

บทที่ 4

ผลการวิจัย

บทนี้เป็นการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา โดยแบ่งการเสนอผล เป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 การอธิบายความหมายของคำว่าสสาร ตอนที่ 2 การจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นสสาร และไม่ใช่สสาร และ ตอนที่ 3 การอธิบายเหตุผล การจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นสสาร และ ไม่ใช่สสาร นอกจากนี้ยังได้บรรจุบทสรุปประจำบทไว้ตอนท้ายอีกด้วย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การอธิบายความหมายของคำว่าสสาร

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยได้ยินคำว่า สสารหรือไม่ ถ้าเคยได้ยินให้อธิบาย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และมีมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งหมดเคยได้ยินจากการเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และอธิบายได้ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 เกือบทั้งหมดไม่เคยได้ยินคำว่า สสารมาก่อน มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพียง 1 คน ที่ตอบว่าเคยได้ยินคำว่า สสารจากการอ่านหนังสือความรู้รอบตัว จึงให้ความหมายของสสารได้ ส่วนผู้ที่เคยได้ยินจากแหล่งอื่น เช่น จากโทรทัศน์ และจากพี่ที่เรียนในชั้นสูงกว่าไม่ทราบความหมายใด ๆ เมื่อถามว่าเคยได้ยินคำว่า วัตถุหรือไม่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เกือบทั้งหมด และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 บางส่วน เคยได้ยิน จึงถามให้อธิบายความหมายของสสารในเทอมของคำว่า วัตถุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่เคยได้ยินคำว่าสสาร และวัตถุ ผู้สัมภาษณ์จะถามว่าเคยได้ยินคำว่า สิ่งของ หรือไม่ ทุกคนตอบว่าเคยได้ยิน จึงให้อธิบายความหมายของสสารในเทอมของคำว่าสิ่งของ ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความหมายของคำว่าสสาร (หรือ วัตถุ หรือสิ่งของ) ได้ดังตาราง 3 คำตอบของนักเรียนอาจแบ่งได้หลายลักษณะดังนี้

ตาราง 2

เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนแต่ละระดับชั้นที่ให้ความหมายของสสารในเทอมของ
คำว่า สสาร วัตถุ และสิ่งของ

เทอมต่าง ๆ ของ	ระดับชั้น			
	1	3	5	7*
คำว่าสสาร	1	3	5	7*
สสาร	0	1	20	20
วัตถุ	9	19	0	0
สิ่งของ	11	0	0	0

* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1) อธิบายความหมายโดยการยกตัวอย่าง คำตอบประเภทนี้ปรากฏในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 5 (อายุ 6-11 ปี) เท่านั้น โดยเฉพาะชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 จะปรากฏมากกว่า ตัวอย่างของสสารที่นักเรียนยกมาประกอบ คือ โต๊ะ เก้าอี้ หนังสือ พลาสติก วิทยุ ตู้เย็น มิด ช้อน ช้อม เป็นต้น

2) อธิบายความหมายโดยการระบุหน้าที่ คำตอบประเภทนี้มีปรากฏในนักเรียนทุกกลุ่ม แต่จะปรากฏมากที่สุดในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยนักเรียนจะบอกว่า สสาร (วัตถุ หรือสิ่งของ) หมายถึงสิ่งที่ใช้ประโยชน์ได้ เช่น ใช้กินได้ ใช้ปรุงอาหารได้ ใช้ทำงานได้ ใช้เล่นได้ เป็นต้น

3) อธิบายโดยอาศัยโครงสร้าง คำตอบประเภทนี้จะพบในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (อายุ 6-7 ปี) เท่านั้น นักเรียนอธิบายว่า วัตถุ หรือสิ่งของคือ บางสิ่งบางอย่างที่มนุษย์สร้างขึ้น ของใช้ที่ทำจากกระป๋อง ของที่เกิดจากธรรมชาติ

ตาราง 3

เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้นที่อธิบายความหมายของสสารลักษณะต่าง ๆ

คำอธิบายความหมายของสสาร	ระดับชั้น			
	1	3	5	7*
โดยการยกตัวอย่าง:	35	50	20	0
โดยการบอกหน้าที่:	40	10	5	5
โดยอาศัยโครงสร้าง:	5	0	0	0
โดยอาศัยคุณสมบัติ:				
1) มีความแข็ง จับต้องได้ มีตัวตน	10	15	85	55
2) สภาวะ (แข็ง เหลว ผง ก๊าซ)	5	10	0	15
3) น้ำหนัก และ/หรือ ปริมาตร	0	0	65	70
อื่น ๆ:	5	35	0	15

* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4) อธิบายโดยอาศัยคุณสมบัติ คำตอบประเภทนี้จะพบในนักเรียนทุกกลุ่ม แต่จะปรากฏมากในนักเรียนระดับชั้นสูง ๆ ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไป

(อายุ 10-13 ปี) และสามารถแยกคำตอบได้เป็น 3 กลุ่มย่อย คือ

(1) สมบัติเฉพาะ เช่น มีความแข็ง มีความหนัก มีตัวตน สัมผัสได้ จับต้องได้ มองเห็นได้ มีรูปร่างที่แน่นอน เป็นต้น

(2) สภาวะ เช่น เป็นของแข็ง เป็นผง เป็นก๊าซ เป็นของเหลว เป็นต้น

(3) สมบัติด้านน้ำหนัก และ/หรือ ปริมาตร เช่น มีน้ำหนัก มีมวล ต้องการที่อยู่

สำหรับกรณีสุดท้าย ปรากฏว่ามีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง 65% และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 70% ที่ตอบเช่นนี้ อย่างไรก็ตามนักเรียนเหล่านี้ยังอธิบายความหมายของสสารโดยระบุสมบัติเฉพาะอีกด้วย เช่น อธิบายว่า "สสารหมายถึง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา มีน้ำหนัก ต้องการที่อยู่ สัมผัสได้ จับต้องได้ และสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า" เป็นต้น

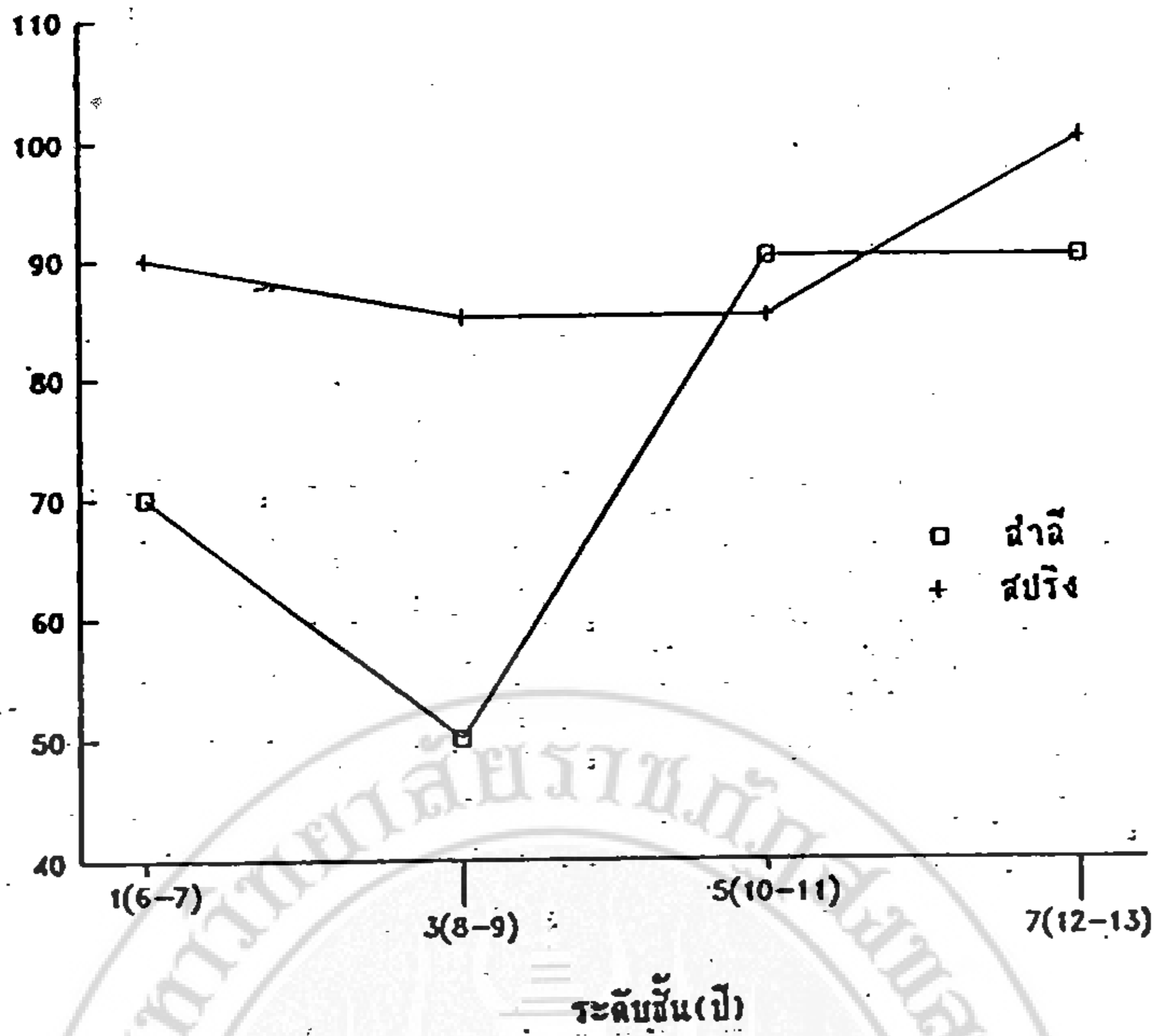
5) อธิบายแบบอื่น ๆ คำตอบประเภทนี้จะพบในนักเรียนทุกเกือบกลุ่ม เช่น บอกว่า สสาร เป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต สิ่งเคลื่อนไหวไม่ได้ สิ่งของใหญ่ ๆ เป็นต้น

การจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นสสาร และไม่ใช้สสาร

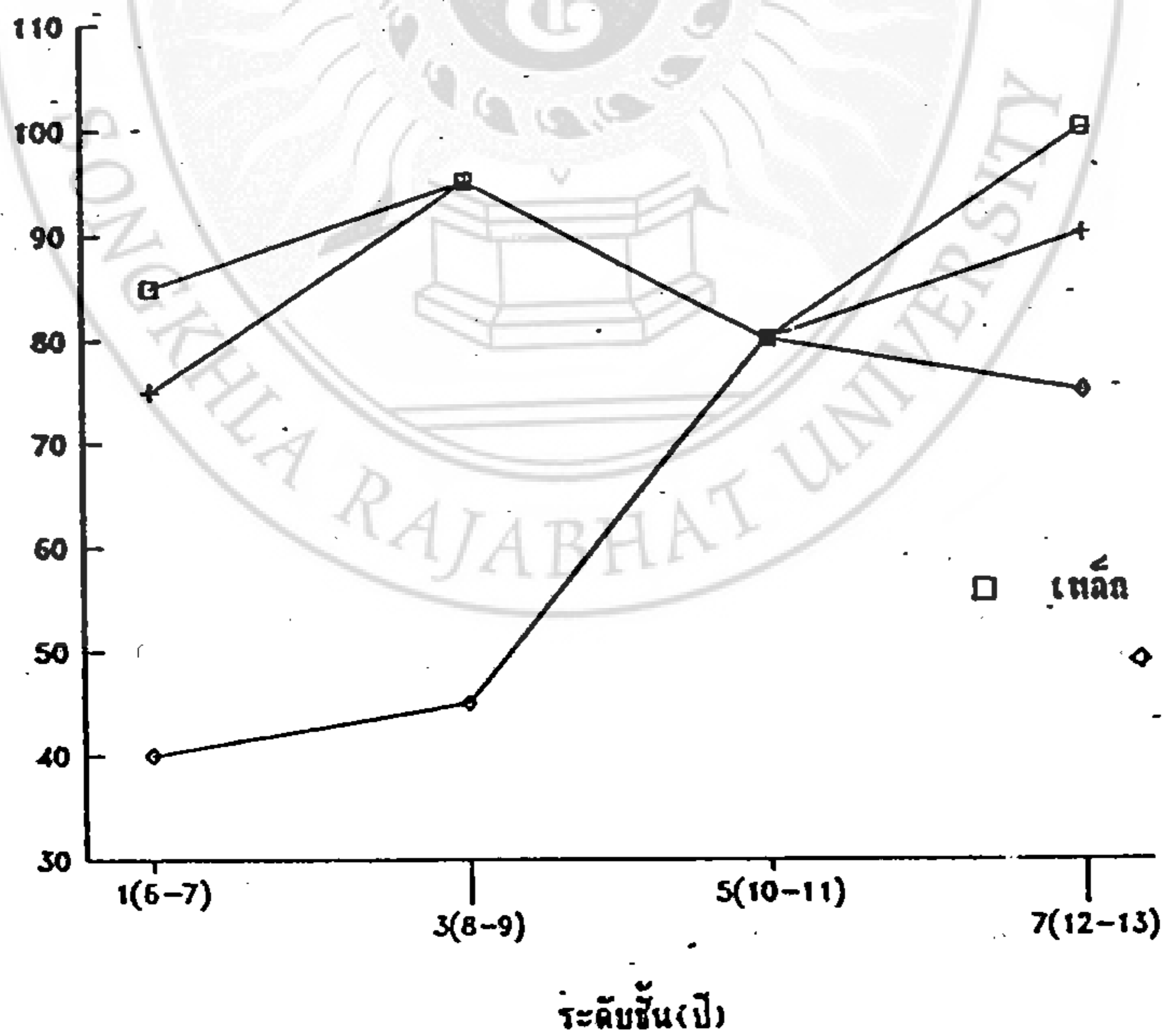
นักเรียนจะถูกถามให้ชี้บ่งว่าสิ่งที่มีผู้สัมภาษณ์นำมาให้ดู (มีทั้งที่เป็นสสาร และไม่ใช้สสาร) เป็นสสาร (วัตถุ หรือสิ่งของ) หรือไม่ เพราะเหตุใด ปรากฏผลดังนี้

จากภาพ 4 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 70% (14 คน) ตอบว่าสำลีเป็นสสาร และ 90% (18 คน) ตอบว่า ลวดสปริงเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50% (10 คน) ตอบว่า สำลีเป็นสสาร และ 85% (17 คน) ตอบว่า ลวดสปริงเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 90% (18 คน) ตอบว่า สำลีเป็นสสาร และ 85% (17 คน) ตอบว่า ลวดสปริงเป็นสสาร และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90% (18 คน) ตอบว่า สำลีเป็นสสาร และ 100% (20 คน) ตอบว่า ลวดสปริงเป็นสสาร

จากภาพ 5 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 85% (17 คน) ตอบว่าเหล็กเป็นสสาร 75% (15 คน) ตอบว่า ไม้เป็นสสาร และ 40% (8 คน) ตอบว่าน้ำแข็งเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 95% (19 คน) ตอบว่า เหล็กเป็นสสาร 95% (19 คน) ตอบว่า ไม้เป็นสสาร และ 45% (9 คน) ตอบว่า น้ำแข็งเป็นสสาร นักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 80%



