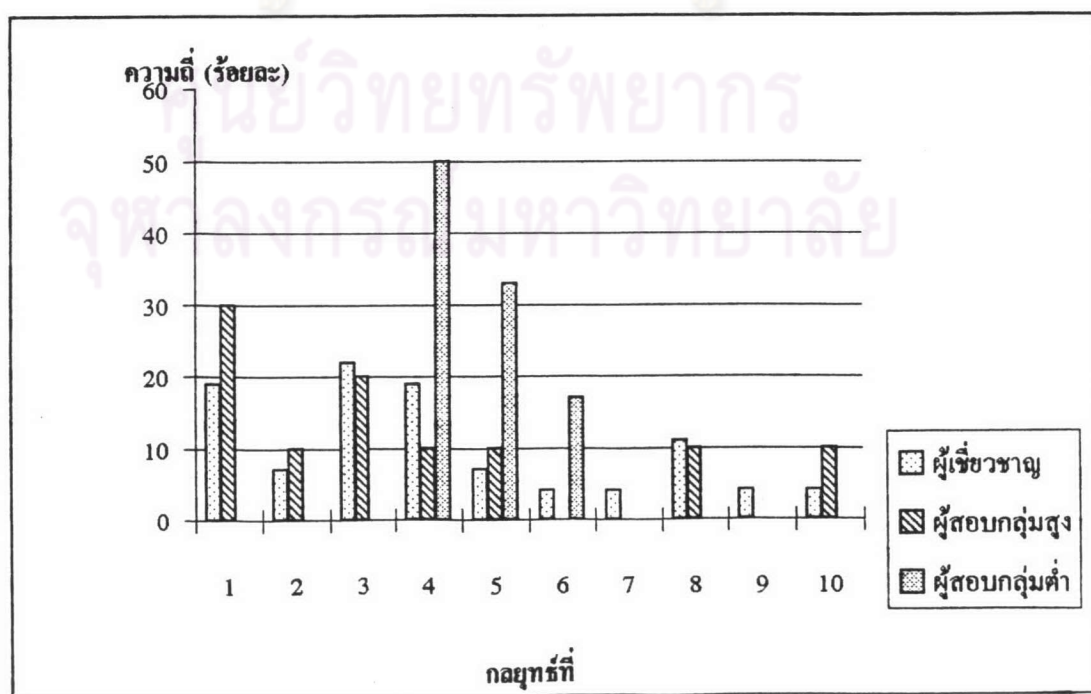


ตารางที่ 4.18 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์ การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิด หาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 7 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	5 (18.5)	3 (18.75)	3 (30)	-
2	2 (7.4)	1 (6.25)	1 (10)	-
3	6 (22.2)	2 (12.50)	2 (20)	-
4	5 (18.5)	4 (25.00)	1 (10)	3 (50)
5	2 (7.4)	3 (18.70)	1 (10)	2 (33)
6	1 (3.7)	1 (6.25)	-	1 (17)
7	1 (3.7)	-	-	-
8	3 (11.1)	1 (6.25)	1 (10)	-
9	1 (3.7)	-	-	-
10	1 (3.7)	1 (6.25)	1 (10)	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	27 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 7 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 10 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.17 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบ ข้อที่ 7

