

๑
514.072
๗ 5๗๒๓

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

การศึกษาความสามารถในการเรียนทอพอโลยี (Topology)
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปราโมทย์ ประเสริฐ

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาหาบัณฑิต

สิงหาคม 2516

49901

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติให้พิจารณาปริญญาฉบับนี้
แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิตของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้

..... ส.ท. วิชา..... ประธาน

..... ส.ท. วิชา..... กรรมการ

สิงหาคม 2516

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาทดลอง	4
สมมุติฐานของการศึกษาทดลอง	4
ความสำคัญของการศึกษาทดลอง	4
ประโยชน์ของการศึกษาทดลอง	4
ขอบเขตของการศึกษาทดลอง	5
ข้อตกลงเบื้องต้น	5
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	9
2. วิธีดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	17
กลุ่มตัวอย่าง	17
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	18
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	19
วิธีดำเนินการทดลอง	20
การวิเคราะห์ข้อมูล	21
3. ผลการทดลอง	22
ผลการเรียนทอปปิโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5	22
ผลการเรียนทอปปิโลยีของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์	
ทางกัน	23
เปรียบเทียบผลการเรียนทอปปิโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4	
และ 5	26

4. บทย่อ อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ	31
ความมุ่งหมายของการศึกษาทดลอง	31
กลุ่มตัวอย่าง	31
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	31
วิธีดำเนินการทดลอง	31
การวิเคราะห์ข้อมูล	31
ผลการทดลอง	32
อภิปรายผล	34
สรุปผลการทดลอง	35
ข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก.	41
ภาคผนวก ข.	42
ภาคผนวก ค.	62

12	ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบชุดที่ 1 จำแนกตามชั้น	42
13	ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบชุดที่ 2 จำแนกตามชั้น	42
14	ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบชุดที่ 3 จำแนกตามชั้น	43
15	ค่าสถิติพื้นฐานจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชุดรวมกัน จำแนกตามชั้น	43
16	แสดงค่า t -test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบชุดที่ 1 จำแนกตามชั้น	43
17	แสดงค่า t -test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบชุดที่ 2 จำแนกตามชั้น	44
18	แสดงค่า t -test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบชุดที่ 3 จำแนกตามชั้น	44
19	แสดงค่า t -test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบ 3 ชุดรวมกัน จำแนกตามชั้น	44

ในปัจจุบันความรู้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และวิชาการในแขนงต่าง ๆ ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ให้นักการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ได้ตระหนักว่าหลักสูตรวิชาต่าง ๆ ในชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาที่เป็นมาแต่เดิมไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและวิชาการในปัจจุบัน จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงวิธีสอนและเนื้อหาวิชาการต่าง ๆ ในชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาเสียใหม่ โดยเฉพาะทางด้านคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานของวิชาการแขนงต่าง ๆ เช่น ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยเหตุฉะนั้นจึงต้องปรับปรุงหลักสูตรและวิธีสอนคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความต้องการของโลก

คริสต์ศตวรรษที่ 20 นับได้ว่าเป็นศตวรรษเริ่มแรกแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Williams; 1967 : 38) หลังจากพิททาโกซเวียตัสเซีย สังเกตเพิ่มขึ้นไปในอวกาศ เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม ค.ศ. 1957 (Encyclopedia international; 1968 : 215) ทำให้รัฐบาลและประชาชนของประเทศต่าง ๆ ในกลุ่มตะวันตก รวมทั้งสหรัฐอเมริกาได้คิดว่าการจัดการศึกษาของตนไม่ทันกับเหตุการณ์ของโลกปัจจุบัน จึงได้เร่งปรับปรุงการศึกษาในประเทศของตน โดยเฉพาะการปรับปรุงการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

สหรัฐอเมริกามีการจัดตั้ง โครงการปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก (U.S. Department of Health, Education, and Welfare, อ้างจากกระทรวงศึกษาธิการ; 2509: 2.9-1 — 3.9.-3) แบ่งโครงการทดลองได้ 5 ประเภทดังนี้

1. โครงการทดลอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ชั้นอนุบาล ถึงเกรด 6
2. โครงการทดลอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่เกรด 7 ถึงเกรด 12
3. โครงการทดลอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ชั้นอนุบาล ถึงระดับมหาวิทยาลัย

4. โครงการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย

5. โครงการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในสถาบันการฝึกหัดครูประเทศต่าง ๆ ในยุโรปได้จัดตั้งโครงการปรับปรุงแก้ไขการสอนคณิตศาสตร์กันอย่างกว้างขวาง (A Report of Meeting of Expert; 1966 : 80 - 122) ฝรั่งเศส มีสมาคมชื่อ The "Association des Professeurs de Mathématiques" ได้เสนอหลักสูตรคณิตศาสตร์แผนใหม่ที่จะนำไปสอนกับนักเรียนอายุตั้งแต่ 5-13 ปี แก่คณะกรรมการร่างหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการฝรั่งเศสและได้รับอนุมัติให้นำไปทดลองใช้ได้

เยอรมัน ได้จัดตั้งศูนย์อบรมครูให้มีความรู้คณิตศาสตร์แผนใหม่เพื่อเตรียมไปสอนในระดับประถมศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961

ฮังการี ได้เริ่มทดลองสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่แก่นักเรียน อายุประมาณ 6 ปี ซึ่งเรียนอยู่ในชั้นต่ำสุดของโรงเรียนแบบประสม ในปี ค.ศ. 1963

ประเทศที่อยู่ในลาบสมุทร สแกนดิเนเวียมีสมาคมชื่อ The Nordic Committee for the Modernizing of School Mathematics ได้ปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ในประเทศเดนมาร์ก ฟินแลนด์ นอร์เวย์ และสวีเดน โดยเริ่มดำเนินการปรับปรุงตั้งแต่ปี 1960 ครั้งแรกได้เขียนหลักสูตรและตำราเพื่อนำไปทดลองใช้กับเด็กระดับอายุตั้งแต่ 7-18 ปี

อังกฤษได้จัดตั้ง The Nuffield Foundation Mathematics Teaching Project ขึ้นเพื่อทดลองสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่ โดยเริ่มทดลองกับนักเรียนที่มีอายุตั้งแต่ 5-13 ปี ซึ่งอยู่ในเมืองต่าง ๆ ทั่วเกาะอังกฤษ จำนวน 14 เมือง

สำหรับภาคเอเชียที่อยู่ในระยะเคลื่อนไหวบางประการตัวอย่างเช่น ในระหว่างปี พ.ศ. 2506-2507 ได้มีคณะผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโซเวียต มาทำการศึกษาสภาพการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนต่าง ๆ ในประเทศอินเดีย (กระทรวงศึกษาธิการ; 2509 : 3.5-2 — 3.5-4) และได้ทำรายงานเสนอ UNESCO พร้อมทั้งเสนอแนะเกี่ยวกับหลักสูตร ซึ่งได้เสนอแนะว่า เนื้อหาบางเรื่องที่เคยสอนในระดับมัธยมควรนำมาสอน ในระดับประถมศึกษา

ประเทศญี่ปุ่น ได้มีการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการของญี่ปุ่นได้เริ่มปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์

สำหรับชั้นประถมศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1966 (Education in Japan, 1968 : 35 - 44)

ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้จัดตั้งองค์การรัฐมนตรีศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAMEO) ในปี ค.ศ. 1965 เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศในตะวันออกเฉียงใต้ ในด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม โดยเฉพาะการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะได้มีการพัฒนาหลักสูตร ค้นคว้าหาวิธีการสอนแผนใหม่ ตลอดจนการสาธิตเทคนิคใหม่ ๆ ของวิธีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับประถมและมัธยมศึกษา ในกลุ่มประเทศสมาชิกซึ่งมี 8 ประเทศ คือ อินโดนีเซีย สาธารณรัฐเขมร ลาว ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์และสาธารณรัฐเวียดนาม (สิ่งพิมพ์ของ SEAMES)

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ของโลกปัจจุบัน โดยจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนหน่วยงานต่าง ๆ ทางการศึกษาได้ให้ความสนใจในงานด้านนี้เป็นอย่างมาก เช่น กรมสามัญศึกษาได้เริ่มทำการทดลองสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่ให้โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 โดยเริ่มต้นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปัจจุบันได้ขยายไปจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนโรงเรียนที่ทำการทดลองสอนมีดังนี้ โรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4 จำนวน 20 โรงเรียน และโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 จำนวน 27 โรงเรียน (รายงานการประชุมของหน่วยศึกษานิเทศก์, 2516) นอกจากความเคลื่อนไหวดังกล่าวแล้ว ยังมีงานวิจัยค้นคว้าในด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจอีกหลายเรื่อง เช่น ปิยรัตน์ กองกิจไพศาล (2513 : 42) ได้ทดลองสอนหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (เดิมเคยสอนในระดับปริญญาตรี) ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนสามารถเรียนได้และวิชานี้ยังเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิชาเรขาคณิตแบบยูคลิดอีกด้วย สุภาพร สักดิ์ศิริรัชศิลป์ (2514 : 46) ได้ทดลองสอนเรื่อง การบวกการลบจำนวนเต็มลบ แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-7 (เดิมเคยสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1) ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถเรียนเรื่องการบวก การลบ จำนวนเต็มลบได้ และจากการศึกษาของ สมัย เหล่าวานิชย์ (2514 : 46 : 51) ผลการทดลองปรากฏว่าเด็กไทยอายุตั้งแต่ 3-10 ปี นิยมโนภาพทางทอพอโลยีบ้างแล้วในบางเรื่อง แต่ยังไม่มีผู้ใดทดลองสอนทอพอโลยีแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาของไทยมาก่อน

ผู้ทดลองจึงอยากทราบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาของไทยสามารถเรียนทอปปิไคยี้ได้หรือไม่

ความมุ่งหมายของการศึกษาทดลอง

1. เพื่อศึกษาว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3,4 และ 5 สามารถเรียนทอปปิไคยี้ได้หรือไม่
2. เพื่อศึกษาว่านักเรียนแต่ละชั้นเรียนเรื่องใดได้บ้าง
3. เพื่อศึกษาว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน เรียนทอปปิไคยี้ได้แตกต่างกันหรือไม่
4. เพื่อศึกษาว่านักเรียนทั้งสามชั้นเรียนทอปปิไคยี้ได้แตกต่างกันหรือไม่

สมมุติฐานของการศึกษาทดลอง

1. นักเรียนทั้งสามชั้นน่าจะเรียนทอปปิไคยี้ได้
2. นักเรียนแต่ละชั้นน่าจะเรียนทอปปิไคยี้ที่ผู้ทดลองเตรียมไว้ได้ทุกเรื่อง
3. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงน่าจะเรียนทอปปิไคยี้ได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ
4. นักเรียนที่เรียนในชั้นต่างกันน่าจะเรียนทอปปิไคยี้ได้ไม่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาทดลอง

เนื่องจากเรื่องนี้ยังไม่มีใครมีผู้ทดลองสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาของประเทศไทยมาก่อน ดังนั้นผลการทดลองจึงเป็นความรู้ใหม่เกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนในการเรียนเรื่องนี้

ประโยชน์ของการศึกษาทดลอง

1. ผลการทดลองจะเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาของประเทศไทย

2. เป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาทดลอง

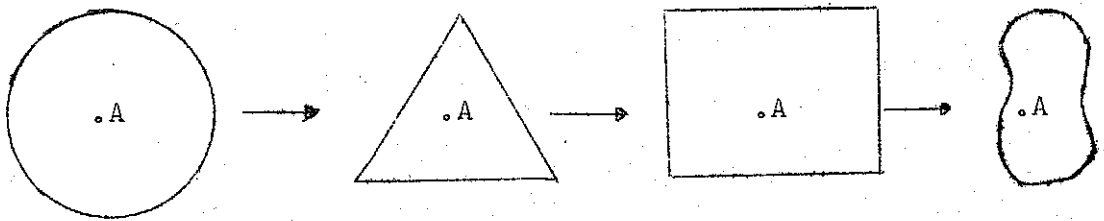
1. การทดลองครั้งนี้ ทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 โรงเรียนสตรีวุฒิชัยศึกษา คลองสาน กรุงเทพมหานคร เพียงโรงเรียนเดียว
2. การทดลองครั้งนี้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 119 คน
3. การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาสอนประมาณชั้นละ 18 ชั่วโมง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การพิจารณาว่านักเรียนจะเรียนทอพอโลยี ได้หรือไม่ พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ 50% ขึ้นไปถือว่าเรียนได้
2. การพิจารณาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำพิจารณาจากผลการสอบในวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ร้อยละของครูประจำการซึ่งเป็นการสอบประจำปีของการศึกษา 2515
3. เนื้อหาที่ใช้สอนในการทดลองเป็นเนื้อหาของวิชาทอพอโลยีเบื้องต้น ที่ผู้ทดลองได้รวบรวมขึ้นเอง
4. การทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองได้สร้างข้อสอบขึ้นเอง
5. เนื่องจากการเขียนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ต้องใช้ศัพท์เฉพาะเป็นจำนวนมาก ศัพท์คำใดที่ใช้กันแพร่หลายในภาษาไทยผู้ทดลองขอใช้โดยไม่ต้องอธิบายความหมาย สำหรับคำใดที่เป็นคำใหม่เมื่อแปลเป็นภาษาไทยแล้วจะทำให้เข้าใจยาก ผู้ทดลองขอเขียนทับศัพท์ และอธิบายความหมายไว้เฉพาะที่นี้เท่านั้น

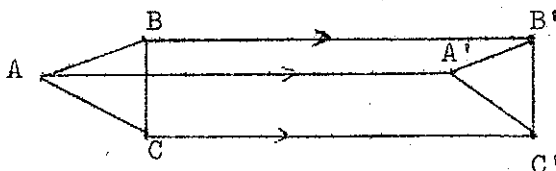
5.1 ทอพอโลยี (Topology) เป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์ ว่าด้วยเรื่องจุด เส้น รูปทรง Space และการแปลงสภาพ (Johnson; 1963 : 148 - 164)

การแปลงสภาพแบบทอพอโลยีหมายถึงการพิจารณาคุณสมบัติของตำแหน่งเป็นสำคัญ คือ เมื่อทำให้รูปทรงเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมแล้ว คุณสมบัติเกี่ยวกับตำแหน่งยังไม่เปลี่ยนแปลง เช่น รูปวงกลมบนแผ่นยาง ซึ่งมีจุด A อยู่ภายในเมื่อทำให้รูปวงกลมเปลี่ยนเป็นรูปต่าง ๆ จุด A ก็ยังอยู่ในรูปตามเดิม ดังรูป



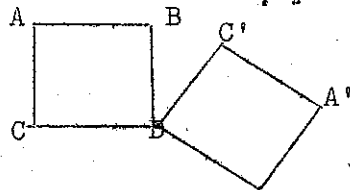
5.2 การแปลงสภาพ (Transformation) คือการแปลงสภาพของรูปทรงเรขาคณิตโดยวิธีการต่าง ๆ ต่อไปนี้ (Shah ; 1969 : 119 - 128)

5.2.1 การเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง เช่น การเดินทางของคนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือการเปลี่ยนตำแหน่งของรูปสามเหลี่ยมดังรูป



จากรูป $\triangle ABC$ เปลี่ยนตำแหน่งไปเป็นรูป $\triangle A'B'C'$

5.2.2 การหมุนรูป เช่น การหมุนรูปสี่เหลี่ยมต่อไปนี้

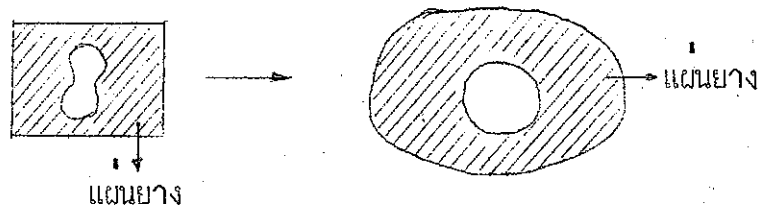


กำหนดรูป $\square ABCD$ แล้วหมุนสี่เหลี่ยมรูปนี้ โดยใช้จุด D เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน $\square ABCD$ จะเปลี่ยนไปเป็นรูป $\square A'B'C'D$

การหมุนรูปแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- ก. การหมุนรูปรอบจุด เช่น การใช้กรรไกรตัดผ้า
- ข. การหมุนรูปรอบเส้น เช่น การเปิดและปิดประตู หน้าต่าง

5.2.3 การแปลงสภาพของรูปโดยการดึง การทำให้โค้งและการบิดรูป เช่น เมื่อวาดรูปบนแผ่นยาง แล้วดึงแผ่นยางให้รูปบนแผ่นยางเปลี่ยนเป็นรูปต่าง ๆ ดังรูป

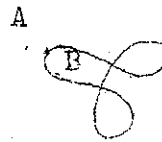


5.2.4 การสะท้อน เช่น การสะท้อนโดยกระจกเงา

5.3 รูปปิด (Closed curve) คือ รูปที่เกิดจากการลากเส้นจากจุดหนึ่ง แล้วกลับมากที่จุดเดิม ดังรูป



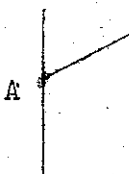
รูป ก.



รูป ข.

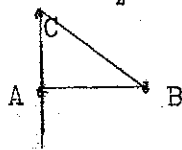
5.4 รูปปิดรั้งเดียว (Simple closed curve) คือรูปปิดที่ไม่ตัดตัวเอง เช่น รูป ก. ในข้อ 5.3 แต่รูป ข. ไม่เป็นรูปปิดรั้งเดียว

5.5 Node คือจุดที่เกิดจากเส้นตั้งแต่สองเส้นลากมาพบกัน



จากรูปจุด A เรียกว่า Node

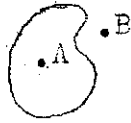
Node ใดที่เกิดจากเส้นที่มีจำนวนเส้นลากมาพบกันเรียกว่า Node จำนวนกี่ และ Node ใดที่เกิดจากเส้นที่มีจำนวนเส้นลากมาพบกันเรียกว่า Node จำนวนกี่ เช่น



จุด A เรียกว่า Node จำนวนกี่ แต่จุด B และ C เรียกว่า Node จำนวนกี่

5.6 ขอบเขต (Region) คือบริเวณต่าง ๆ ที่เกิดจากการวาดรูปปิดลงในระนาบ

ดังรูป

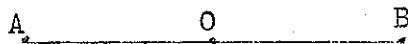


จุด A เป็นจุดที่อยู่ภายในขอบเขต

จุด B เป็นจุดที่อยู่ภายนอกขอบเขต

5.7 การสมมาตร (Symmetry) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

5.7.1 การสมมาตรโดยใช้อันตร เป็นศูนย์กลางของการสมมาตร ดังตัวอย่าง

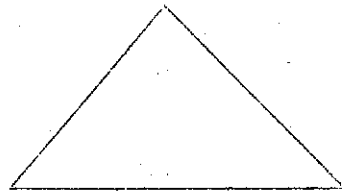
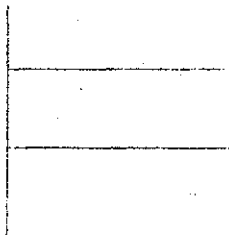


ส่วนของเส้นตรง AO สมมาตรกับส่วนของเส้นตรง OB โดยมีจุด O เป็นจุดกึ่งกลาง

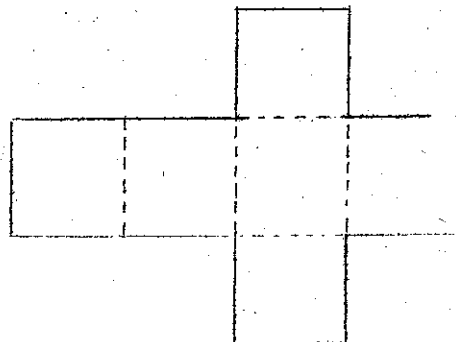
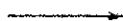
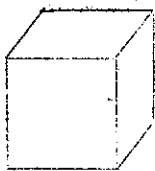
5.7.2 การสมมาตรโดยใช้อันตรเป็นศูนย์กลางของการสมมาตร เช่น ฉี่เสื้อ มีลำตัวเป็นศูนย์กลางของการสมมาตร โดยมีปีกทั้งสองข้างสมมาตรกัน

5.7.3 การสมมาตรโดยใช้อันตรเป็นศูนย์กลางของการสมมาตร เช่น การผ่าครึ่งมะนาวมีรอยผ่าเป็นศูนย์กลาง

5.8 Network คือการเดินทางที่ติดต่อกัน โดยการลากเส้นเชื่อมจุด เช่น ทางเดินในห้องเรียน ดังตัวอย่างรูปต่อไปนี้



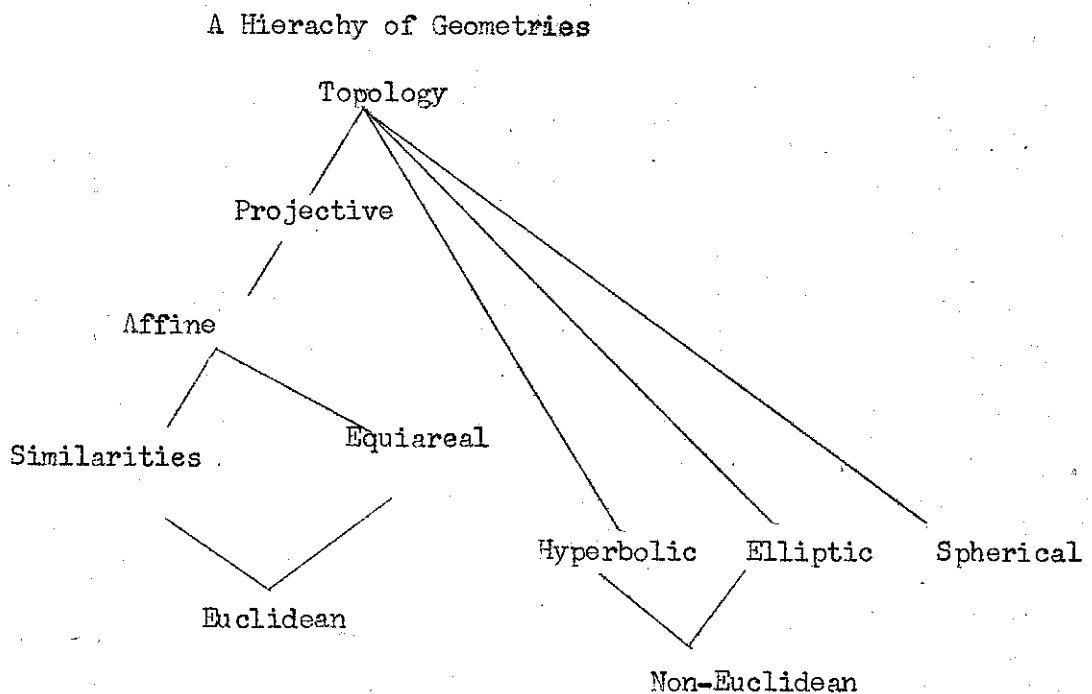
5.9 เน็ตของรูป (Net of figures) คือโครงสร้างของรูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ ที่เขียนในระนาบ เช่น