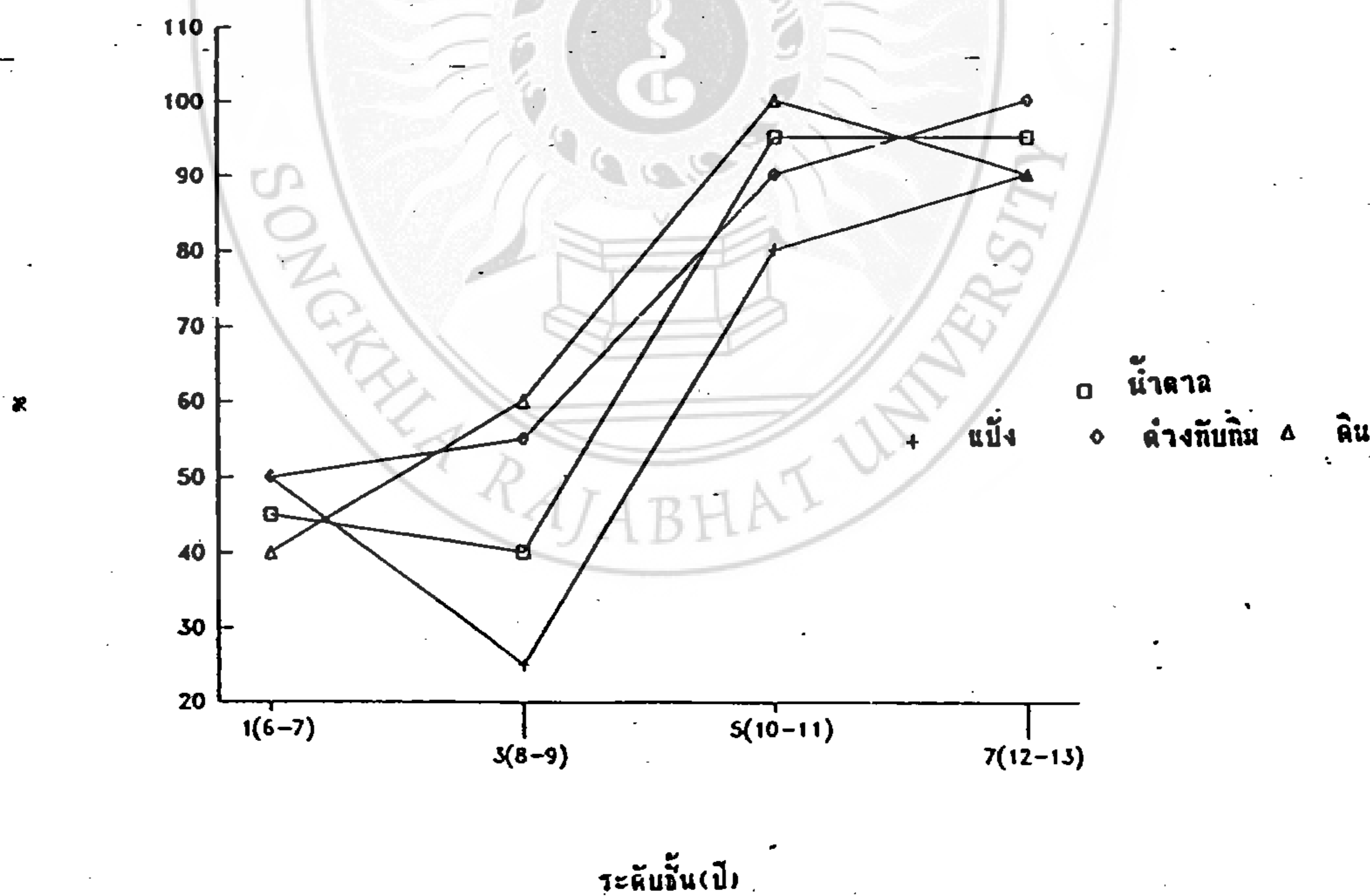
ภาพ 4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ จำนวนของแข็งที่มีรูปทรงไม้แน่นอนชนิดต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร



ภาพ 5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ จำนวนของแข็งที่มีรูปทรงแน่นอนชนิดต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

(16 คน) ตอบว่า เหล็กเป็นสสาร 80% (16 คน) ตอบว่า ไม้เป็นสสาร และ 80% (16 คน) ตอบว่า น้ำแข็งเป็นสสาร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 100% (20 คน) ตอบว่า เหล็กเป็นสสาร 90% (18 คน) ตอบว่า ไม้เป็นสสาร และ 75% (15 คน) ตอบว่า น้ำแข็งเป็นสสาร

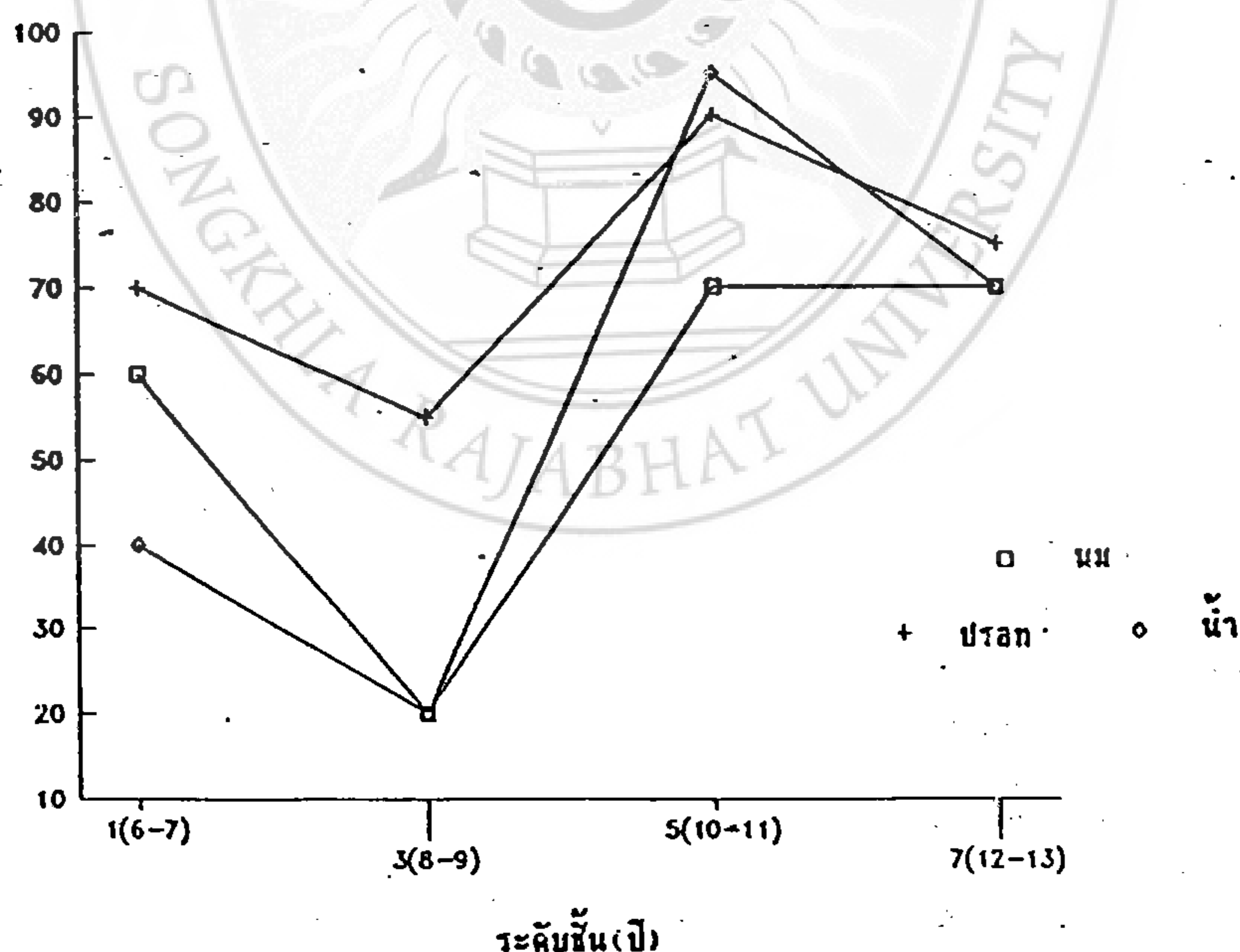
จากภาพ 6 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45% (9 คน) ตอบว่า น้ำตาลเป็นสสาร 50% (10 คน) ตอบว่า แป้งเป็นสสาร 50% (10 คน) ตอบว่า ด่างทับทิมเป็นสสาร และ 40% (8 คน) ตอบว่า ดินเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40% (8 คน) ตอบว่า น้ำตาลเป็นสสาร 25% (5 คน) ตอบว่า แป้งเป็นสสาร 55% (11 คน) ตอบว่า ด่างทับทิมเป็นสสาร และ 60% (12 คน) ตอบว่า ดินเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 95% (19 คน) ตอบว่า น้ำตาลเป็นสสาร 80% (16 คน) ตอบว่า แป้งเป็น



ภาพ 6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ จำนวนของสิ่งที่ เป็นผงชนิดต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

สสาร 90% (18 คน) ตอบว่า ต่างทับทิมเป็นสสาร และ 100% (20 คน) ตอบว่าดินเป็นสสาร และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 95% (19 คน) ตอบว่า น้ำตาลเป็นสสาร 90% (18 คน) ตอบว่า แป้งเป็นสสาร 100% (20 คน) ตอบว่า ต่างทับทิมเป็นสสาร และ 90% (18 คน) ตอบว่าดินเป็นสสาร