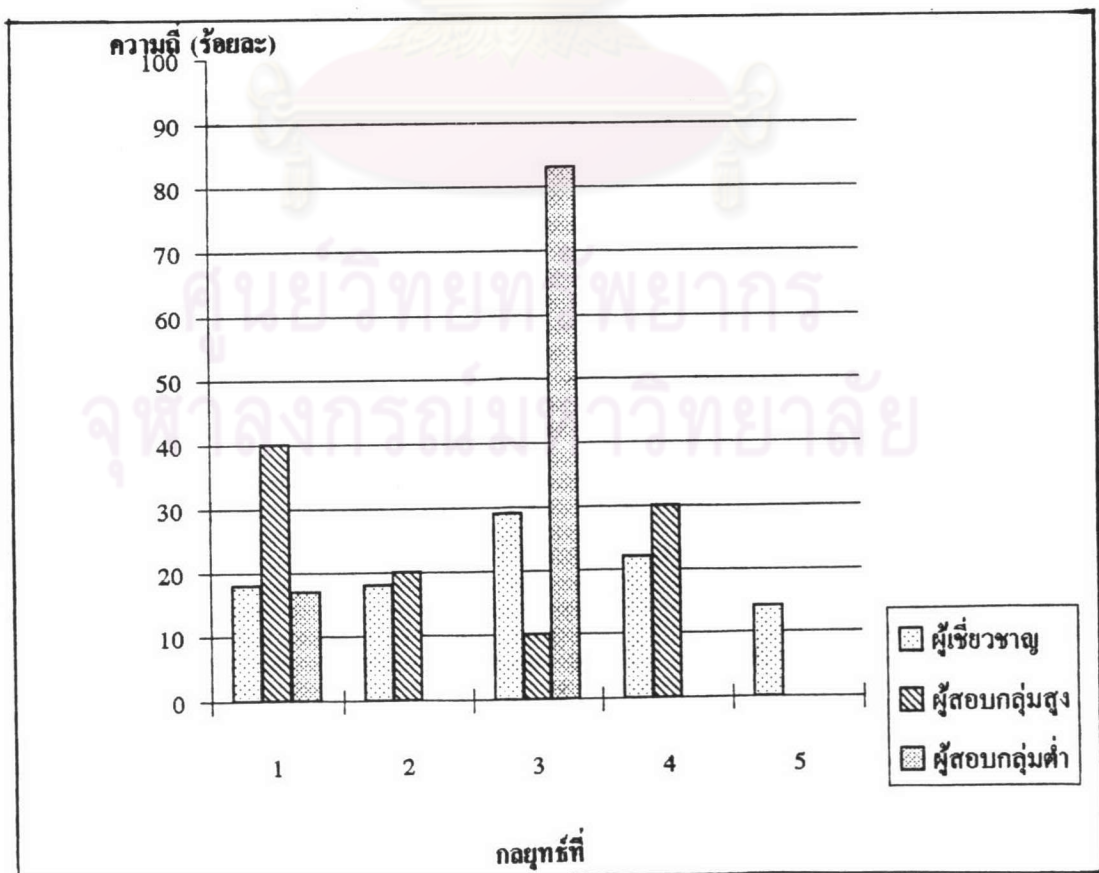


ตารางที่ 4.19 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์ การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิด หาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 8 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	5 (17.85)	5 (31.25)	4 (40)	1 (17)
2	5 (17.85)	2 (12.50)	2 (20)	-
3	8 (28.57)	6 (37.50)	1 (10)	5 (83)
4	6 (21.43)	3 (18.75)	3 (30)	-
5	4 (14.28)	-	-	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	28 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 8 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 5 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.18 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบ ข้อที่ 8