5.10 ผิวหน้า (Surfaces) หมายถึงพื้นผิวของวัตถุต่าง ๆ เช่น ผิวของพื้นโต๊ะ
ผิวกระดาษ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

มีเชิฟว์ (Meserve, 1967 : 2 - 11) แบ่งลำดับชั้นของเรขาคณิตตามคุณสมบัติของการ
แปลงสภาพ ดังนี้



1. Euclidean Transformation คือการแปลงสภาพของรูปทรงทางเรขาคณิตซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งที่ตั้ง แต่รูปร่างและพื้นที่ของรูปยังคงเดิม
2. Similarities Transformation คือการแปลงสภาพของรูปทรงเรขาคณิตที่รูปร่างของรูปยังคงเดิม แต่พื้นที่ของรูปเปลี่ยนแปลงไป
3. Equiareal Transformation คือการแปลงสภาพพื้นที่ของรูปไม่เปลี่ยนแปลง แต่รูปร่างเปลี่ยนแปลง

4. Affine Transformation คือการแปลงสภาพซึ่งตำแหน่งและขนาดของรูปเปลี่ยนแปลงไป แต่สิ่งเหล่านี้ไม่เปลี่ยนแปลง คือ

- 4.1 เส้นยังคงเป็นเส้นตามเดิม
- 4.2 จุดยังคงเป็นจุดตามเดิม
- 4.3 เส้นขนานยังคงเป็นเส้นขนานตามเดิม
- 4.4 เส้นในจินตนาการยังคงเป็นเส้นในจินตนาการตามเดิม

5. Projective Transformation คือการแปลงสภาพที่สิ่งต่อไปนี้ไม่เปลี่ยนแปลง

- 5.1 เส้นยังคงเป็นเส้นตามเดิม
- 5.2 จุดยังคงเป็นจุดตามเดิม แต่เส้นขนานไม่จำเป็นต้องเป็นเส้นขนานตามเดิม

6. Topological Transformation คือการแปลงสภาพ ซึ่งรูปร่างและขนาดของรูปเปลี่ยนแปลงไป แต่สิ่งเหล่านี้ไม่เปลี่ยนแปลง คือ

- 6.1 ตำแหน่งของจุดยังคงอยู่ในตำแหน่งเดิม
- 6.2 รูปปิดยังคงเป็นรูปปิดตามเดิม
- 6.3 เส้นยังคงเป็นเส้นตามเดิม

✓ เปียเจต์ (Piaget; 1959 : 175) เป็นคนแรกที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของเด็ก ทางด้านเรขาคณิต กับ Space

จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อทดสอบว่าเด็กในระดับอายุใดมีมโนภาพเกี่ยวกับทอพอโลยี และเรขาคณิตแบบยูคลิดและข้อสำคัญกว่านั้น คือ ท้องการทราบว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เด็กไม่มีมโนภาพเกี่ยวกับเรื่องนี้ เหตุใดจึงต้องรู้หรือมีมโนภาพทางทอพอโลยี ก่อนเรขาคณิตแบบยูคลิด หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่ง ทำไมเรขาคณิตแบบยูคลิดจึงต้องมโนภาพทางทอพอโลยีเป็นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง เป็นเด็กชาวสวิสส์ จำนวน 43 คน

ผลของการทดลองปรากฏว่า พัฒนาการในการเรียนเรขาคณิตในระยะแรกเริ่มเรียนของเด็ก เป็นเรื่องเกี่ยวกับทอพอโลยี เด็กอายุ 3 ขวบ สามารถจะแยกความแตกต่างระหว่างรูปปิดและรูปเปิดได้ ภายหลังที่เด็กมีมโนภาพเกี่ยวกับทอพอโลยีแล้ว พัฒนาการทางเรขาคณิตของเด็กจะถึงขั้นเรขาคณิตแบบยูคลิดและเรขาคณิตแบบโพรเจกทีฟพร้อมกันในเรื่องเกี่ยวกับลำดับ

✓ โลเวลล์ (K. Lovell; 1959 : 104 - 107) ได้ศึกษามโนภาพบางประการของเด็กในเรื่องเกี่ยวกับ Space

จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อทดสอบพัฒนาการทางค่านมโนภาพของเด็กว่าเป็นไปตามที่เปียเจท์ทดลองไว้หรือไม่

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชาวอังกฤษ จำนวน 140 คน ทั้งระดับอายุ 2 ปี 11 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน แบ่งเด็กเป็น 4 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ตั้งแต่ 2 ปี 11 เดือน ถึง 4 ปี ระดับที่ 2 ตั้งแต่ 4 ปี 1 เดือน ถึง 4 ปี 6 เดือน ระดับที่ 3 ตั้งแต่ 4 ปี 6 เดือน ถึง 5 ปี และระดับที่ 4 ตั้งแต่ 5 ปี 1 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน

ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. เด็กในแต่ละระดับอายุ สามารถจำแนกรูปรางทางทอปปอโลยีได้ง่ายกว่ารูปรางทางเรขาคณิตแบบยูคลิด และความสามารถของเด็กชาย กับ เด็กหญิงไม่แตกต่างกัน
2. เด็กในแต่ละระดับอายุ สามารถจำแนกรูปรางทางทอปปอโลยีและรูปรางทางเรขาคณิตแบบยูคลิดที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นโค้งได้ไม่แตกต่างกัน
3. เด็กในแต่ละระดับอายุส่วนมาก มีพัฒนาการทางค่านมโนภาพ เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปหลายเหลี่ยม ตามลำดับ

✓ แอดริน (Adrin; 1967 : 252) ได้ศึกษาความสามารถของเด็กเกี่ยวกับทอปปอโลยีเบื้องต้น

จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อทดสอบผลการทดลองของเปียเจท์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นเด็กระดับอายุตั้งแต่ 3 ถึง 12 ปี จำนวน 600 คน

ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. เด็กสามารถเห็นความแตกต่างในคุณสมบัติต่าง ๆ ทางทอปปอโลยีไปพร้อม ๆ กับเห็นความแตกต่างในคุณสมบัติของเรขาคณิตแบบยูคลิดด้วยในบางเรื่อง
2. เด็กสามารถนำความรู้เรื่องทอปปอโลยีไปใช้ในการพิจารณาความแตกต่างของรูปในเรขาคณิตแบบยูคลิด

3. เด็กสามารถเห็นความแตกต่างทางทอพอโลยีในเรื่องรูปปิดและรูปเหลี่ยม ใ้ฉายกว่าที่จะเห็นความแตกต่างของรูปทางคานเรชาคณิตแบบยูคลิด

สมัย เหลลาวานิษฐ์ (2514 : 46-51) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างมโนภาพเกี่ยวกับทอพอโลยี และเรชาคณิตแบบยูคลิดของเด็กไทยในวัยอายุตั้งแต่ 3-10 ปี

จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อสำรวจว่าเด็กไทยมีมโนภาพเกี่ยวกับทอพอโลยีและเรชาคณิตแบบยูคลิดในวัยอายุใด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นเด็กไทยที่มีอายุตั้งแต่ 3 ถึง 10 ปี

ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. เด็กไทยมีความสามารถในการจำแนกรูปทางคานเรชาทอพอโลยีก่อน คือ เด็กมีความสามารถในการจำแนกรูปทางทอพอโลยี ในวัยอายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไป และมีความสามารถในการจำแนกรูปทางคานเรชาคณิตแบบยูคลิด ในวัยอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

2. เด็กไทยสามารถเขียนรูปตามคุณสมบัติทางทอพอโลยีได้ในวัยอายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไป และสามารถเขียนรูปตามคุณสมบัติทางเรชาคณิตแบบยูคลิดได้ในวัยอายุตั้งแต่ 9 ปีขึ้นไป

3. เด็กไทยสามารถร้อยลูกปัดให้เป็นลวดกับเหมือนกับแบบในแนวตรงได้ เมื่ออายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป และสามารถร้อยลูกปัดให้เป็นลวดกับเหมือนกับแบบในลักษณะวงกลม เปลี่ยนลวดจากลักษณะวงกลมเป็นแนวตรงใ้บางคน แต่การเรียงลวดให้ตรงกันข้ามกับแบบนั้น เด็กจะมีมโนภาพทางคานนี้ เมื่ออายุตั้งแต่ 7 ปีขึ้นไป

4. เด็กไทยสามารถผูกปมเชือกสองปมให้เหมือนแบบใดตั้งแต่อายุ 6 ปีขึ้นไป

5. เด็กไทยสามารถปักไม้ให้เป็นแนวตรงกับไม้สองอันซึ่งปักเป็นหลักหัวท้ายใ้บ้าง ในการทดลองบางชุด เมื่ออายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป,

X ออกัสติน (Augustine; 1964 : 407-412) ทดลองสอนเรชาคณิตแบบยูคลิด และทอพอโลยีแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อทดลองว่าเด็กในระดับชั้นใดควรเรียนเรชาคณิต แบบยูคลิด และทอพอโลยี ภายในขอบเขตใด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชาวอเมริกัน จำนวน 26 คน
เนื้อหาและวิธีการทดลอง

ออกัสติน ได้สร้างบทเรียนสำเร็จรูปขึ้นเพื่อให้ นักเรียนได้เรียน โดยใช้เวลาเรียนหนึ่ง
สัปดาห์ บทเรียนประกอบด้วยเรื่อง จุด เชื้อของจุด คุณสมบัติของเส้นตรง ส่วนของเส้นตรง การอยู่ใน
ลำดับเดียวกัน เส้นหัก รูปปิกนังเดียว รูปโค้ง รูปเว้า เส้นล้อมรอบ ภายใน ภายนอกสามเหลี่ยม และ
สี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ

ผลการทดลองปรากฏว่า เด็กเรียนเรื่องต่าง ๆ ได้เรียงตามลำดับดังนี้

1. ภายใน ภายนอก เส้นล้อมรอบ
2. ความเท่ากัน
3. รูปปิก
4. คุณสมบัติและนิยามของรูปสามเหลี่ยม
5. การอยู่ในลำดับเดียวกัน
6. เชื้อของจุด
7. คุณสมบัติของเส้นตรงและส่วนของเส้นตรง
8. คุณสมบัติของเส้นหัก

ออกัสติน (Augustine; 1966 : 192-197) ศึกษาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับการ
เลือกหัวข้อในวิชาเรขาคณิตและทอพอโลยี เพื่อสอนแก่เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, 6 และ 7

จุดมุ่งหมายของการทดลอง

1. เพื่อทดลองว่านักเรียนที่เรียนในระดับชั้นต่างกันสามารถเรียนทอพอโลยีได้แตกต่างกัน

หรือไม่

2. เพื่อทดลองว่านักเรียนที่เพศต่างกัน สามารถเรียนทอพอโลยีได้แตกต่างกันหรือไม่
3. เพื่อทดลองว่านักเรียนที่ใช้เวลาเรียนต่างกัน สามารถเรียนทอพอโลยีได้แตกต่างกัน

หรือไม่

4. เพื่อทดลองว่านักเรียนที่เรียนในชั้นต่างกันจะใช้เวลาเรียนทอไปโลยีแตกต่างกันหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชาวอเมริกัน ซึ่งเรียนอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 5, 6 และ 7 จำนวน 270 คน

เนื้อหาและวิธีการทดลอง

ออกัสติน ได้สร้างบทเรียนสำเร็จรูปขึ้นประกอบด้วยเรื่องต่อไปนี้ คือ มโนภาพเกี่ยวกับเส้น คุณสมบัติของรูปทรงทางเรขาคณิต เช่น สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ