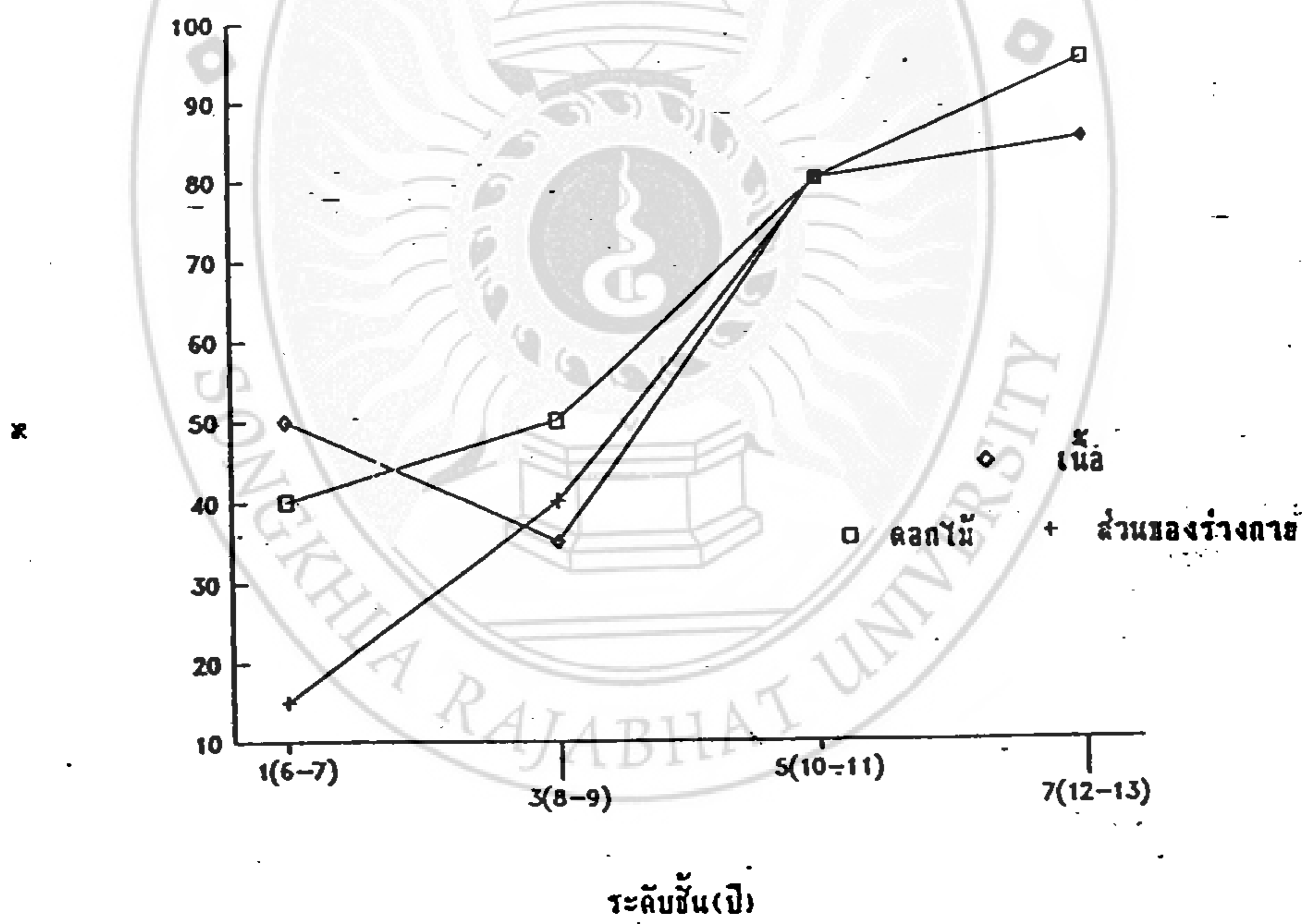
จากภาพ 7 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60% (12 คน) ตอบว่านมเป็นสสาร 70% (14 คน) ตอบว่าปรอทเป็นสสาร และ 40% (8 คน) ตอบว่า น้ำเป็นสสาร นักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 20% (4 คน) ตอบว่า นมเป็นสสาร 55% (11 คน) ตอบว่า ปรอทเป็นสสาร และ 20% (4 คน) ตอบว่า น้ำเป็นสสาร นักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 70% (14 คน) ตอบว่า นมเป็นสสาร 90% (18 คน) ตอบว่า ปรอทเป็นสสาร และ 95% (19 คน) ตอบว่า น้ำเป็นสสาร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 70% (14 คน) ตอบว่า นมเป็นสสาร 75% (15 คน) ตอบว่า ปรอทเป็นสสาร และ 70% (14 คน) ตอบว่า น้ำเป็นสสาร



ภาพ 7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ

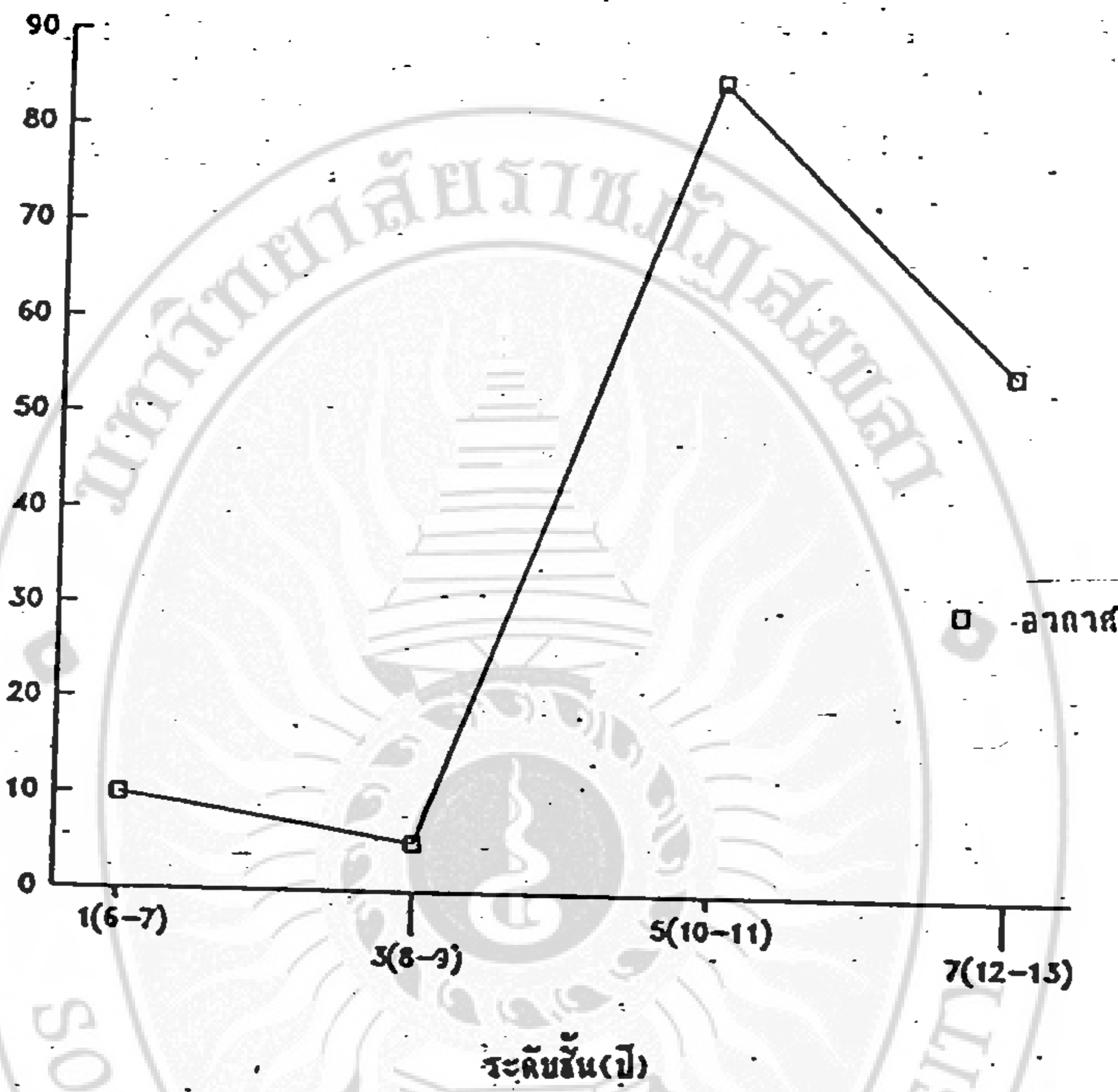
จำนวนของเหลวชนิดต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

จากภาพ 8 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40% (8 คน) ตอบว่า ดอกไม้เป็นสสาร 15% (3 คน) ตอบว่า ส่วนของร่างกายเป็นสสาร และ 50% (10 คน) ตอบว่า เนื้อสัตว์เป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50% (10 คน) ตอบว่า ดอกไม้เป็นสสาร 40% (8 คน) ตอบว่า ส่วนของร่างกายเป็นสสาร และ 35% (7 คน) ตอบว่า เนื้อสัตว์เป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80% (16 คน) ตอบว่า ดอกไม้เป็นสสาร 80% (16 คน) ตอบว่า ส่วนของร่างกายเป็นสสาร และ 80% (16 คน) ตอบว่า เนื้อสัตว์เป็นสสาร และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 95% (19 คน) ตอบว่า ดอกไม้เป็นสสาร 85% (17 คน) ตอบว่า ส่วนของร่างกายเป็นสสาร และ 85% (17 คน) ตอบว่า เนื้อสัตว์เป็นสสาร