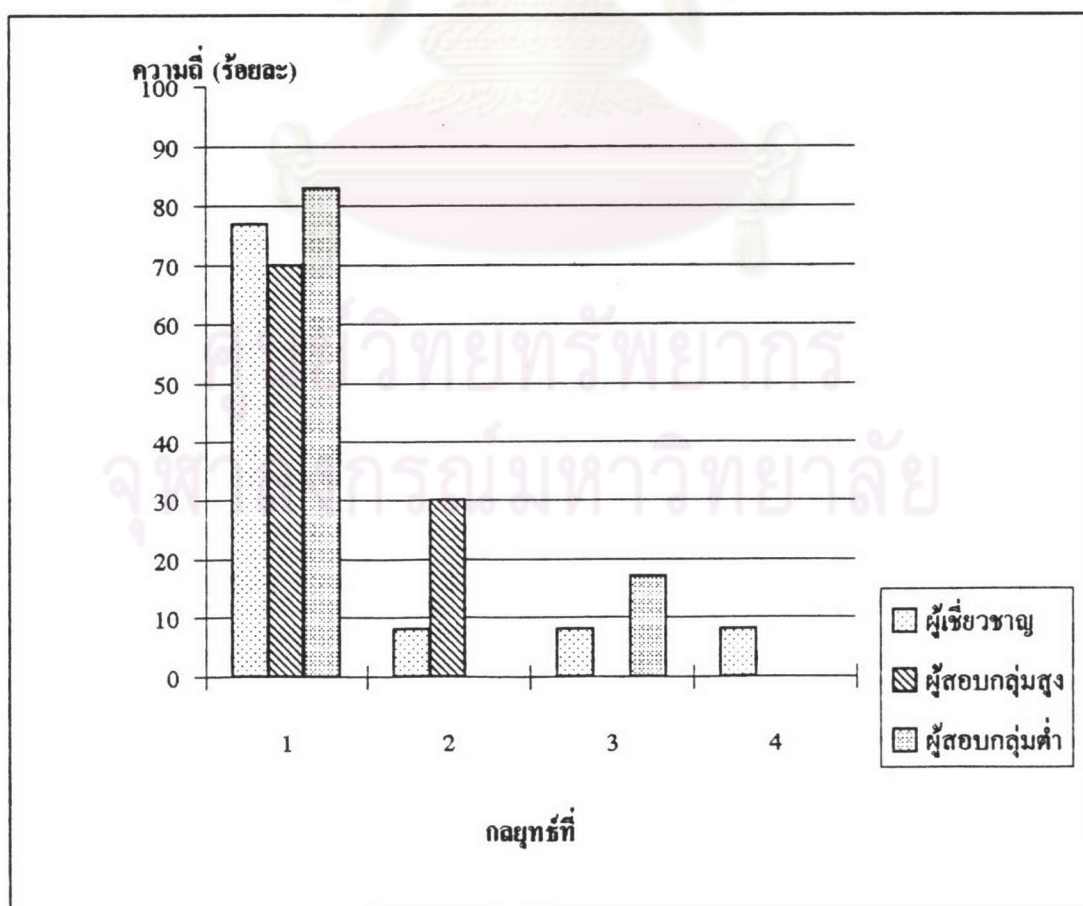


ตารางที่ 4.20 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์ การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 9 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	20 (76.9)	12 (75.00)	7 (70)	5 (83)
2	2 (7.7)	3 (18.75)	3 (30)	-
3	2 (7.7)	1 (6.25)	-	1 (17)
4	2 (7.7)	-	-	-
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	26 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 1 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 4 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.19 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่เลือกใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 9

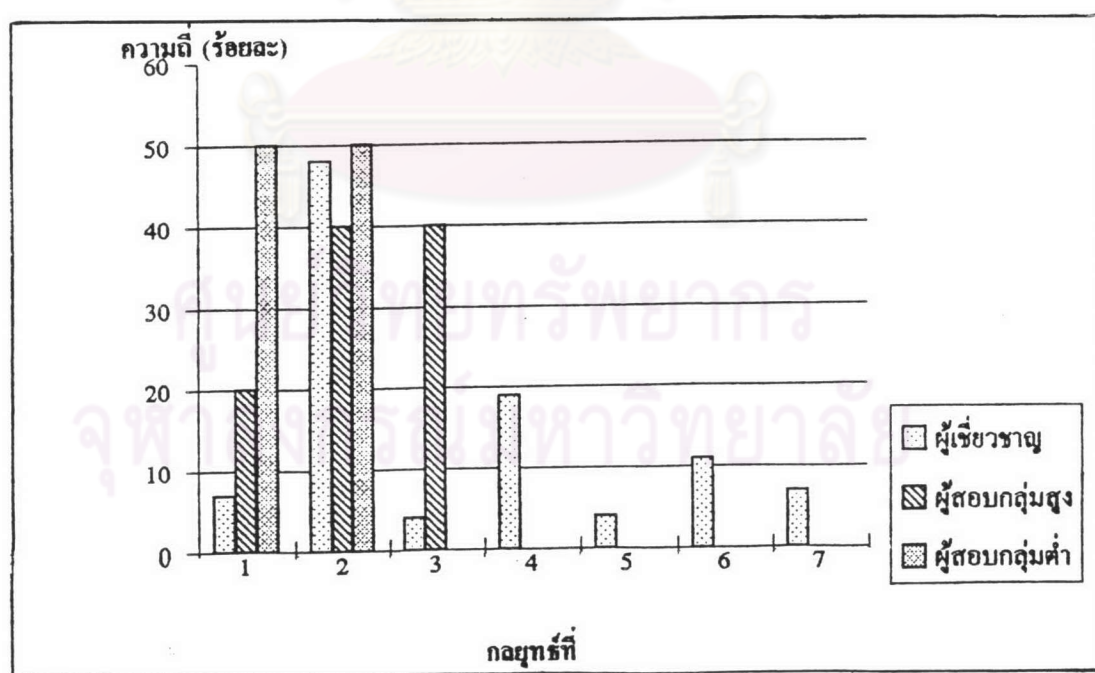


ตารางที่ 4.21 ความถี่และร้อยละของผู้เชี่ยวชาญ ผู้สอบกลุ่มสูง และผู้สอบกลุ่มต่ำ เลือกใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบตามกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่สามารถใช้ในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 10 ได้สำเร็จ