ผลการทดลองปรากฏว่า

1. นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นต่างกัน สามารถเรียนทอไปโลยีได้ไม่แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เวลาเรียนต่างกัน สามารถเรียนทอไปโลยีได้ไม่แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่เพศต่างกัน สามารถเรียนทอไปโลยีได้ไม่แตกต่างกัน
4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้เวลาเรียนครั้งละ 30 นาที จะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง

กว่านักเรียนที่เรียนครั้งละ 50 นาที และการเรียนโดยใช้เวลาเรียนครั้งละ 30 นาที เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มากที่สุด รองลงมาได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 และ 5 ตามลำดับ

X ชาติ (Shah; 1969 : 119-128) ทดลองสอนวิชาเรขาคณิตและทอไปโลยี แก่เด็ก ระดับอายุตั้งแต่ 7-11 ปี

จุดมุ่งหมายของการทดลอง เพื่อศึกษาว่านักเรียนในระดับอายุใดจะเรียนเรขาคณิตและทอไปโลยีเรื่องใดได้บ้าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชาวอเมริกัน ในระดับอายุตั้งแต่ 7 ถึง 12 ปี จำนวน 374 คน

เนื้อหาและวิธีการทดลอง

ชาติ ได้ให้ครูฝึกสอน จำนวน 11 คน ทำการทดลองสอน เนื้อหาที่ใช้สอน ประกอบด้วย

1. รูปในระนาบ ตั้งแต่ 3 ถึง 12 ด้าน
2. เนื้อของรูป
3. การสมมาตรของรูปโดยใช้เส้นเป็นแกน

4. การสะท้อน
5. การหมุน
6. การเคลื่อนที่
7. การทำให้โค้งและการคึง
8. Network

ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. นักเรียนในระดับอายุ 7-8 ปี สามารถเรียนเรื่องต่อไปนี้ได้

1.1 การสมมาตรของวัตถุโดยใช้จุด เส้น และระนาบเป็นศูนย์กลางของการสมมาตร

1.2 รูปเหลี่ยมต่าง ๆ ในระนาบตั้งแต่สามเหลี่ยมถึงหกเหลี่ยมและรูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ ที่มีหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยม ถึงหกเหลี่ยม

1.3 รูปปิก

1.3.1 การทำให้โค้งและการคึง นักเรียนสามารถพิจารณาลักษณะที่คล้ายกันของวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยม

1.3.2 Network นักเรียนสามารถลากเส้นตามรอยเส้นเค็มของรูปโดยไม่ยกมือและไม่ลากซ้ำรอยเค็ม

1.3.3 ภายในและภายนอกของรูปปิก

2. นักเรียนระดับอายุ 8-9 ปี สามารถเรียนเรื่องต่อไปนี้ได้

2.1 การสมมาตรของรูปโดยใช้กระจกเงา โดยการพับกระดาษและโดยการปั้นวัตถุ

2.2 รูปเหลี่ยมต่าง ๆ ในระนาบ ตั้งแต่สามเหลี่ยมถึงแปดเหลี่ยม และสามารถเรียนเนื้ของรูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ

2.3 รูปปิก

2.3.1 การโค้งและการคึง

ก. ลักษณะคล้ายกัน ของรูปทรงกลมและรูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ

ข. ลักษณะคล้ายกัน ของรูปปิกที่มีรูเกี่ยว เช่น วงแหวน ขนมหิน วัลลา

2.3.2 Node

3. นักเรียนระดับอายุ 9-10 ปี มีความสามารถในการเรียนเพิ่มขึ้นในเรื่องต่อไปนี้

3.1 การหมุนรูปรอบจุด

3.2 รูปเหลี่ยมในระนาบที่มี 10 เหลี่ยม

3.3 เน้ทของรูปทรงตัน

3.4 รูปปิด

3.4.1 การทำให้โค้งและการทิ้ง

ก. ลักษณะที่คล้ายกันของรูปที่มี 2 รูป

ข. ลักษณะที่คล้ายกันของรูปที่ปิดด้วยเส้น

ค. การปิดแผนยาง

3.4.2 Node จำนวนกี่ และ Node จำนวน

4. นักเรียนระดับอายุ 10-11 ปี มีความสามารถในการเรียนเพิ่มขึ้นในเรื่องต่อไปนี้

4.1 รูปร่างของรูปที่เป็นมุม เช่น



4.2 รูปสี่เหลี่ยมที่มี 12 เหลี่ยม

4.3 การเปลี่ยนตำแหน่งของรูป

4.4 การขยายภาพ

4.5. ลักษณะที่คล้ายกันของรูปที่มี 3 รูป

วิธีการดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ทดลองเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างโรงเรียน จากรายชื่อโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครที่สามารถไปทำการสอนได้จำนวน 16 โรงเรียน แบ่งประเภทโรงเรียนดังนี้ โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจำนวน 5 โรงเรียน โรงเรียนเทศบาลจำนวน 5 โรงเรียน และโรงเรียนราษฎร์จำนวน 6 โรงเรียน เลือกตัวอย่างมาได้ 1 โรงเรียน คือโรงเรียนสตรีวิจิตรศึกษา ซึ่งเป็นโรงเรียนราษฎร์แบบสหศึกษาจากโรงเรียนที่เลือกมาได้ 1 โรงเรียน ผู้ทดลองได้สุ่มตัวอย่าง เพื่อเลือกห้องเรียนจากระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3, 4 และ 5 โดยเลือกมาชั้นละสองห้องเรียนจากที่มีอยู่ทั้งหมดชั้นละสามห้องเรียน ผู้ทดลองได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 ก, 4 ข และ 5 ข มีจำนวนนักเรียนแยกตามลำดับชั้น ดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	จำนวน 34 คน	เป็นชาย 21 คน และหญิง 13 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	จำนวน 39 คน	เป็นชาย 20 คน และหญิง 19 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	จำนวน 36 คน	เป็นชาย 16 คน และหญิง 20 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอน เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3 ข, 4 ก และ 5 ก มีจำนวนนักเรียนแยกตามลำดับชั้นดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	จำนวน 34 คน	เป็นชาย 19 คน และหญิง 15 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	จำนวน 39 คน	เป็นชาย 18 คน และหญิง 21 คน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	จำนวน 36 คน	เป็นชาย 14 คน และหญิง 22 คน

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ทดลองได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบ่งนักเรียนตามระดับชั้นที่เรียนอยู่
2. แบ่งนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย ดังนี้
 - 2.1 นักเรียนที่ได้คะแนนเท่ากับคะแนนเฉลี่ยหรือมากกว่าคะแนนเฉลี่ย เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง
 - 2.2 นักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

ชั้น / กลุ่มคะแนน	คะแนนสูง	คะแนนต่ำ	รวม
ประถมศึกษาปีที่ 3	19	15	34
ประถมศึกษาปีที่ 4	18	21	39
ประถมศึกษาปีที่ 5	21	15	36

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอนทอโปโลยี แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 มีดังนี้

1. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้ทดลองได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 บท คือ

บทที่ 1 เรื่อง จุด เส้นรูปปิด ผิวหน้า ขอบเขต รูปทรงเหลี่ยม และ
รูปทรงหน้าเดียว

บทที่ 2 เรื่อง Network

บทที่ 3 เรื่อง การแปลงสภาพแบบทอพอโลยี

เนื้อหาเหล่านี้ ได้รวบรวมโดยใช้หนังสือต่อไปนี้เป็นหลัก

Deans, Edwina, and others, Understanding Mathematics, American Book Company, 1966, 327 pp.

Johnson, Donovan A., "Topology" in Enrichment Mathematics for the Grades, pp. 148 - 164, National Council of Teachers of Mathematics, Twenty-Seventh Yearbook, Washington D.C., 1963.

School Mathematics Project Book 2, Cambridge University Press, 1965, 295 pp.

2. แบบทดสอบ

ผู้ทดลองได้สร้างแบบทดสอบ แบ่งเป็น 3 ชุด คือ

แบบทดสอบชุดที่ 1	เป็นแบบทดสอบเนื้อหาบทที่ 1	จำนวน 60 ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ 2	เป็นแบบทดสอบเนื้อหาบทที่ 2	จำนวน 30 ข้อ
แบบทดสอบชุดที่ 3	เป็นแบบทดสอบเนื้อหาบทที่ 3	จำนวน 20 ข้อ

เวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

ผู้ทดลองทำการสอนในภาคเรียนที่ 3 ของปีการศึกษา 2515 ใช้เวลาสอนชั้นละ 3 ชั่วโมง ต่อ 1 สัปดาห์ รวมทั้งหมดประมาณ 18 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้ทดลองทำการสอนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนที่จะสอนแก่กลุ่มทดลองเมื่อสิ้นชั่วโมงที่ 4 หรือเริ่มสัปดาห์ที่ 2 ผู้ทดลองก็สอนกลุ่มทดลองไปพร้อม ๆ กับสอนเนื้อหาต่อไปแก่กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ เมื่อทำการสอนกลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ จนจบเนื้อหาบทที่ 1 แล้วจึงทำการทดสอบด้วยข้อสอบชุดที่ 1 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ดี และนำข้อสอบที่ได้ไปสอบกับกลุ่มทดลองเมื่อสอนจบบทที่ 1 แล้ว ดำเนินการทดลองในลักษณะเดียวกันจนจบเนื้อหาบทที่ 2 และ 3 และทำการทดสอบด้วยข้อสอบชุดที่ 2 และที่ 3 ตามลำดับ

วิธีวิเคราะห์ข้อสอบ

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบ ตามหลักการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือเทคนิคการวัดผล (ชวาล แพร์ทกุล, 2508 : 131 - 318) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ดี นำข้อสอบที่คัดเลือกได้มาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธี Split-half แบ่งข้อสอบออกเป็นข้อคู่และข้อคี่ (คู่ในภาคผนวก) คัดเลือกข้อสอบได้ดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงจำนวนข้อสอบค่าความยากง่าย อำนาจในการจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

	จำนวนข้อสอบ	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ความเชื่อมั่น
ชุดที่ 1	50	.23 - .87	.14 - .70	.77
ชุดที่ 2	24	.28 - .67	.20 - .68	.75
ชุดที่ 3	18	.45 - .83	.39 - .75	.63

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ภาวะเฉลี่ยของคะแนนจำนวนจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) จำนวนจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

3. สหสัมพันธ์ (Correlation) จำนวนจากสูตร

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

4. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) จำนวนจากสูตร

$$r_{tt} = \frac{r}{1 + r}$$

5. วิเคราะห์หาค่า t-test จำนวนจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ผลการเรียนทอปปอโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 แยกเป็นบท ๆ
ปรากฏดังต่อไปนี้

บทที่ 1 เป็นเรื่องเกี่ยวกับ จุด เส้น รูปปิด ผิวหน้า ขอบเขต รูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ และ รูปทรงหน้าเดียว นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.30 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55.34 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55.44

บทที่ 2 เป็นเรื่องเกี่ยวกับ Network
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.33 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 47.08 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 44.67

บทที่ 3 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการแปลงสภาพแบบทอปปอโลยี นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 51.78 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 58.50 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 64.00

คะแนนรวมของวิชาทอปปอโลยีจากข้อสอบทั้ง 3 ชุด นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 47.18 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 54.09 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 54.17

ตาราง 3 แสดงรายเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด จำแนกตามชั้น