ภาพ 8 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ จำนวนวัสดุวิภาพต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

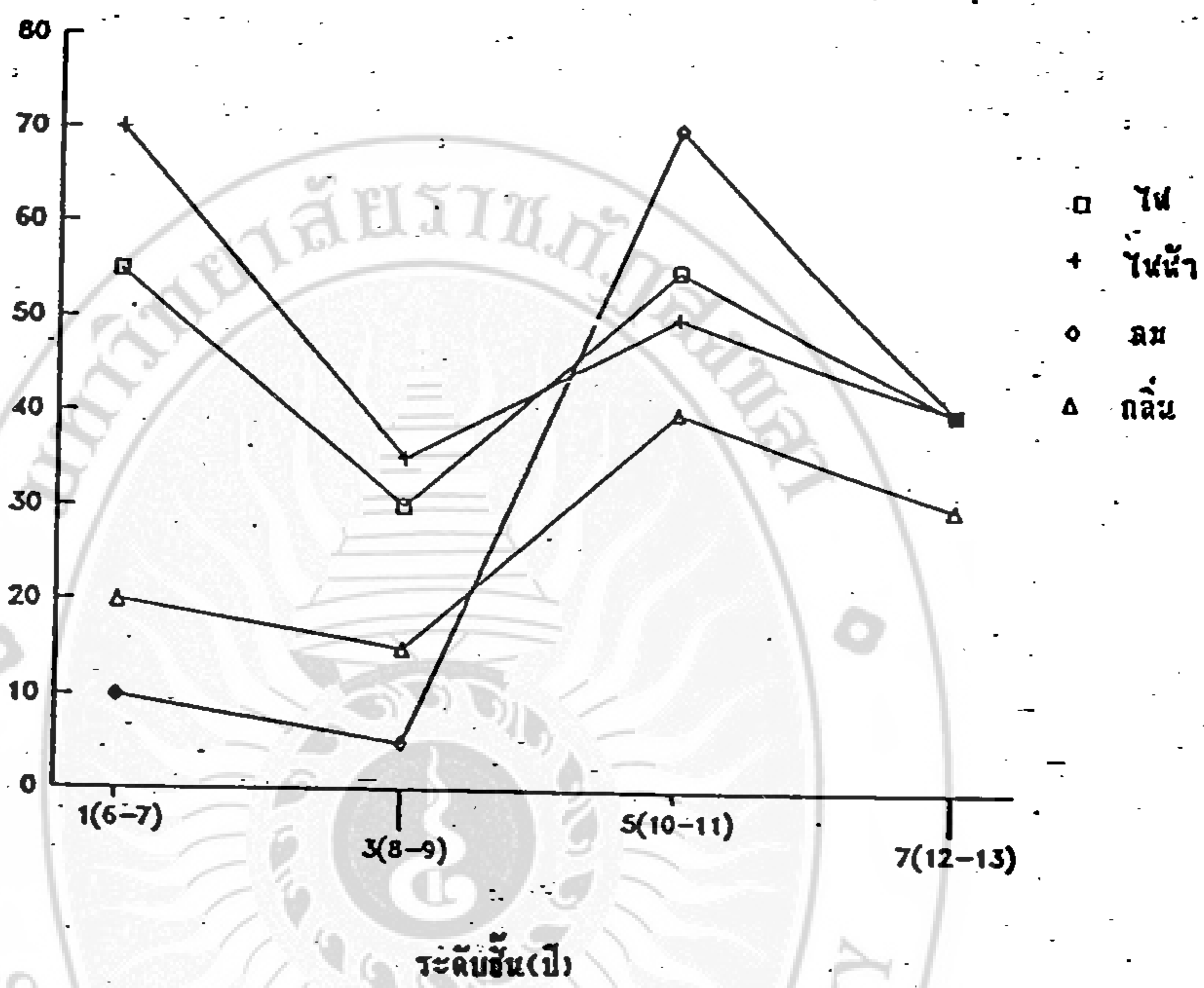
จากภาพ 9 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10% (2 คน) ตอบว่า
 อากาศเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5% (1 คน) ตอบว่า
 อากาศเป็นสสาร นักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 85% (17 คน) ตอบว่า
 อากาศเป็นสสาร และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 55% (11 คน)
 ตอบว่า อากาศเป็นสสาร



ภาพ 9 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ
 จำนวนที่กล่าวว่าเป็น สสาร

จากภาพ 10 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 55% (11 คน)
 ตอบว่า ไฟเป็นสสาร 70% (14 คน) ตอบว่า ไฟฟ้าเป็นสสาร 10% (2 คน)
 ตอบว่า ลมเป็นสสาร และ 20% (4 คน) ตอบว่า กลิ่นเป็นสสาร นักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30% (6 คน) ตอบว่า ไฟเป็นสสาร 35% (7 คน)
 ตอบว่า ไฟฟ้าเป็นสสาร 5% (1 คน) ตอบว่า ลมเป็นสสาร และ 15% (3 คน)
 ตอบว่า กลิ่นเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 55% (11 คน) ตอบ

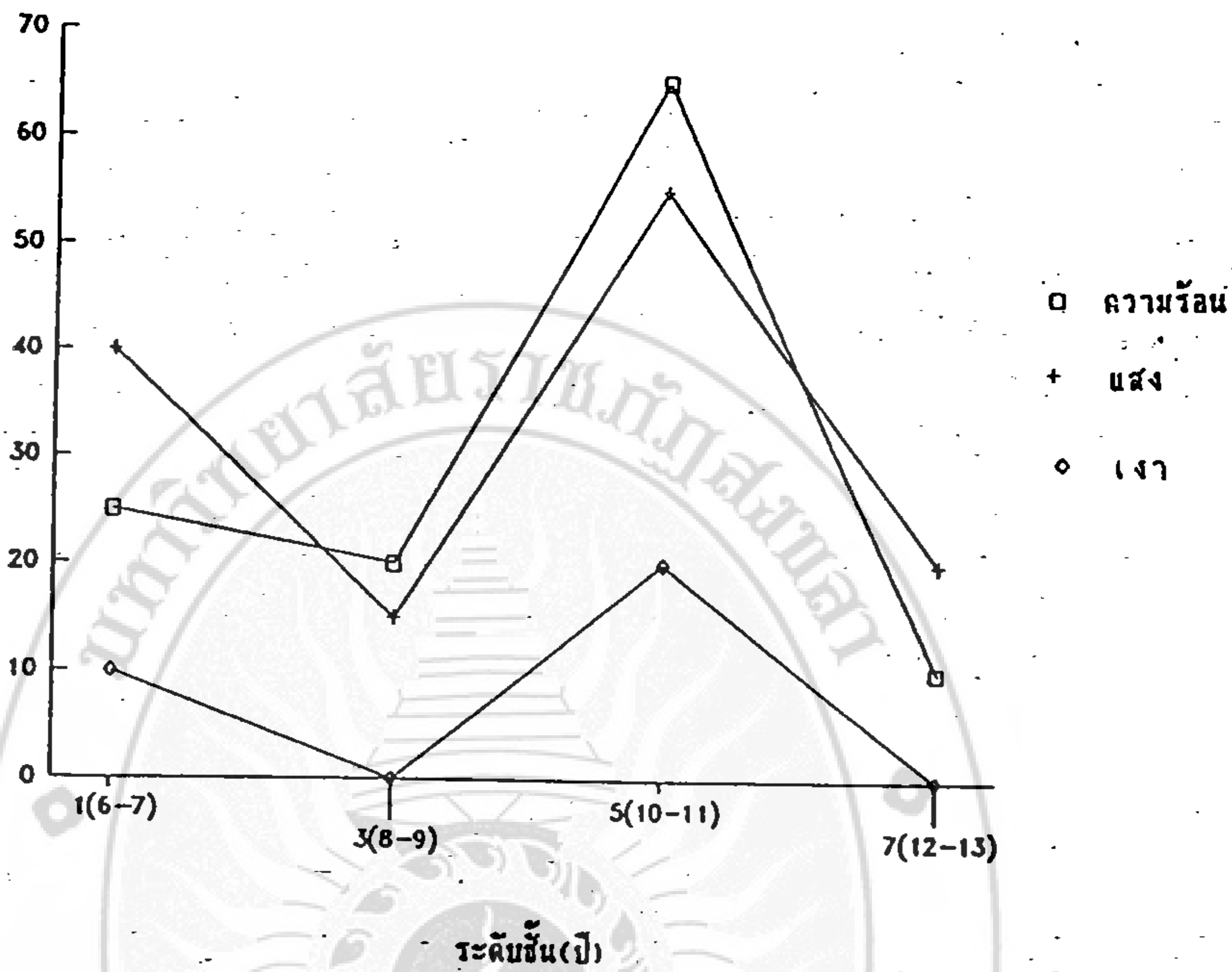
ว่า ไฟเป็นสสาร 50% (10 คน) ตอบว่า ไฟฟ้าเป็นสสาร 70% (14 คน) ตอบว่า ลมเป็นสสาร และ 40% (8 คน) ตอบว่า กลิ่นเป็นสสาร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40% (8 คน) ตอบว่า ไฟเป็นสสาร 40% (8 คน) ตอบว่า ไฟฟ้าเป็นสสาร 40% (8 คน) ตอบว่า ลมเป็นสสาร และ 30% (5 คน) ตอบว่า กลิ่นเป็นสสาร



ภาพ 10 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ จำนวนสิ่งที่สัมพันธ์กับสสารชนิดต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

จากภาพ 11 มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 25% (5 คน) ตอบว่า ความร้อนเป็นสสาร 40% (8 คน) ตอบว่า แสงเป็นสสาร และ 10% (2 คน) ตอบว่า เงาเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20% (4 คน) ตอบว่า ความร้อนเป็นสสาร 15% (3 คน) ตอบว่า แสงเป็นสสาร และ 0% (0 คน) ตอบว่า เงาเป็นสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 65% (13 คน) ตอบว่า ความร้อนเป็นสสาร 55% (11 คน) ตอบว่าแสงเป็นสสาร และ 20%

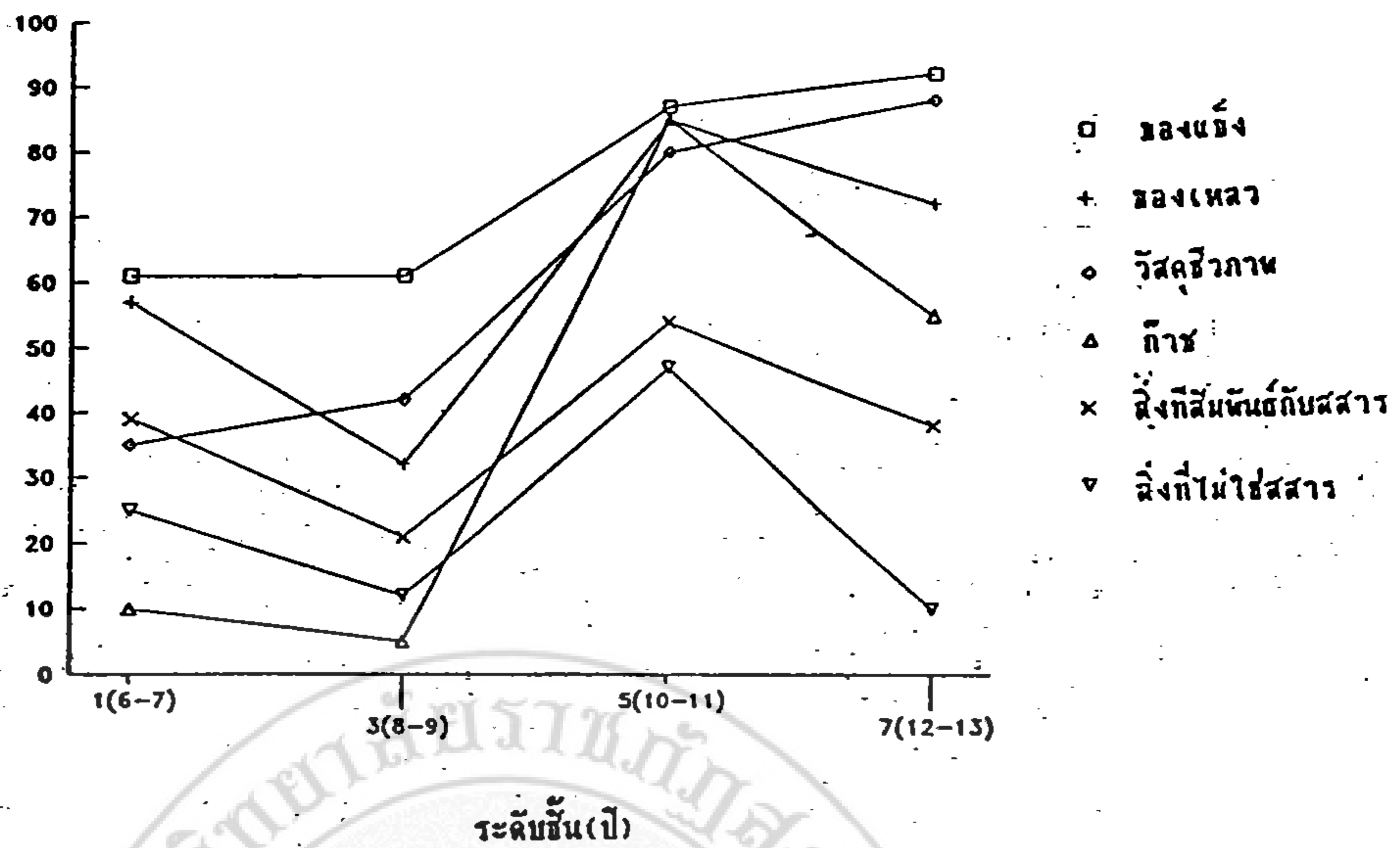
(4 คน) ตอบว่า เงินเป็นสสาร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10% (2 คน) ตอบว่า ความร้อนเป็นสสาร 20% (4 คน) ตอบว่า แสงเป็นสสาร และ 0% (0 คน) ตอบว่า เงินเป็นสสาร



ภาพ 11 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ

จำนวนสิ่งที่ไม่ใช่สสารชนิดต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

จากภาพ 12 กล่าวโดยรวมมีนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1, 3 และ 5 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 61, 61, 87 และ 92% ตามลำดับ. ตอบว่า ของแข็งเป็นสสาร จำนวน 57, 32, 85 และ 72% ตามลำดับ. ตอบว่าของเหลวเป็นสสาร จำนวน 35, 42, 80 และ 88% ตามลำดับ. ตอบว่าวัสดุชีวภาพเป็นสสาร จำนวน 10, 5, 85 และ 55% ตามลำดับ. ตอบว่าก๊าซเป็นสสาร จำนวน 39, 21, 54 และ 38% ตามลำดับ. ตอบว่าสิ่งที่สัมพันธ์กับสสารเป็นสสาร และจำนวน 25, 12, 47 และ 10% ตามลำดับ. ตอบว่าสิ่งที่ไม่ใช่สสารเป็นสสาร



ภาพ. 12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นต่าง ๆ จำแนกสิ่งต่าง ๆ ว่าเป็น สสาร

จากตาราง 4 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (อายุ 6-13 ปี) จัดสิ่งต่าง ๆ เป็นสสารเรียงตามลำดับ ดังนี้ ขอบแข็ง (76.63%; ลำดับของขอบแข็งคือ ขอบแข็งที่มีรูปทรงไม่แน่นอน 82.50%, ขอบแข็งที่มีรูปทรงแน่นอน 78.33%, และ ขอบแข็งที่เป็นผง 69.06%) ขอบเหลว และ วัสดุชีวภาพ (61.25%) ก๊าซ (38.75%) สิ่งที่มีพันธุกรรมกับสสาร (37.81%) และสิ่งที่ไม่ใช่สสาร (23.33%)

การอธิบายเหตุผลการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นสสาร และ ไม่ใช่สสาร

1) ขอบแข็งที่มีรูปทรงไม่แน่นอน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่บอกเหตุผลที่คิดว่าสสาร โดยการระบุหน้าที่ และประโยชน์เป็นหลัก เช่น ใช้ขีดแผลได้ ใช้งานได้ แต่ให้เหตุผลหลากหลายว่าลวดสปริงเป็นสสาร เช่น บอกว่า เป็นเหล็ก ยืดได้ ใช้งานได้ มีลักษณะแข็ง นักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตาราง 4

เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้นที่จำแนกสิ่งต่าง ๆ ว่าเป็นสสาร

สิ่งที่จำแนก	ระดับชั้น				รวม	เฉลี่ย	
	1	3	5	7*			
<u>ของแข็ง</u>							
รูปทรงไม้แน่นอน	สาส์	70	50	90	90	75.00	
	ลวดสปริง	90	85	85	100	90.00	82.50
รูปทรงแน่นอน	เหล็ก	85	95	80	100	90.00	
	ไม้	75	95	80	90	85.00	78.33
ผง	น้ำแข็ง	40	45	80	75	60.00	
	น้ำตาล	45	40	95	95	68.75	
	แป้ง	50	25	80	90	61.25	
	ต่างทับทิม	50	55	90	100	73.75	69.06
	ดิน	40	60	100	90	72.50	
<u>ของเหลว</u>							
	นม	60	20	70	70	55.00	
	ปรอท	70	55	90	75	72.50	61.25
	น้ำ	40	20	95	70	56.25	
<u>วัสดุชีวภาพ</u>							
	ดอกไม้	40	50	80	95	66.25	
	ส่วนของร่างกาย	15	40	80	85	55.00	61.25
	เนื้อสัตว์	50	35	80	85	62.50	
<u>ก๊าซ</u>							
	อากาศ	10	5	85	55	38.75	38.75

* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

(ตาราง 4 ต่อ)

สิ่งที่จำแนก	ระดับชั้น				รวม	เฉลี่ย
	1	3	5	7*		
สิ่งที่สัมพันธ์กับสสาร:						
ไฟ	55	30	55	40	45.00	
ไฟฟ้า	70	35	50	40	48.75	37.81
ลม	10	5	70	40	31.25	
กลิ่น	20	15	40	30	26.25	
สิ่งที่ไม่ใช่สสาร:						
ความร้อน	25	20	65	10	30.00	
แสง	40	15	55	20	32.50	23.33
เงา	10	0	20	0	7.50	

* ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปีที่ 3 เริ่มให้เหตุผลในเทอมของสมบัติมากขึ้น และให้เหตุผลว่า ลวดสปริงเป็นสสารหลากหลายเช่นเดียวกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ให้เหตุผลในเทอมของสมบัติเป็นเกณฑ์ เช่น สามารถสัมผัสได้ จับต้องได้ ต้องการที่อยู่ มีน้ำหนัก มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 หลายคนที่ไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงคิดว่า สำลี้ และ ลวดสปริงเป็นสสาร

เหตุผลที่นักเรียนคิดว่าสำลี้ไม่ใช่สสาร เพราะว่า ไม่นึก นิม ส่วนบางคนก็ตอบเหตุผลไม่ได้ สำหรับนักเรียนที่คิดว่าลวดสปริงไม่ใช่สสารนั้นบอกเหตุผลไม่ได้

2) **ของแข็งที่มีรูปทรงแน่นอน** นักเรียนในระดับชั้นต้น ๆ โดยเฉพาะชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่คิดว่าของแข็งที่มีรูปทรงแน่นอน (ยกเว้นเหล็ก) เป็นสสารส่วนใหญ่จะอธิบายโดยการระบุน้ำหนัก และประโยชน์เป็นหลัก เช่น บอกว่า เพราะกินได้ ทำเป็นของเล่นได้ สำหรับเหล็กนั้น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะให้เหตุผลแตกต่างกันหลากหลาย แต่ส่วนใหญ่จะระบุสมบัติ เช่น มีความแข็ง ส่วนการให้เหตุผลว่าของแข็งที่มีรูปทรงแน่นอนเป็นสสารโดยการระบุสมบัติของสิ่งนั้น ๆ เช่น เป็นของแข็ง สัมผัสได้ มีน้ำหนัก มองเห็นได้ จะเริ่มปรากฏในเด็กตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นต้นไป แต่จะปรากฏมากที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (เกือบ 100%) แต่มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-5 จำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมเขาจึงคิดว่า เหล็ก ไม้ และน้ำแข็งเป็นสสาร

สำหรับเหตุผลที่นักเรียนบางคนตอบว่าของแข็งที่มีรูปทรงแน่นอนไม่ใช่สสาร คือ ไม้หนัก (ไม้) ละลายได้ (น้ำแข็ง) ส่วนผู้ที่ตอบว่าเหล็กไม่ใช่สสารนั้นไม่สามารถจะให้เหตุผลได้ว่าเพราะอะไร

3) **ของแข็งที่เป็นผง** นักเรียนในระดับชั้นต่ำ ๆ โดยเฉพาะชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ตอบว่าของแข็งที่เป็นผงเป็นสสาร ส่วนใหญ่ จะบอกเหตุผลโดยการระบุน้ำหนัก หรือประโยชน์ของสิ่งนั้น ๆ เช่น กินได้ (น้ำตาล) ใช้ทำงานได้ (ด่างทับทิม และ แป้ง) ส่วนนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แม้ว่าจะยังให้เหตุผลโดยการระบุน้ำหนัก หรือประโยชน์ แต่ก็เริ่มให้เหตุผลโดยการระบุลักษณะและคุณสมบัติกันมากขึ้น เช่น ต้องการที่อยู่ สัมผัสได้ จับต้องได้ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีน้ำหนัก เป็นของแข็ง ส่วนนักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น คือตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไป ส่วนใหญ่ โดยเฉพาะชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกือบ 100% จะบอกเหตุผลที่คิดว่าของแข็งที่เป็นผงเป็นสสารโดยการระบุสมบัติ และลักษณะของสิ่งนั้น ๆ เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนใหญ่จะระบุว่า เพราะสามารถสัมผัสได้ จับต้องได้ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีน้ำหนัก ต้องการที่อยู่ แต่มีนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 1-5 อีกไม่น้อยที่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ว่าทำไมเขาจึงคิดว่า น้ำตาล ต่างกับทิม และดิน เป็นสสาร

สำหรับเหตุผลที่นักเรียนจำแนกของแข็งที่เป็นผงว่าไม่ใช่สสาร คือ มีลักษณะ เป็นเม็ดเล็ก ๆ (น้ำตาล) ผง (แป้ง) ไม่แข็ง (แป้ง) ไม่หนัก (แป้ง) ใช้ทำเป็น สิ่งของไม่ได้ (ดิน) แต่ก็มีนักเรียนหลายคนที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมเขาจึง คิดว่าของแข็งที่เป็นผงไม่ใช่สสาร

4) ของเหลว นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่บอกเหตุผลที่ คิดว่าของเหลวเป็นสสาร โดยการระบุน้ำที่ และประโยชน์เป็นหลัก เช่น กินได้ ใช้วัดไข้ได้ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เริ่มให้เหตุผลกันหลากหลาย มีทั้ง ระบุน้ำที่ สมบัติ โครงสร้าง และอื่น ๆ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่จะบอกเหตุผลโดยการระบุสมบัติเป็นเกณฑ์ เช่น ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ จับต้องได้ เป็นของเหลว มีน้ำหนัก มีนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1-5 หลายคนที่ไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงคิดว่า นม พรอท และ น้ำเป็นสสาร และมีนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน ที่ไม่สามารถตอบ ได้ว่าทำไมจึงคิดว่าน้ำเป็นสสาร

สำหรับเหตุผลที่นักเรียนคิดว่าของเหลวไม่ใช่สสาร คือ มีลักษณะเหลว เป็น น้ำ เบา ละลายได้ แต่ก็มีบางคนตอบเหตุผลไม่ได้

5) วัสดุชีวภาพ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่บอกเหตุผลที่ คิดว่าวัสดุชีวภาพเป็นสสาร โดยการระบุน้ำที่ และประโยชน์เป็นหลัก เช่น ใช้ ประดับ ใช้หีบจับสิ่งของ มีส่วนน้อยระบุโดยบอกสมบัติ เช่น หนัก มีลักษณะเป็น ก้อน นักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นต้นไป โดยเฉพาะชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่เริ่มบอกเหตุผลโดยอาศัยสมบัติเป็นเกณฑ์ เช่น จับต้องได้ แข็ง มีน้ำหนัก มองเห็นได้ มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-5 หลายคนที่ไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงคิดว่า ดอกไม้เป็นสสาร และนักเรียนชั้นประ เถมศึกษาปีที่ 3, 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถตอบได้ว่าทำไม

จึงคิดว่าส่วนของร่างกายเป็นสสาร และมีเพียงนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพียง 1 คน ที่บอกเหตุผลไม่ได้ว่าทำไมจึงคิดว่า เนื้อสัตว์เป็นสสาร

สำหรับเหตุผลที่นักเรียนคิดว่าวัสดุชีวภาพไม่ใช่สสารคือ เป็นของไม่หนัก ไม่เหมือนสิ่งของ หนัก แต่บางคนก็ตอบเหตุผลไม่ได้

6) ก๊าซ มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพียง 2 คน จาก 20 คน ที่คิดว่าอากาศเป็นสสาร และบอกเหตุผลโดยการระบุหน้าที่ และประโยชน์เป็นหลัก คือ ใช้หายใจได้ และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพียง 1 คน จาก 20 คน ที่คิดว่าอากาศเป็นสสาร และให้เหตุผลโดยการระบุคุณสมบัติ คือสามารถสัมผัสได้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ที่คิดว่าอากาศเป็นสสาร ให้เหตุผลโดยการระบุคุณสมบัติ เช่น สามารถสัมผัสได้ ต้องการที่อยู่ เป็นก๊าซ และมีน้ำหนัก ไม่มีใครในกลุ่มนี้ที่คิดว่าอากาศเป็นสสารแล้วบอกเหตุผลไม่ได้

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่ที่คิดว่าอากาศไม่ใช่สสาร บอกเหตุผลว่า เพราะมองไม่เห็น ไม่หนัก ไม่มีตัวตน ไม่เป็นสิ่งของ และมีนักเรียนเหล่านี้หลายคนที่ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ ที่น่าสังเกตก็คือ มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 คน ที่ตอบว่าอากาศไม่ใช่สสาร เพราะว่าจับต้องไม่ได้ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน ที่ตอบว่าอากาศไม่ใช่สสาร เพราะไม่มีน้ำหนัก และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มละ 1 คน ที่ตอบว่าอากาศไม่ใช่สสาร เพราะไม่มีตัวตน

7) สิ่งที่มีสัมพันธ์กับสสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ส่วนใหญ่ตอบว่าสิ่งที่มีสัมพันธ์กับสสารเป็นสสารโดยการระบุหน้าที่ และประโยชน์เป็นหลัก เช่น ให้แสงได้ ใช้บูชาพระ (ไฟ) ช่วยให้รู้สึกเย็น ช่วยให้ตัวมีกลิ่นหอม มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวนมาก และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 บางคน ที่คิดว่าไฟ และ ไฟฟ้าเป็นสสาร แต่บอกเหตุผลไม่ได้ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ให้เหตุผลในเทอมของสมบัติ เช่นบอกว่า ไฟ

เป็นสสาร เพราะว่ามีที่อยู่ จับต้องได้ มองเห็นได้ เป็นก๊าซ ไฟฟ้าเป็นสสาร เพราะต้องการที่อยู่ สัมผัสได้ เป็นอิเล็กตรอน ลมเป็นสสาร เพราะว่าเป็นก๊าซ สัมผัสได้ เป็นอากาศ มีน้ำหนัก กลิ่นเป็นสสาร เพราะว่าเป็นก๊าซ ระเหยได้ เหมือนกับอากาศ มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวนน้อยที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมจึงคิดว่าไฟฟ้า และลมเป็นสสาร

ส่วนเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าสิ่งที่สัมพันธ์กับสสารไม่ใช่สสารก็คือ มองไม่เห็น ไม่มีตัวตน เหมือนอากาศ เบา ไม่ใช่สิ่งของ และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวนมากที่ไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงคิดว่าไฟ ไฟฟ้า ลม และกลิ่น ไม่ใช่สสาร มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน ที่ไม่ทราบว่าทำไมจึงคิดว่าลมไม่ใช่สสาร และ 1 คน ที่ไม่ทราบว่าทำไมกลิ่นจึงไม่ใช่สสาร

8) **สิ่งที่ไม่ใช่สสาร** นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ส่วนใหญ่ บอกว่าความร้อน และ แสงเป็นสสารโดยการระบุหน้าที่ และประโยชน์ เช่น ความร้อนเป็นสสารเพราะว่า ให้ความร้อน ช่วยให้ตัวอุ่น แสงเป็นสสารเพราะว่า ให้ความสว่าง เป็นไฟฟ้า แต่มีหลายคนที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมจึงคิดว่า ความร้อน แสง และเงาเป็นสสาร มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่ให้เหตุผลในเทอมของสมบัติ เช่น บอกว่า ความร้อนเป็นสสาร เพราะว่าจะแตะต้องได้ สัมผัสได้ ต้องการที่อยู่ แสงเป็นสสารเพราะว่ามองเห็นได้ ต้องการที่อยู่ สัมผัสได้ เงาเป็นสสาร เพราะว่ามันมองเห็นได้ สัมผัสได้ ต้องการที่อยู่ มีนักเรียนไม่น้อยที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมจึงคิดว่าความร้อน และ แสงเป็นสสาร

ส่วนเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าความร้อน แสง และ เงาไม่ใช่สสารก็คือ ไม่มีตัวตน ไม่มีน้ำหนัก จับต้องไม่ได้ เป็นพลังงาน ใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ มองไม่เห็น ไม่ใช่สิ่งของ ไม่ต้องการที่อยู่ และมีนักเรียนจำนวนมากที่บอกว่า ความร้อน แสง และเงาไม่ใช่สสารแต่ไม่สามารถบอกเหตุผลได้

สรุป

จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า

1. นักเรียนในระดับชั้นต่ำ ๆ (ประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3) ซึ่งไม่เคยผ่านการเรียนเรื่องสสารมาก่อนอธิบายความหมายของคำว่าสสารในเทอมของคำว่า วัตถุ และสิ่งของ โดยการบ่งบอกหน้าที่ และ ยกตัวอย่างประกอบ แม้ว่านักเรียนทุกระดับชั้นจะอธิบายความหมายของสสารโดยการบ่งบอกสมบัติ แต่จะปรากฏมากในนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไป ซึ่งเคยผ่านการเรียนเรื่องสสารในโรงเรียนมาแล้ว ในจำนวนนี้มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง 65 % และ มัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง 70 % ที่ให้ความหมายของสสารโดยการเชื่อมโยงกับสมบัติที่เกี่ยวกับน้ำหนัก และ/หรือปริมาตร ซึ่งเป็นสมบัติภายในของสสารที่เป็นที่ยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ไม่มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 คนใดที่ให้ความหมายในลักษณะดังกล่าว
2. นักเรียนในระดับชั้นต่ำ ๆ (ประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3) ซึ่งไม่เคยผ่านการเรียนเรื่องสสารมาก่อนมีความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสสารน้อยมาก กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้จะมีความคิดว่า ของแข็ง ของเหลว และวัสดุชีวภาพบางชนิด และ ก๊าซไม่ใช่สสาร แต่ไม่มีปัญหาในการจำแนกสิ่งที่ไม่ใช่สสารให้อยู่ในกลุ่มของสสาร ยกเว้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไป ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องสสารในโรงเรียนมาแล้วมีความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสสารมากขึ้นแตกต่างจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 อย่างเห็นได้ชัดเจน กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้จะมีความคิดว่า ของแข็ง ของเหลว วัสดุชีวภาพ และก๊าซ เป็นสสาร และจะไม่จำแนกสิ่งที่เป็นสสารให้อยู่ในกลุ่มที่ไม่ใช่สสาร ยกเว้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังมีปัญหาในการจำแนกของเหลว และก๊าซอยู่บ้าง จะอย่างไรก็ตาม พบว่านักเรียนในกลุ่มนี้ โดยเฉพาะชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลับมีปัญหาในการจำแนกสิ่งที่มีสัมพันธ์กับสสาร และสิ่งที่ไม่ใช่สสารมากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 กล่าวคือ มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน

มากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ที่คิดว่าสิ่งที่สัมพันธ์กับสสาร และสิ่งที่ไม่ใช่สสารเป็นสสาร แต่ปัญหานี้จะลดลงในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กล่าวคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนน้อยกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (แต่มากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3) ที่คิดว่า สิ่งที่เกี่ยวข้องกับสสารเป็นสสาร แต่ไม่มีปัญหาในการจำแนกสิ่งที่ไม่ใช่สสารให้อยู่ในกลุ่มที่จัดว่าเป็นสสาร

3. นักเรียนในระดับชั้นต่ำ ๆ (ประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3) ซึ่งไม่เคยผ่านการเรียนเรื่องสสารมาก่อนจะบอกเหตุผลที่คิดว่า ของแข็ง ของเหลว วัสดุชีวภาพ และอากาศเป็นสสาร โดยการระบุหน้าที่ และประโยชน์ของสิ่งนั้น ๆ เป็นหลัก นักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นไป นอกจากจะให้เหตุผลโดยการระบุหน้าที่แล้ว เขาเริ่มบอกเหตุผลโดยการระบุสมบัติของสิ่งนั้น ๆ มากขึ้น และภายในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไป นักเรียนเกือบทั้งหมดจะอธิบายเหตุผลที่คิดว่าสิ่งต่าง ๆ เป็นสสารโดยการระบุสมบัติของสิ่งนั้น ๆ เป็นเกณฑ์