กลยุทธ์ที่	ผู้รายงาน	ผู้สอบ		
	ผู้เชี่ยวชาญ	รวม (ร้อยละ)	กลุ่มสูง (ร้อยละ)	กลุ่มต่ำ (ร้อยละ)
1	2 (7.4)	5 (31.25)	2 (20)	3 (50)
2	13 (48.1)	7 (43.75)	4 (40)	3 (50)
3	1 (3.7)	4 (25.00)	4 (40)	-
4	5 (18.5)	-	-	-
5	1 (3.7)			
6	3 (11.1)			
7	2 (7.4)			
อื่นๆ	-	-	-	-
รวม	27 (100)	16 (100)	10 (100)	6 (100)

หมายเหตุ ข้อสอบข้อที่ 10 มีกลยุทธ์ทั้งหมดที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอว่าเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ 7 กลยุทธ์

ภาพที่ 4.20 ความถี่(ร้อยละ)ของผู้ที่ใช้กลยุทธ์ชนิดต่างๆในการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบข้อที่ 10



จากตารางที่ 4.12-4.21 และภาพที่ 4.11-4.20 แสดงให้เห็นว่าผู้สอบทุกคนในทุกกลุ่มผู้สอบไม่ได้ใช้กลยุทธ์อื่น ๆ นอกเหนือจากกลยุทธ์ที่ผู้เชี่ยวชาญระบุว่า เป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการคิดหาคำตอบได้สำเร็จ และผู้สอบกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมในระดับสูงส่วนใหญ่จะใช้กลยุทธ์การคิดหาคำตอบที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า ผู้สอบที่มีความรู้พื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมต่ำ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ของดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ กับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ ประกอบด้วย

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ

2. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ

ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ กับค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ

ผลการตรวจข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์จำนวน 10 ข้อ โดยมีการจัดแบ่งคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- ระดับ 0 คือ ระดับคะแนนที่ถือว่าผู้สอบตอบโดยไม่มีความรู้เลย หรือไม่ตอบ
- ระดับ 1 คือ ระดับคะแนนที่ถือว่าผู้สอบตอบโดยมีความรู้เพียงเล็กน้อย
- ระดับ 2 คือ ระดับคะแนนที่ถือว่าผู้สอบตอบโดยมีความรู้ปานกลาง
- ระดับ 3 คือ ระดับคะแนนที่ถือว่าผู้สอบตอบโดยมีความรู้มาก

ดังแสดงผลการตรวจข้อสอบ และการจัดแบ่งระดับคะแนนจากผลการสอบข้อสอบผลสัมฤทธิ์ของตัวอย่างพลวิจัยกลุ่มนิสิตนักศึกษาจำนวน 310 คน ในตารางที่ 4. 22

ตารางที่ 4.22 ผลการตรวจและจัดแบ่งระดับคะแนนของการสอบข้อสอบผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	ระดับคะแนน (คะแนนดิบ)	จำนวนคน	ค่าเฉลี่ย(X)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)
1	0 (0)	38	1.60	0.67
	1 (1.0)	34		
	2 (1.5)	21		
	3 (2.0)	206		
2	0 (0)	67	1.22	0.57
	1 (1.0)	73		
	2 (1.5)	53		
	3 (2.0)	106		
3	0 (0)	67	2.52	1.45
	1 (1)	87		
	2 (2)	68		
	3 (3)	77		
4	0 (0)	5	2.07	0.84
	1 (1)	80		
	2 (2)	101		
	3 (3)	113		
5	0 (0)	26	2.14	1.51
	1 (1-2)	140		
	2 (3-4)	107		
	3 (5-6)	26		
6	0 (0)	28	2.10	1.31
	1 (1-2)	166		
	2 (3-4)	97		
	3 (5-6)	8		
7	0 (0)	63	2.03	1.29
	1 (1)	56		
	2 (2)	112		
	3 (3-4)	79		
8	0 (0)	148	1.46	1.05
	1 (1)	7		
	2 (2)	34		
	3 (3)	121		
9	0 (0)	21	1.49	0.54
	1 (1)	138		
	2 (2)	145		
	3 (3)	6		
10	0 (0-2)	37	4.50	1.95
	1 (3-5)	183		
	2 (6-8)	73		
	3 (9-10)	17		