ข้อสอบ ชั้น	ฉบับที่ 1			ฉบับที่ 2			ฉบับที่ 3			รวม	
	เต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	เต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	เต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ	เฉลี่ย	ร้อยละ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	50	24.65	49.30	24	9.44	39.33	18	9.32	51.78	43.41	47.18
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	50	27.67	55.34	24	11.30	47.08	18	10.53	58.50	49.76	54.09
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	50	27.72	55.44	24	10.69	44.67	18	11.52	64.00	49.94	54.17

การทดลองปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ไม่สามารถเรียนเนื้อหาในบทที่ 1 และบทที่ 2 ได้ แต่สามารถเรียนเนื้อหาในบทที่ 3 ได้ เมื่อคิดผลการเรียนวิชาทอไปโลยีทั้ง 3 ชุด ปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ไม่สามารถเรียนทอไปโลยีได้

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถเรียนเนื้อหาในบทที่ 1 และบทที่ 3 ได้ แต่ไม่สามารถเรียนเนื้อหาในบทที่ 2 ได้ เมื่อคิดผลการเรียนวิชาทอไปโลยี ทั้ง 3 ชุด ปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถเรียนวิชาทอไปโลยีได้

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถเรียนเนื้อหาในบทที่ 1 และบทที่ 3 ได้ แต่ไม่สามารถเรียนเนื้อหาในบทที่ 2 ได้ เมื่อคิดผลการเรียนวิชาทอไปโลยีทั้ง 3 ชุด ปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถเรียนทอไปโลยีได้

ผลการเรียนทอไปโลยีของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน

ผู้ทดลองใช้ t-test เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน แยกตามระดับชั้นปรากฏผลดังต่อไปนี้

ตาราง 4 แสดงค่า t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ ชุดที่ 1

สูง \ ทำ	ประถมศึกษาปีที่ 3	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 5
ทำ			
ประถมศึกษาปีที่ 3	3.44 ^{**}	—	—
ประถมศึกษาปีที่ 4	—	2.40 [*]	—
ประถมศึกษาปีที่ 5	—	—	3.55 ^{**}

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01

ตาราง 4 แสดงว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน สามารถเรียนทอปปิโดยีบทที่ 1 ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกันสามารถเรียนทอปปิโดยีบทที่ 1 ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกันสามารถเรียนทอปปิโดยีบทที่ 1 ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง สามารถเรียนทอปปิโดยีบทที่ 1 ได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

ตาราง 5 แสดงค่า t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ ชุดที่ 2

สูง \ ทำ	ประถมศึกษาปีที่ 3	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 5
ทำ			
ประถมศึกษาปีที่ 3	1.08	—	—
ประถมศึกษาปีที่ 4	—	1.12	—
ประถมศึกษาปีที่ 5	—	—	3.10 ^{**}

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01

ตาราง 7 แสดงค่า t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ
รวมทั้ง 3 ชุด

สูง	ต่ำ	ประถมศึกษาปีที่ 3	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 5
ประถมศึกษาปีที่ 3		2.96**	-	-
ประถมศึกษาปีที่ 4		-	2.44**	-
ประถมศึกษาปีที่ 5		-	-	4.23**

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01

ตาราง 7 แสดงว่าเมื่อรวมผลการทดสอบจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด นักเรียนทั้ง 3 ชั้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน สามารถเรียนทอมโปโลยีได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง สามารถเรียนทอมโปโลยี ได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

เปรียบเทียบผลการเรียนทอมโปโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5
ทั้งตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แสดงค่า t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
จากแบบทดสอบทอมโปโลยีทั้ง 3 ชุด

ระดับชั้น	ประถมศึกษาปีที่ 3	ประถมศึกษาปีที่ 4	ประถมศึกษาปีที่ 5
ประถมศึกษาปีที่ 3	-	2.39**	2.78**
ประถมศึกษาปีที่ 4	-	-	.06
ประถมศึกษาปีที่ 5	-	-	-

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01

บทขอ อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาทดลอง

1. เพื่อศึกษาวานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 สามารถเรียนทอมโปโลยีได้หรือไม่
2. เพื่อศึกษาวานักเรียนแต่ละชั้นเรียนเรื่องใดใ้ใดบ้าง
3. เพื่อศึกษาวานักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกันเรียนทอมโปโลยีได้แตกต่างกันหรือไม่
4. เพื่อศึกษาวานักเรียนทั้งสามชั้นเรียนทอมโปโลยีได้แตกต่างกันหรือไม่

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 ของโรงเรียนสตรีวิชิศึกษา คลองสาน กรุงเทพมหานคร แยกตามลำดับชั้นดังนี้

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 34 คน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 39 คน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยได้รวบรวมจากหนังสือต่อไปนี้เป็นหลัก

Deans, Edwina, and others, Understanding Mathematics, American Book Company, 1966, 327 pp.

Johnson, Donovan A., "Topology" in Enrichment Mathematics for the Grades, pp. 148-164, National Council of Teachers of Mathematics, Twenty-Seventh Yearbook, Washington D.C., 1963.

School Mathematics Project Book 2, Cambridge University press, 1965, 295 pp.

2. แบบทดสอบ 3 ชุด

- แบบทดสอบชุดที่ 1 เกี่ยวกับเรื่อง จุด เส้น รูปปิด ขอบเขต และผิวหน้า
 แบบทดสอบชุดที่ 2 เกี่ยวกับเรื่อง Network
 แบบทดสอบชุดที่ 3 เกี่ยวกับเรื่อง การแปลงสภาพแบบทอพอโลยี

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทดลองสอนทอพอโลยีแก่กลุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงทดลองสอนแก่กลุ่มทดลอง
2. ทดลองสอนทอพอโลยีแก่กลุ่มทดลอง
3. ทดลองสอนแก่กลุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ข้อสอบ จนจบหนึ่งบท แล้วทำการทดสอบหนึ่งครั้ง ใช้วิธีการทดลองแบบเดียวกัน จนจบการทดลองทั้ง 3 บท ใช้เวลาสอนประมาณ 18 ชั่วโมง
4. ทดลองสอนแก่กลุ่มทดลองจนจบหนึ่งบททำการทดสอบหนึ่งครั้ง ใช้วิธีการทดลองแบบเดียวกันจนจบการทดลองทั้ง 3 บท ใช้เวลาสอนประมาณ 18 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หารายเฉลี่ยของคะแนน
2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
3. ทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยโดยใช้ t-test

ผลการทดลอง

ผลการเรียนทอปปิไลย์ของนักเรียนทั้ง 3 ชั้น ปรากฏดังนี้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทอปปิไลย์ทั้ง 3 ชุด รวมกันเท่ากับ 43.41 จากคะแนนเต็ม 92 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 1 เท่ากับ 24.65 จากคะแนนเต็ม 50 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 2 เท่ากับ 9.44 จากคะแนนเต็ม 24 และได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 3 เท่ากับ 9.32 จากคะแนนเต็ม 18

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด รวมกันเท่ากับ 49.76 จากคะแนนเต็ม 92 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 1 เท่ากับ 27.67 จากคะแนนเต็ม 50 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 2 เท่ากับ 11.30 จากคะแนนเต็ม 24 และได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 3 เท่ากับ 11.52 จากคะแนนเต็ม 18

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชุด รวมกันเท่ากับ 49.94 จากคะแนนเต็ม 92 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 1 เท่ากับ 27.72 จากคะแนนเต็ม 50 ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 2 เท่ากับ 10.69 จากคะแนนเต็ม 24 และได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบชุดที่ 3 เท่ากับ 11.52

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน

ปรากฏผลดังนี้

ผลการสอบจากข้อสอบวิชาทอปปิไลย์ทั้ง 3 ชุด แสดงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกันในแต่ละระดับชั้นสามารถเรียนทอปปิไลย์ได้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01 แต่เมื่อพิจารณาเป็นบท ๆ ปรากฏผลดังนี้

บทที่ 1 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาทอปปิไลย์บทที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .01 แต่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาทอปปิไลย์บทที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ณ ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน ปรากฏว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน สามารถเรียนทอปปิไลย์ได้แตกต่างกันด้วย คือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง สามารถเรียนทอปปิไลย์ได้ดีกว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนในระดับชั้นต่างกัน ปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 เรียนทอปปิไลย์ได้ดีกว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แต่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 เรียนทอปปิไลย์ได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสรุปไม่ได้ว่า นักเรียนที่เรียนในชั้นสูงกว่าจะเรียนทอปปิไลย์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนในชั้นต่ำกว่าหรือไม่

สรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ขึ้นไปสามารถเรียนทอปปิไลย์ได้
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูง สามารถเรียนทอปปิไลย์ได้ดีกว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ
3. นักเรียนที่เรียนในชั้นสูงอาจจะเรียนทอปปิไลย์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนในชั้นต่ำกว่า หรือเรียนได้ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนในชั้นต่ำกว่า

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ควรจะได้มีการวิจัยเรื่องนี้กับนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 เพื่อจะได้ทราบแน่นอนว่านักเรียนชั้นใดเรียนเรื่องใดได้บ้าง
2. ควรจะได้มีการวิจัยเรื่องนี้กับกลุ่มตัวอย่างที่กว้างขวางกว่านี้ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนชั้นประถมศึกษาทั่วประเทศ
3. ควรทดลองสอนเนื้อหาวิชาทอปปิไลย์แก่นักเรียนมัธยมศึกษา

บรรณานุกรม

- ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช 2508, 452 หน้า
- ปิยรัตน์ กองกิจไพศาล การใช้ทฤษฎีกราฟในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 70 หน้า
- วิชาการ, ธรรม รายงานการสัมมนาการวัดผลระดับมัธยมศึกษา 18 เมษายน - 16
 พฤษภาคม 2509 กระทรวงศึกษาธิการ 2509, "ไม่ปรากฏจำนวนหน้า"
- สมัย เหล่าวานิชย์ การศึกษาความสามารถในการสร้างมโนภาพ (Concept) เกี่ยวกับ
ทอพอโลยี (Topology) และเรขาคณิตแบบยุคลิดของเด็กไทยในระหว่างอายุ 3
ขวบ ถึง 10 ขวบ ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร
 2514, 102 หน้า
- สุภาพร ศักดิ์วิชัยศิลป์ การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนเรื่องจำนวนเต็มลบ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปริญญาโท กศ.ม.
 วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2514, 82 หน้า
- Adrin, Pinard, "The Topological Nature of Child Early Spatial Representation," Psychological Abstract, 41:252, December, 1967.
- Buck, Charles, "Geometry for Elementary School," The Arithmetic Teacher, 14:461 - 466, October, 1967.
- Clancy, Jean C., "An Adventure in Topology - Grade 5," The Arithmetic Teacher, 6:278-280, November, 1959.
- D' Augustine, Charles H., "Factors Relating to Achievement with Selected Topics in Geometry and Topology," The Arithmetic Teacher, 10:192-197, March, 1963.
- D' Augustine, Charles H., "Topics in Geometry and Point Set Topology-a Pilot Study," The Arithmetic Teacher, 11:407-412, October, 1964.
- Deans, Edwina, and others, Understanding Mathematics, American Book Company, 1966, 329 pp.

Spitzer, Herbert F., Teaching Elementary School Mathematics,
Houghton Mifflin Company, Boston, 1967, 373 pp.

Tammadge, Alan, "Net Works," The Mathematics Teacher, 59: 624-625.
November, 1966.

Vigilante, Nicholas J., "Geometry for Primary Children Consideration!"
The Arithmetic Teacher, 14:453-456, October, 1967.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง

1. รายเฉลี่ยของคะแนนคำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนน
 N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณจากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนน
 $\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. ทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยโดยใช้ t - test จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

$\bar{X}_1$ แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1
 $\bar{X}_2$ แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2

- S_1 แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มที่ 1
 S_2 แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มที่ 2
 N_1 แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1
 N_2 แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 2

ตาราง 12 ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบชุดที่ 1 จำแนกตามชั้น

ชั้น	N	$\sum X$	$\sum X^2$	S^2
ประถมศึกษาปีที่ 3	34	838	21662	30.54
ประถมศึกษาปีที่ 4	39	1079	31567	45.12
ประถมศึกษาปีที่ 5	36	998	29565	54.24

ตาราง 13 ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบชุดที่ 2 จำแนกตามชั้น

ชั้น	N	$\sum X$	$\sum X^2$	S^2
ประถมศึกษาปีที่ 3	34	321	3403	11.28
ประถมศึกษาปีที่ 4	39	441	5585	15.74
ประถมศึกษาปีที่ 5	36	385	4856	30.13

ตาราง 14 คำนวณพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบชุดที่ 3 จำแนกตามชั้น

ชั้น	N	$\sum X$	$\sum X^2$	S^2
ประถมศึกษาปีที่ 3	34	317	3381	12
ประถมศึกษาปีที่ 4	39	411	4947	16.20
ประถมศึกษาปีที่ 5	36	415	5261	14.19

ตาราง 15 คำนวณพื้นฐานจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชุดรวมกัน จำแนกตามชั้น

ชั้น	N	$\sum X$	$\sum X^2$	S^2
ประถมศึกษาปีที่ 3	34	1476	66922	87.14
ประถมศึกษาปีที่ 4	39	1941	103177	173.02
ประถมศึกษาปีที่ 5	36	1798	96096	179.88

ตาราง 16 แสดงค่า t - test ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบชุดที่ 1 จำแนกตามชั้น

ระหว่างกลุ่ม	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}$	t
ประถมศึกษาปีที่ 3 - ประถมศึกษาปีที่ 4	3.02	1.43	2.11
ประถมศึกษาปีที่ 3 - ประถมศึกษาปีที่ 5	3.07	1.53	2.01
ประถมศึกษาปีที่ 4 - ประถมศึกษาปีที่ 5	.05	1.63	.003

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบทอปปิโลยี ชุดที่ 1

1. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ สิ่งใดมีลักษณะเป็นจุดมากที่สุด

ก. ลูกฟุตบอล

ข. ลูกมะนาว

ค. ลูกปิงปอง

ง. เม็ดกระดุม

2. เครื่องหมายอะไรเขียนแทนจุด

ก. °

ข. *

ค. ○

ง. △

3. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้สิ่งใดไม่มี ลักษณะเป็นจุด

ก. มุมโต๊ะ

ข. มุมกระดาษ

ค. ไข่

ง. ทา

ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4 และ ข้อ 5

A

B

4. ลากเส้นจากจุด A ไปยังจุด B ได้กี่เส้น

ก. ลากได้ 1 เส้น

ข. ลากได้ 2 เส้น

ค. ลากกี่เส้นก็ได้

ง. ลากไม่ได้เลย

5. ลากเส้นตรงจากจุด ~~A~~ ไปยังจุด ~~B~~ ได้กี่เส้น

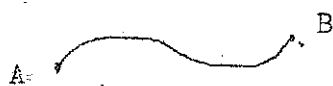
ก. ลากได้ 1 เส้น

ข. ลากได้ 2 เส้น

ค. ลากกี่เส้นก็ได้

ง. ลากเส้นไม่ได้เลย

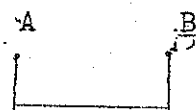
ใช้รูปต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 6 - 11



รูปที่ 1



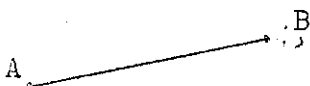
รูปที่ 2



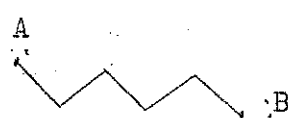
รูปที่ 3



รูปที่ 4



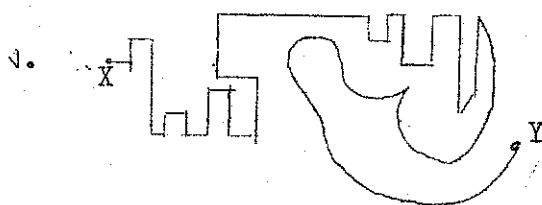
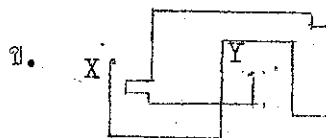
รูปที่ 5



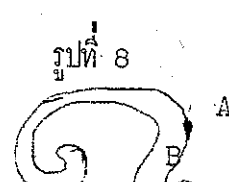
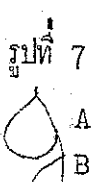
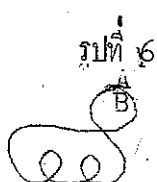
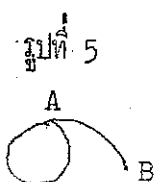
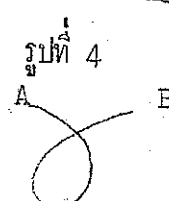
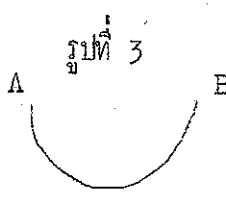
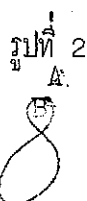
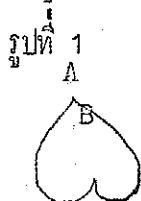
รูปที่ 6

6. รูปที่ 1 เรียกว่าอะไร
 - ก. เรียกว่าเส้น AB
 - ข. เรียกว่าส่วนของเส้นโค้ง AB
 - ค. เรียกว่าเส้นโค้ง AB
 - ง. เรียกว่าส่วนของเส้น AB
7. รูปที่ 2 เรียกว่าอะไร
 - ก. เรียกว่าเส้น AB
 - ข. เรียกว่าเส้นตรง AB
 - ค. เรียกว่าส่วนของเส้นตรง AB
 - ง. เรียกว่าระยะ AB
8. รูปที่ 3 เรียกว่าอะไร
 - ก. เรียกว่าเส้น AB
 - ข. เรียกว่าเส้นหัก AB
 - ค. เรียกว่าส่วนของเส้น AB
 - ง. เรียกว่าส่วนของเส้นหัก AB
9. รูปที่ 4 เรียกว่าอะไร
 - ก. เรียกว่าส่วนของเส้น AB
 - ข. เรียกว่าส่วนโค้ง AB
 - ค. เรียกว่าส่วนของเส้นโค้ง AB
 - ง. เรียกว่าเส้น AB
10. รูปที่ 5 เรียกว่าอะไร
 - ก. เรียกว่าเส้นเฉียง AB
 - ข. เรียกว่าส่วนของเส้นเฉียง AB
 - ค. เรียกว่าส่วนของเส้น AB
 - ง. เรียกว่าส่วนของเส้นตรง AB
11. รูปที่ 6 เรียกว่าอะไร
 - ก. เรียกว่าเส้นหัก AB
 - ข. เรียกว่าส่วนของเส้นหัก AB
 - ค. เรียกว่าเส้น AB
 - ง. เรียกว่าส่วนของเส้น AB

12. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ไม่ใช่สิ่งใดไม่เป็น ส่วนของเส้นตรง
- ก. ขอบของกระดาษสมุดเพียง 1 ด้าน ข. สายไฟฟ้าระหว่างเสาไฟฟ้า 2 ต้น
- ค. ขอบของกระดานดำเพียง 1 ด้าน ง. ขอบของหน้าต่างเพียง 1 ด้าน
13. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ไม่ใช่สิ่งใด เป็น ส่วนของเส้นตรง
- ก. รวาทากผ้า ข. ขอบของใบมะม่วง
- ค. เสาไฟฟ้า ง. ไม่มีสิ่งใดเป็นส่วนของเส้นตรง
14. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ไม่ใช่สิ่งใดไม่เป็น ส่วนของเส้นตรง
- ก. สายเชือกยาว ข. ขอบของโต๊ะเพียง 1 ด้าน
- ค. ขอบไม้บรรทัดด้านใดด้านหนึ่ง ง. เส้นบรรทัดในสมุด
15. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ไม่ใช่สิ่งใดเป็น ส่วนของเส้นตรง
- ก. ยางวง ข. สายสร้อยคอ
- ค. กำไลข้อมือ ง. ไม่มีสิ่งใดเป็นส่วนของเส้นตรง
16. จากรูปต่อไปนี้ รูปใดเป็นเส้นที่ตัดตัวเอง



ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 17-20



17. รูปใดเป็นรูปปิด

ก. รูปที่ 1

ค. รูปที่ 4

ข. รูปที่ 3

ง. รูปที่ 7

18. รูปใดเป็นรูปปิด

ก. รูปที่ 3

ค. รูปที่ 7

ข. รูปที่ 5

ง. รูปที่ 8

19. รูปใดไม่ปิดเป็นรูปปิด

ก. รูปที่ 1

ค. รูปที่ 7

ข. รูปที่ 6

ง. รูปที่ 8

20. รูปใดเป็นรูปปิดครึ่งเดียว

ก. รูปที่ 1

ค. รูปที่ 4

ข. รูปที่ 2

ง. รูปที่ 5

21. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ สิ่งใดเป็นรูปปิด

ก. เหรียญบาท

ค. พื้นโต๊ะ

ข. ยางวง

ง. แผ่นกระดาษ

22. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ สิ่งใดไม่ปิดเป็นรูปปิด

ก. แหวน

ค. รูกมุก

ข. กำไลข้อมือ

ง. กรอบแว่นตา

23. ตัวอักษรต่อไปนี้ตัวใดเป็นรูปปิดครึ่งเดียว

ก. A

ค. C

ข. B

ง. D

24. สิ่งต่อไปนี้สิ่งใดเป็นรูปปิดครึ่งเดียว

ก. ลูกมะนาว

ค. ไต้กรรตัก

ข. พื้นโต๊ะ

ง. ไม่เป็นรูปปิดครึ่งเดียวทั้ง 3 อย่าง

25. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ สิ่งใดเป็นระนาบ

ก. ท้องฟ้า

ค. ผิวโลก

ข. พื้นโต๊ะ

ง. แผ่นกระดาษ

26. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ สิ่งใดไม่เป็นระนาบ

ก. ท้องฟ้า

ค. ผิวโลก

ข. พื้นน้ำในทะเลที่ไม่มีลูกคลื่น

ง. ไม่เป็นระนาบทั้ง 3 อย่าง

27. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้ สิ่งใดไม่เป็น ส่วนหนึ่งของระนาบ

ก. แผนกระดาษ

ค. พื้นสนามบาสเกตบอล

ข. ฝาผนังตึก

ง. ลูกโป่งปอง

28. รูปใดครั้งเดียวแบ่งระนาบออกเป็น 3 ขอบเขต

ก. 3 ขอบเขต

ค. 1 ขอบเขต

ข. 2 ขอบเขต

ง. ไม่แบ่งระนาบออกเป็นขอบเขตเลย

ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 29-33

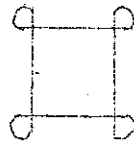
รูปที่ 1



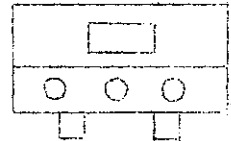
รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4



รูปที่ 5



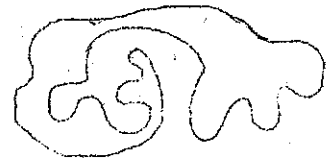
รูปที่ 6



รูปที่ 7



รูปที่ 8



29. รูปใดแบ่งระนาบออกเป็น 2 ขอบเขต

ก. รูปที่ 1

ค. รูปที่ 6

ข. รูปที่ 2

ง. รูปที่ 7

30. รูปใดแบ่งระนาบออกเป็น 3 ขอบเขต

ก. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 7

ข. รูปที่ 5

ง. รูปที่ 8

31. รูปใดแบ่งระนาบออกเป็น 4 ขอบเขต

ก. รูปที่ 3

ข. รูปที่ 4

ค. รูปที่ 5

ง. รูปที่ 7

32. รูปใดแบ่งระนาบออกเป็นขอบเขตมากที่สุด

ก. รูปที่ 3

ข. รูปที่ 4

ค. รูปที่ 5

ง. รูปที่ 8

33. รูปใดไม่แบ่งระนาบออกเป็นขอบเขตเลย

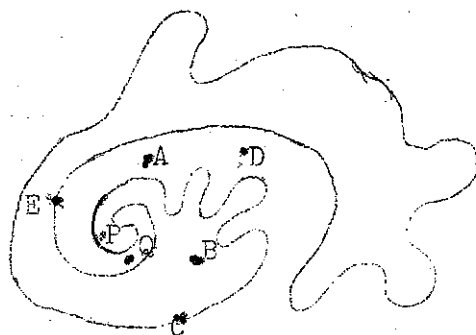
ก. รูปที่ 4

ข. รูปที่ 6

ค. รูปที่ 7

ง. รูปที่ 8

จากรูปต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 34-36



34. จุดใดเป็นจุดที่อยู่ภายนอกขอบเขต

ก. จุด P

ข. จุด Q

ค. จุด A

ง. จุด E

35. จุดใดเป็นจุดที่อยู่ภายในขอบเขต

ก. จุด P

ข. จุด Q

ค. จุด A

ง. จุด E

36. จุดใดเป็นจุดที่อยู่บนเส้นขอบเขต

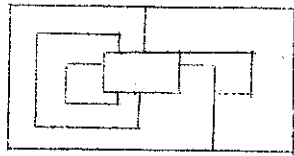
ก. จุด C

ข. จุด A

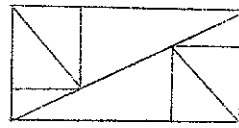
ค. จุด B

ง. จุด D

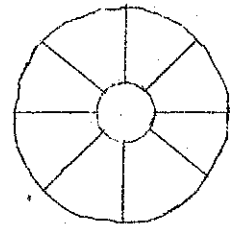
จากรูปต่อไปนี้ ถ้าเราจะใช้สี่เหลี่ยมระบายแต่ละขอบเขต ขอบเขตที่มีเส้นแบ่งขอบเขตติดต่อกัน
ใช้สีต่างกัน จะต้องใช้สีอย่างน้อยที่สุดกี่สี



รูปที่ 1



รูปที่ 3



รูปที่ 2

37. ระบายสีรูปที่ 1

ก. ใช้สี 5 สี

ค. ใช้สี 3 สี

ข. ใช้สี 4 สี

ง. ใช้สี 2 สี

38. ระบายสีรูปที่ 2

ก. ใช้สี 5 สี

ค. ใช้สี 3 สี

ข. ใช้สี 4 สี

ง. ใช้สี 2 สี

39. ระบายสีรูปที่ 3

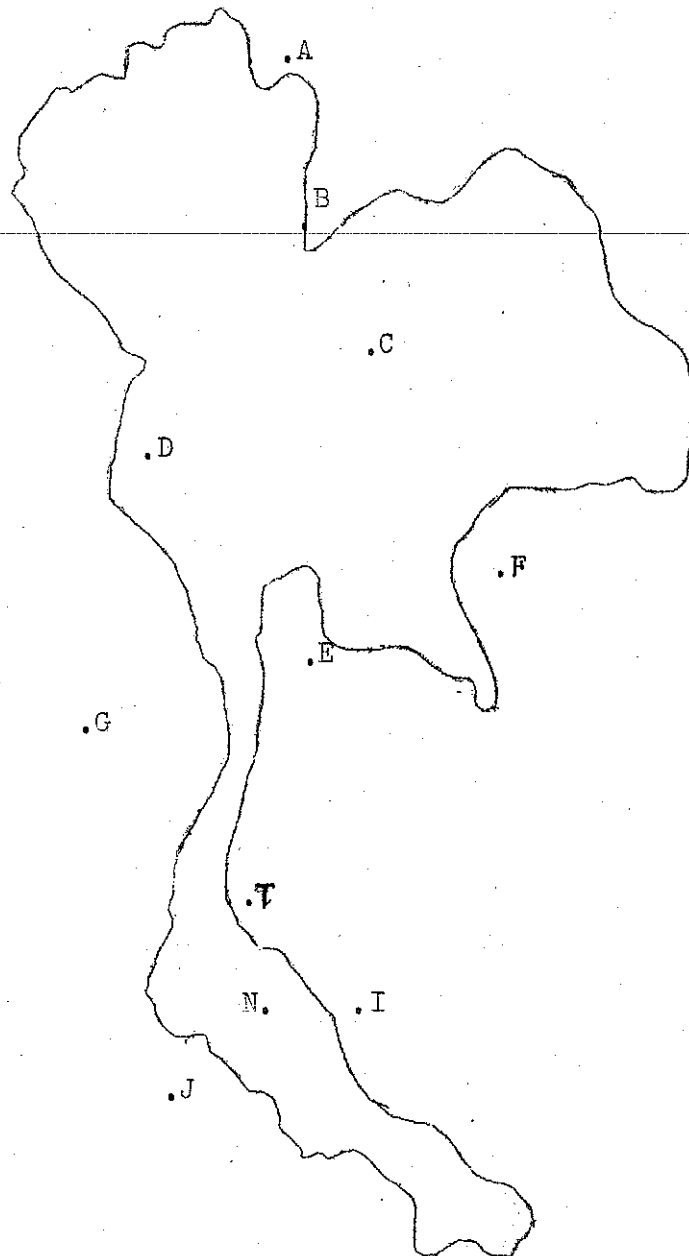
ก. ใช้สี 5 สี

ค. ใช้สี 3 สี

ข. ใช้สี 4 สี

ง. ใช้สี 2 สี

ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 40-44



40. จุดใดเป็นจุดที่อยู่บนเส้นแบ่งขอบเขต

ก. จุด A

ค. จุด G

ข. จุด C

ง. จุด J

41. จุดใดเป็นจุดที่อยู่ภายนอกขอบเขต

ก. จุด I

ค. จุด D

ข. จุด H

ง. จุด N

จุดใดเมื่อลากเส้นเชื่อมแล้วไม่ผ่านเส้นแบ่งขอบเขต

42. ก. จุด N กับจุด D

ค. จุด D กับจุด E

ข. จุด N กับจุด F

ง. จุด G กับ C

43. ก. จุด N กับจุด J

ค. จุด F กับจุด G

ข. จุด C กับจุด E

ง. จุด D กับจุด I

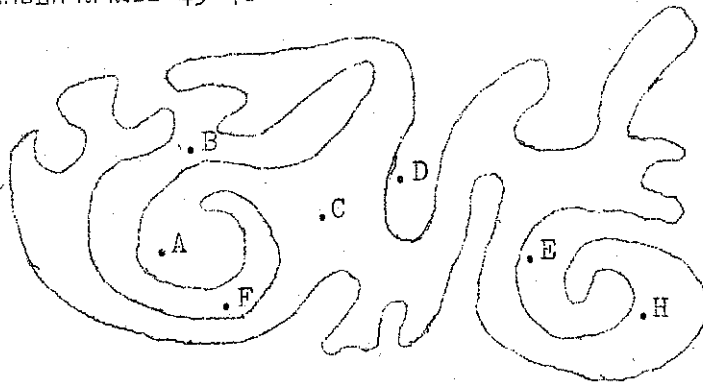
44. ก. จุด N กับจุด C

ค. จุด G กับจุด D

ข. จุด J กับจุด C

ง. จุด F กับจุด N

ให้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 45-48



45. รูปที่เขียนให้ดูนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. เป็นรูปปิดครั้งเดียว

ค. เป็นรูปปิด 2 ครั้ง

ข. ไม่เป็นรูปปิด

ง. เป็นรูปปิดมากกว่า 2 ครั้ง

46. จุดใดเป็นจุดที่อยู่ภายในขอบเขต

ก. จุด E

ข. จุด D

ค. จุด A

ง. จุด F

47. จุดใดเป็นจุดลากเส้นเชื่อมแล้วไม่ผ่านเส้นแบ่งขอบเขต

ก. จุด A กับจุด F

ข. จุด B กับจุด D

ค. จุด F กับจุด C

ง. จุด A กับจุด E

48. จุดใดเป็นจุดที่อยู่ภายนอกขอบเขต

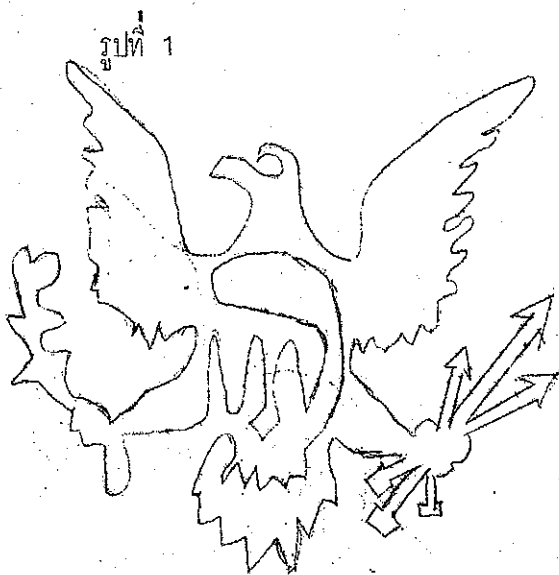
ก. จุด E

ข. จุด A

ค. จุด H

ง. จุด C

ใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 49-50



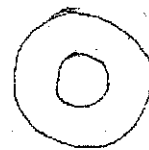
รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4



49. รูปใดเป็นรูปปิดรั้งเดียว

ก. รูปที่ 1

ข. รูปที่ 2

ค. รูปที่ 3

ง. ไม่มีรูปใดเป็นรูปปิดรั้งเดียว

50. รูปที่ 1 แบ่งระนาบออกเป็นกี่ขอบเขต

ก. 15 ขอบเขต

ข. 10 ขอบเขต

ค. 6 ขอบเขต

ง. 2 ขอบเขต

แบบทดสอบตอบไปโดยอัตโนมัติ 2

1. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้สิ่งใดไม่เป็น Network

ก. ไบรรท์

ข. กรอบหน้าต่าง

ค. ลูกตะกร้อ

ง. เน็ตบิงปอง

2. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้สิ่งใดเป็น Network

ก. ประตูฟุตบอล

ข. คินสอ

ค. แผนกระดาษสมุด

ง. ฟันโต๊ะ

3. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้สิ่งใด ไม่เป็น Network

ก. คางขาย

ข. หวงบาสเกตบอล

ค. ยางวง

ง. ลูกฟุตบอล

4. ลักษณะของสิ่งต่อไปนี้สิ่งใดไม่เป็น Network

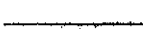
ก. ถนนตัดกันเป็นสี่แยก

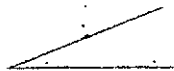
ข. ถนนที่วงเวียนใหญ่

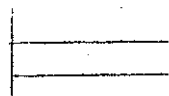
ค. ถนนตัดกันเป็นสามแยก

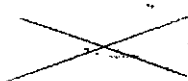
ง. ถนนสายเดียวไม่มีทางแยก

5. รูปใดไม่เป็น Network

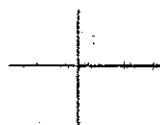
ก. 

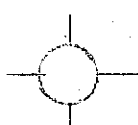
ข. 

ค. 

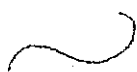
ง. 

6. รูปใดไม่เป็น Network

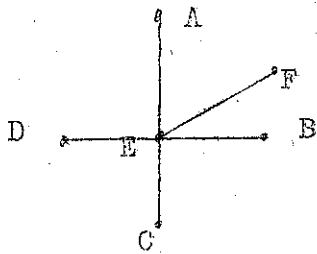
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

7. จากรูป จุดใดเป็น Node



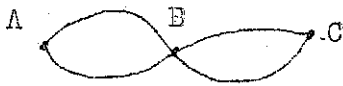
ก. จุด E

ข. จุด D

ค. จุด B

ง. เป็น Node ทุกจุด

8. จากรูปจุดใดเป็น Node



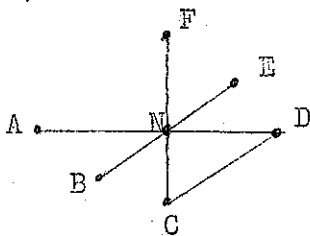
ก. จุด A

ข. จุด B

ค. จุด C

ง. เป็น Node ทั้ง 3 จุด

9. จากรูปจุดใดไม่เป็น Node



ก. จุด A

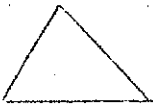
ข. จุด B

ค. จุด F

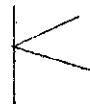
ง. ไม่เป็น Node ทั้ง 3 จุด

10. รูปใดไม่เป็น Network

ก.



ข.

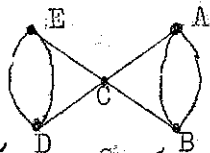


ค.



ง. เป็น Network ทั้ง 3 รูป

11. จากรูป จุดใดเป็น Node จำนวน 1



ก. จุด E

ข. จุด D

ค. จุด C

ง. จุด D และ E เป็น Node จำนวน

12. จากรูปในข้อ 11 จุดใดเป็น Node จำนวน 1

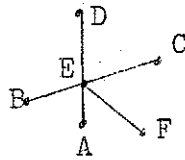
ก. จุด C

ข. จุด B

ค. จุด A

ง. จุด A และ B เป็น Node จำนวน

13. จากรูป จุดใดเป็น Node จำนวนคี่



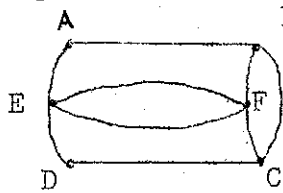
ก. จุด D

ข. จุด E

ค. จุด F

ง. เป็น Node จำนวนคี่ทุกจุด

14. จากรูปมี Node จำนวนคี่กี่จุด



ก. มี 4 จุด

ข. มี 3 จุด

ค. มี 2 จุด

ง. ไม่มี Node จำนวนคี่เลย

15. จากรูปในข้อ 14 มี Node จำนวนคี่กี่จุด

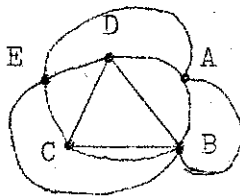
ก. มี 4 จุด

ข. มี 3 จุด

ค. มี 2 จุด

ง. ไม่มี Node จำนวนคี่เลย

16. จากรูปมี Node จำนวนคี่กี่จุด



ก. มี 4 จุด

ข. มี 3 จุด

ค. มี 2 จุด

ง. ไม่มี Node จำนวนคี่เลย

17. จากรูปในข้อ 16 มี Node จำนวนคี่กี่จุด

ก. มี 5 จุด

ข. มี 4 จุด

ค. มี 3 จุด

ง. มี 2 จุด

จากรูปในแต่ละข้อต่อไปนี้ รูปใดสามารถลากเส้นไปตามรอยเส้นของรูปเดิมให้ผ่านทุกเส้นได้โดยไม่ลากซ้ำเส้นเดิม และไม่ยกมือขึ้น

18. ก.

ข.

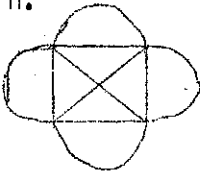
ค.

ง. ลากได้ทุกรูป

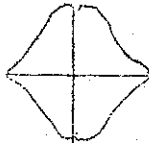


19.

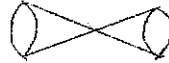
ก.



ข.



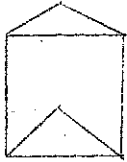
ค.



ง. ไม่สามารถลากรูปใดก็ได้

20.

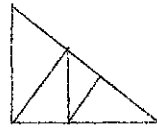
ก.



ข.



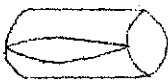
ค.



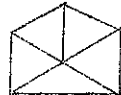
ง. ไม่สามารถลากรูปใดก็ได้

21.

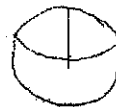
ก.



ข.



ค.

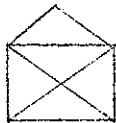


ง. สามารถลากได้ทุกรูป

จากรูปในแต่ละข้อต่อไปนี้ รูปใด ไม่สามารถลากเส้นไปตามรอยเส้นของรูปเดิมให้ผ่านทุกเส้นได้ โดยไม่ซ้ำเส้นเดิม และไม่ยกมือขึ้น

22.

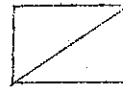
ก.



ข.



ค.

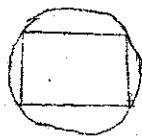


ง.

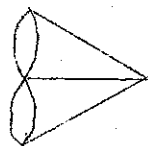


23.

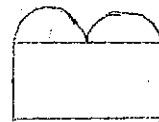
ก.



ข.



ค.



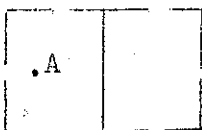
ง.

ลากได้ทุกรูป

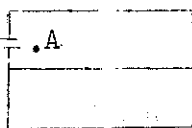
24.

จากแผนผังห้องต่อไปนี้ รูปใดสามารถเดินทางจากจุด A ผ่านทุกประตู โดยที่แต่ละประตูต้องผ่านเพียงครั้งเดียวเท่านั้น แล้วกลับมาที่จุด A ตามเดิมได้

ก.



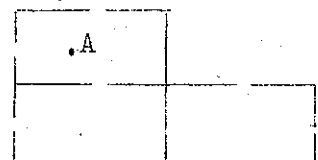
ข.



ค.



ง.



แบบทดสอบหอปโปโลยี ชุดที่ 3

จาก 4 รูปในแต่ละข้อต่อไปนี้ ทั้งข้อ 1-9 รูปใดมีลักษณะแตกต่างออกไปจากรูปอื่น

1. ก.



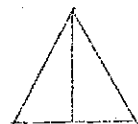
ข.



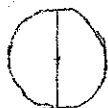
ค.



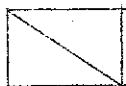
ง.



2. ก.



ข.



ค.



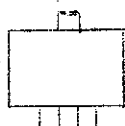
ง.



3. ก.



ข.



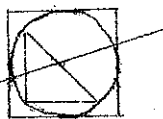
ค.



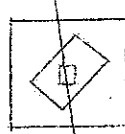
ง.



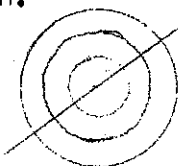
4. ก.



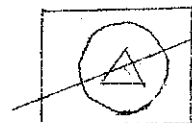
ข.



ค.



ง.



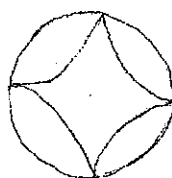
5. ก.



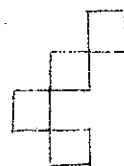
ข.



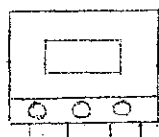
ค.



ง.



6. ก.



ข.



ค.

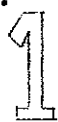


ง. มีลักษณะเหมือนกันหมด

ทั้ง 3 รูป

7.

ก.



ข.



ค.



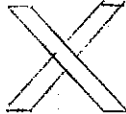
ง.



8. ก.



ข.



ค.



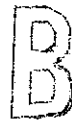
ง.



9. ก.



ข.



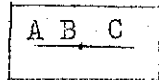
ค.



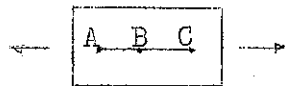
ง.



ลากส่วนของเส้นตรง ABC ลงบนแผนยาง ดังรูป



A คือแผนยางออกทางขวามือและซ้ายมือพร้อม ๆ กัน ดังรูป จงตอบคำถามข้อ 10-11



10. ส่วนของเส้นตรงจะยาวเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นเดิม

ก. ยาวเท่าเดิม

ข. สั้นกว่าเดิม

ค. ยาวกว่าเดิม

ง. ไม่แน่นอน

11. จุด A, B, C เรียงลำดับกันอย่างไร

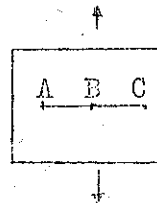
ก. ยังคงเรียงลำดับ ABC เหมือนเดิม

ข. เปลี่ยนลำดับเป็น BAC

ค. เปลี่ยนลำดับเป็น ACB

ง. บอกไม่ได้

B คือแผนยางขึ้นบนและลงล่างพร้อมกัน ดังรูป จงตอบคำถามข้อ 12-13



ภาคผนวก ค.

เนื้อหาที่ใช้สอน

บทที่ 1

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อสร้างความเข้าใจเรื่อง จุด เส้น รูปปิด พื้นผิว ขอบเขต และระนาบ
2. เพื่อสร้างความเข้าใจเรื่อง รูปทรงเหลี่ยม และรูปทรงหน้าเดียว

เนื้อเรื่อง

1. จุด

- 1.1 ลักษณะของจุดที่เคยเห็น เช่น ปลายดินสอ จุดมุมกระดาษ ฯลฯ
- 1.2 การเขียนเครื่องหมายแทนคำว่าจุด คือ “•”

2. เส้น

- 2.1 ลักษณะของเส้น เช่น แนวทางเดินของมด
- 2.2 เส้นที่ไม่ตัดตัวเอง
- 2.3 ส่วนของเส้น

3. รูปปิด

- 3.1 รูปปิดครึ่งเดียว
- 3.2 ลักษณะของรูปปิดที่เป็นรูปเหลี่ยมต่าง ๆ และวงกลม
- 3.3 พื้นผิว
- 3.4 ขอบเขต

4. รูปทรงเหลี่ยม และรูปทรงหน้าเดียว

บทที่ 2

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อสร้างความเข้าใจเรื่อง Network และ Node
2. เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับทิศทางของเส้น

เนื้อเรื่อง

1. Network
 - 1.1 นิยามของ Network
 - 1.2 Node
 - 1.2.1 Node จำนวนกี่
 - 1.2.1 Node จำนวนคู่
2. การลากเส้นไปตามรอยเส้นเคมของ Network ที่เป็นรูปปิด ให้ผ่านทุกเส้นโดยไม่ลากซ้ำเส้นเคมและไม่ยกมือขึ้น

บทที่ 3

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อสร้างความเข้าใจเรื่องการแปลงสภาพแบบทอพอโลยี
2. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักสังเกตสิ่งของหรือวัตถุต่าง ๆ ที่เกิดจากการแปลงสภาพแล้วทำให้มีลักษณะคล้ายกัน

เนื้อเรื่อง

การแปลงสภาพแบบทอพอโลยี

- ก. การแปลงสภาพโดยการดึงและการทำให้โค้ง
- ข. ลักษณะคล้ายกันของรูปปิด
- ค. ลักษณะคล้ายกันของรูปทรงกลมและรูปทรงเหลี่ยมต่าง ๆ