นำผลการตรวจและจัดแบ่งระดับคะแนนมาคำนวณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับจากการที่มีการจัดแบ่งคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อออกเป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.22 ดังนั้นในข้อสอบแต่ละข้อจึงมีค่าพารามิเตอร์ความยากตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ 3 ค่า ได้แก่ ค่า b_1 b_2 และ b_3 ตามลำดับ โดย

b_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ มีค่าเท่ากับระดับความสามารถ(θ) ที่ต่ำที่สุดที่จะทำให้ได้ระดับคะแนน 1

b_2 คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ มีค่าเท่ากับ ระดับความสามารถ(θ) ที่ต่ำที่สุดที่จะทำให้ได้ระดับคะแนน 2

b_3 คือ ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ มีค่าเท่ากับ ระดับความสามารถ(θ) ที่ต่ำที่สุดที่จะทำให้ได้ระดับคะแนน 3

แสดงค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ และค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	ค่าความยาก b_1	ค่าความยาก b_2	ค่าความยาก b_3	ค่าความซับซ้อน (CI)
1	-3.79	-2.65	14.54	0.6064
2	-2.21	0.52	28.45	0.6275
3	-1.75	2.49	34.85	0.6060
4	-2.44	1.14	24.19	0.3363
5	0.07	3.11	16.76	0.2420
6	0.40	2.61	12.21	0.0543
7	-1.31	0.86	11.82	0.3992
8	-1.95	-0.64	6.75	0.2356
9	-0.06	3.11	15.69	0.2003
10	0.60	2.13	8.91	0.0645

ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากกับค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันแสดงในตารางที่ 4. 24

ตารางที่ 4.24 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากกับค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์

	ค่าพารามิเตอร์ความยาก		
	b_1	b_2	b_3
ค่าดัชนีความซับซ้อน (CI)	-0.8084**	-0.5040*	0.6784*

** : $p < 0.01$; * : $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.24 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ และค่าพารามิเตอร์ความยากมีความสอดคล้องในทิศทางตรงข้ามกัน กล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ และค่าพารามิเตอร์ความยาก b_1 และ b_2 มีค่าเป็นลบ ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์ความยาก b_3 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นบวก

2.การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์กับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบตามแบบจำลองการตอบสนองแบบแบ่งระดับ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกข้อสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 10 ข้อ แสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกและค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a_i)	ค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบ (CI)
1	.52	0.6064
2	.36	0.6275
3	.29	0.6060
4	.42	0.3363
5	.80	0.2420
6	1.95	0.0543
7	1.13	0.3992
8	2.29	0.2356
9	1.63	0.2003
10	1.86	0.0645

จากตารางที่ 4.25 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบที่ผู้สอบสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการพัฒนาดัชนี ความซับซ้อนของข้อสอบในครั้งนี้มีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกในระดับที่ดี คือ ทุกข้อมีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกเป็นบวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีค่ามากกว่า +0.5 และไม่เกิน +2.5 ซึ่งหมายความว่า เป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกความสามารถของผู้สอบได้ดี ผู้สอบที่มีความสามารถสูงจะมีโอกาสทำข้อสอบถูก ได้สูง และผู้สอบที่มีความสามารถในระดับต่ำ ก็จะมีโอกาสในการทำข้อสอบถูกได้ต่ำ

เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างค่าพารามิเตอร์อำนาจ จำแนก และค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบผลสัมฤทธิ์ แล้วทดสอบความมี นัยสำคัญทางสถิติโดยสถิติทดสอบที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างค่าอำนาจ จำแนกของข้อสอบกับค่าดัชนีความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบมีค่าสูง คือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สันเท่ากับ -0.8152 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หมายความว่า ค่าดัชนี ความซับซ้อนของการคิดหาคำตอบสำหรับข้อสอบที่สร้างขึ้นนี้มีความสอดคล้องเป็นอย่างยิ่งในทิศทางที่ ตรงกันข้ามกับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบ แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบที่มีความซับซ้อนในการ คิดน้อย (มีค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบสูง) เป็นข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกต่ำ และเมื่อ ข้อสอบมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น (ค่าดัชนีความซับซ้อนของข้อสอบมีค่าน้อยลง) เป็นข้อสอบที่มีค่า พารามิเตอร์อำนาจจำแนกสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย