ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สารนิพนธ์

ของ

นางสาวพิมพา จันทาแล้ว

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กรกฎาคม 2547

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ศ
ท
ด
ส
ส.3

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

นางสาวพิมพา จันทาแล้ว

2 4 ก.ย. 2547

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กรกฎาคม 2547

h 252004

พิมพา จันทาแล้ว. (2547). *ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างชุดงานประดิษฐ์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับใช้ในกิจกรรมประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2546 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจมาสมัครในการเข้าร่วมกิจกรรมงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ แบบแผนการทดลองที่ใช้คือ One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ t-test Dependent

ผลการศึกษาพบว่า

ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

MATHEMATICAL CREATION PACKAGES TO DEVELOP MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS' CREATIVITY

AN ABSTRACT

BY

MISS PIMPA JANTALAEW

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
July 2004

Pimpa Jantalaew. (2004). *Mathematical Creation Packages to Develop Mathayamsuksa 1 Student's Creativity*. Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor : Assoc. Prof. Dr.Chaweewan Sawetamalya.

The purposes of this research were to construct mathematical creation packages in order to apply to Mathayomsuksa 1 students' mathematics instruction activity and to compare their creativity before and after using these packages.

The subjects were 30 Mathayomsuksa 1 students of the 2003 academic year at Darunaratchaburi school, Amphur Muang, Ratchaburi obtained by using Simple Random Sampling from those who volunteered in this activity. The One Group Pretest – Posttest Design was used in this study. The t-test Dependent was used to analyze data.

The results of this study revealed that :

Mathayomsuksa 1 students' creativity after being taught was statistically higher than that before the instruction at the .01 level of significance by using mathematical creation packages.

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมเพชร ฉัตรศุภกุล)

วันที่ 30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะตลอดจนดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และอาจารย์บุญรัก ลาดสูงเนิน ที่กรุณาให้เกียรติเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทดลองในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภัสสร เอมโกษา ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนดรุณราชบุรี คณะครู-อาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณะครู-อาจารย์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ที่ให้ความร่วมมือจึงทำให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ทุกคนในครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจ ความห่วงใย และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดมา

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) และเพื่อนครูทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

พิมพา จันทาแล้ว

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	เอกสารเกี่ยวกับงานประดิษฐ์	8
	ความหมายของงานประดิษฐ์	8
	องค์ประกอบของงานประดิษฐ์	9
	ลักษณะของบุคคลที่มีความถนัดในการประดิษฐ์	9
	หลักการสร้างงานประดิษฐ์	9
	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานประดิษฐ์	10
	ลักษณะของงานประดิษฐ์	11
	ความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์	12
	การจัดการเรียนการสอนงานประดิษฐ์	13
	หลักการจัดการเวลาให้เหมาะสมกับงาน	14
	เอกสารเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์	15
	การพับกระดาษ	15
	ประวัติและการพับกระดาษออริกามิ (Origami)	16
	ประวัติของ เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ (Biography's M.C. Escher)	23
	โครงงานคณิตศาสตร์ (Mathematics Projects)	32
	โครงงานคณิตศาสตร์กับงานประดิษฐ์คณิตศาสตร์	37
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์	38
	ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	38
	องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	40
	ลักษณะพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	ลักษณะของบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	43
	การวัดความคิดสร้างสรรค์	44
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานประดิษฐ์	45
	งานวิจัยในต่างประเทศ	45
	งานวิจัยในประเทศ	40
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	48
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	48
	ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า	49
	แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	49
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	49
	วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล	54
	การวิเคราะห์ข้อมูล	54
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	55
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	57
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	59
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	59
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	59
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	59
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	59
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	60
	การวิเคราะห์ข้อมูล	62
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5(ต่อ)	อภิปรายผล	62
	ข้อเสนอแนะ	64
	ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป	64
บรรณานุกรม		66
ภาคผนวก		72
	ภาคผนวก ก	73
	ภาคผนวก ข	78
	ภาคผนวก ค	86
	ภาคผนวก ง	127
	ภาคผนวก จ	137
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์		139

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการทดลองแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 49

2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ 58

3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ 58

4 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนการสอน และหลังการสอน และค่าของผลต่างคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอน (D) 74

5 ช่วงคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการสอน 75

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 สัญลักษณ์การพับกระดาษของแอนดี้ และเจอเรมี่ 21
2 การติดดอก “Math Flower” 99
3 กิจกรรม “Math Flower” 131
4 กิจกรรม “Math Dahlia” 133
5 กิจกรรม “บ้านเล็กในป่าใหญ่” 135

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ในโลกรวมทั้งประเทศไทยของเรา กำลังเข้าสู่แนวคิดการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน (sustainable development) คุณภาพของคนเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศ และความอยู่รอดของสังคมที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ การสื่อสารเทคโนโลยีต่างๆ ซึ่งความเจริญก้าวหน้าดังกล่าวเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขณะเดียวกันวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยคณิตศาสตร์ เพราะหากไม่มีคณิตศาสตร์ แล้ววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างก็ไม่สามารถพัฒนาไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ซี.จี. ดาร์วิน (C.G. Darwin) ที่กล่าวว่า "การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ทุกครั้งจะต้องอยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ เพราะไม่มีสิ่งอื่นใดที่จะนำทางเราได้" (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2545 – 2546 :15)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาของทุกหน่วยงานและทุกสังคม เพราะผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ย่อมไม่หยุดนิ่งที่จะอยู่กับความซ้ำซาก จะพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลง คิดค้นวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากกว่ามาประยุกต์ใช้เสมอ จะเห็นได้จากการที่โลกของเราเจริญก้าวหน้ามาถึงยุคอวกาศ ยุคคอมพิวเตอร์ได้เช่นนี้ ก็เพราะว่าเป็นผลผลิตจากผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น (จำลอง ภู่บำรุง. 2530 : 20-21) ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีหลายรูปแบบ กิลฟอร์ด (Guilford) ได้แบ่งออกเป็นความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 30–31) ประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทยของเรายังต้องการผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ แต่จากการศึกษาศักยภาพของเด็กไทย ของกรมวิชาการพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขาดความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2540 14–15) แนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เด็กได้มีความคิดสร้างสรรค์ได้ก็คือการจัดการศึกษา เพราะความคิดสร้างสรรค์สามารถสอนกันได้ และแนะนำกันได้ (จำลอง ภู่บำรุง. 2530 : 21)

ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ องค์ประกอบที่สำคัญก็คือ หลักสูตร วิธีการสอน และนักเรียน การจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สำคัญอันหนึ่งก็คือ ให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ สาระที่ 6 กล่าวถึงทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ. 2545 : 4 – 14) จึงเป็นที่ยืนยันได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ และอาศัยการคิดที่เน้นแบบแผน มีขั้นตอนและเหตุผล จึงทำให้นักเรียนส่วนมากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน เรียนไม่เข้าใจ และเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน แต่วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ได้พัฒนาผู้เรียน สังคม และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ จึงถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรที่นักเรียนทุกคนต้องศึกษา (สิริพร ทิพย์คง. 2539 : 1) จะเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2545 – 2546 : 15) วิชาเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเรื่อง รูปทรง คณิตกับศิลปะ การแปลงงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จะเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยให้กลุ่มนักเรียนที่สนใจปฏิบัติในช่วงวันและเวลาที่กำหนดให้ เช่นการพับกระดาษออริกามิ (Origami) ซึ่งการพับกระดาษไม่เพียงแต่ทำให้การเรียนง่ายขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยสร้างประสบการณ์พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นไป การพับกระดาษยังสามารถแสดงแนวคิดต่างๆ ของวิชาเรขาคณิต ซึ่งอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีในรูปธรรมให้ชัดเจนขึ้น (กรมวิชาการ. : 2539 : 1) นอกจากนี้การพับกระดาษออริกามิ ยังช่วยทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ในเรื่องเรขาคณิตเศษส่วน และการแก้ปัญหาง่ายขึ้น เพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์ทางศิลปะ และช่วยให้เกิดความเพลิดเพลิน สนุกสนาน คลายเครียด ช่วยให้กล้ามเนื้อมือแข็งแรง ช่วยท่องจำและช่วยกระบวนการจินตนาการ ฝึกให้มีปฏิภาณไหวพริบ (Andy. 1999. file : //F : tqjunior, Pearl. 1994 : 111) ทำให้เกิดผลงานทางศิลปะ สวยงาม น่าพิศวง (ปฐมาพร อาสน์วิเชียร และศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา. 2540 : 197) หรือนำมาจัดทำเป็นโมบาย (Mobile) จะยิ่งเพิ่มความสวยงามและให้เกิดความรักในวิชาคณิตศาสตร์ (สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์. 2544 : 202) หรือจัดทำเป็นโครงงานให้นักเรียนเกิดความซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในเชิงประวัติศาสตร์และสังคม (สุวร กาญจนมยูร. 2544 : 34) ส่วนการแปลงเทสเซลเลชั่น สามารถไปประยุกต์สร้างสรรค์งานศิลปะให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงงานศิลปะกับคณิตศาสตร์ และยังสามารถนำไปใช้ในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตได้อีกด้วย (จารุวรรณ แสงทอง, รจนา รัตนานิคม และวันดี ตีระสหกุล. 2545 : 13) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรทำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สนใจได้เข้าร่วมกิจกรรมนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับใช้ในกิจกรรมประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และเพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.1 ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่อยู่ที่โรงเรียนดรุณาราชบุรี และสนใจมาสมัครในการเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 250 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจมาสมัครในการเข้าร่วมกิจกรรมงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การหาพื้นที่ การหาปริมาตร รูปสมมาตร การสะท้อน การแปลงทางเรขาคณิต เศษส่วน สมการ และการแก้ปัญหา

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ในเวลา 6 วัน ๆ ละ 3 คาบ

4. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **งานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การรู้จักคิดค้นชิ้นงานที่เกิดจากการใช้ความรู้พื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องเรขาคณิต ผสมผสานกับงานศิลปะ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความงดงามและมีเสน่ห์ในตัวเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีทักษะกระบวนการในการทำงานและการแก้ปัญหาร่วมกัน ทั้งยังช่วยให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินมีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง

2. **ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ชุดงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เรื่องการหาพื้นที่ การหาปริมาตร รูปสมมาตร การสะท้อน การแปลงทางเรขาคณิต เศษส่วน สมการและการแก้ปัญหา ซึ่งได้จัดทำขึ้นทั้งหมด 12 ชุด คือ Math Flower, Math Hydrangea, Math Daisy, Math Dahlia, Fractal Card, "Sierpinski gasket" Card, โมบายมหัศจรรย์ รูปทรงหลายเหลี่ยมที่ไร้กาว คณิตกับความงาม กล่องแสนสวยหกเหลี่ยม บ้านเล็กในป่าใหญ่ และกล่องของขวัญสุดเก๋ แต่ละชุดประกอบด้วย หัวข้อดังนี้

2.1 ชื่องานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ระบุหมายเลขและชื่อกิจกรรม

2.2 เนื้อหาสาระ เสนอความรู้ในเรื่องที่จะทำกิจกรรมโดยเขียนอธิบายเนื้อหาหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐาน

2.3 รายการอุปกรณ์ ระบุรายการวัสดุอุปกรณ์ และจำนวนในแต่ละกิจกรรม

2.4 กิจกรรมการปฏิบัติ เป็นส่วนที่ระบุว่านักเรียนต้องทำอะไรบ้าง

2.5 เสนอผลงาน เป็นส่วนที่ทำให้นักเรียนเสนอผลงาน โดยแสดงให้เห็นประโยชน์และความคิดสร้างสรรค์ของงานประดิษฐ์ พร้อมอธิบายประกอบการเสนอ ผลงาน

3. **การสอนโดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การจัดกิจกรรมให้นักเรียนดำเนินตามขั้นตอนที่กำหนดในชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1 ขั้นนำ

- ครูชี้แจงถึงขั้นตอนการเรียน โดยชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ บอกถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์
- ครูแจกชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์พร้อมอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้แต่ละกลุ่ม

3.5 ขั้นปฏิบัติ

- ให้นักเรียนศึกษาชุดงานประดิษฐ์ ออกแบบงานประดิษฐ์ให้ได้หลาย ๆ แบบ โดยให้ออกแบบงานประดิษฐ์ เป็นรายบุคคลก่อน

- ให้นักเรียนร่วมกันเลือกแบบ จากการออกแบบงานประดิษฐ์รายบุคคลมาปรับปรุง พร้อมเขียนแบบด้วยลายเส้นอย่างง่ายให้สมบูรณ์
- นักเรียนลงมือสร้างงานประดิษฐ์
- ให้นักเรียนบันทึกปัญหาในการสร้าง การแก้ปัญหาและและผลที่ได้
- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และบันทึกผลเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ที่กลุ่มร่วมกันสร้างนำไปปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

3.3 ขั้นสรุป

- ให้นักเรียนเสนอผลงาน ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้างและการคิดปรับปรุงชิ้นงาน
- ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยนำข้อดี และจุดเด่นของแต่ละกลุ่มที่ออกมารายงาน นำมาคิดปรับปรุงประดิษฐ์ใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

3.4 ขั้นประเมินผล

- สังเกตการปฏิบัติงาน
- การเสนอผลงาน

4. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์ มีอิสรภาพทางความคิด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544 : 29) ความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford) ประกอบด้วยสถานะของความคิด 4 อย่าง คือ

4.1 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า Wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผล แล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มจึงต้องเป็นคนกล้าคิดกล้าแสดงออกพร้อมกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

4.2 ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหา จะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามต้องการ

4.3 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

4.3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทาง ในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้เพียงแนวทางเดียว

4.3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลงเป็นความสามารถในการคิด ดัดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน

4.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิดและประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสำเร็จ (อารี รังสินันท์. 2527 : 24 – 34)

5. **การวัดความคิดสร้างสรรค์** ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัยแนวทางเดียวกับวินัย สอนดี (2534 : 95 – 96) เป็นแบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ (Non-Verbal tasks) จำนวน 2 ฉบับ 4 ข้อ และแบบทดสอบที่ใช้ภาษา (Verbal tasks) จำนวน 4 ฉบับ 8 ข้อ รวมแบบทดสอบทั้งหมด 6 ฉบับ 12 ข้อ

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนการทดลอง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนองานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับงานประดิษฐ์
   1.1 ความหมายของงานประดิษฐ์
   1.2 องค์ประกอบของงานประดิษฐ์
   1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความถนัดในการประดิษฐ์
   1.4 หลักการสร้างงานประดิษฐ์
   1.5 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานประดิษฐ์
   1.6 ลักษณะของงานประดิษฐ์
   1.7 ความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์
   1.8 การจัดการเรียนการสอนงานประดิษฐ์
   1.9 หลักการจัดการเวลาให้เหมาะสมกับงาน
2. เอกสารเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์
   2.1 การพับกระดาษ
   2.2 ประวัติและการพับกระดาษออริกามิ
   2.3 ประวัติของ เอ็ม.ซี.เอสเชอร์ และเทสเซลเลชั่น
   2.4 โครงงานคณิตศาสตร์
3. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
   3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
   3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
   3.3 ลักษณะพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
   3.4 ลักษณะของบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
   3.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานประดิษฐ์
   4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารเกี่ยวกับงานประดิษฐ์

การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับวิชาการงานและงานอาชีพ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลักสูตรได้เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกเรียนตามความสนใจและความเหมาะสม โดยเฉพาะวิชาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติ มุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตหรือสิ่งประดิษฐ์ จะเห็นได้ชัดในรายวิชา ง 015 (งานผลิตภัณฑ์ จากวัสดุท้องถิ่น ผลผลิต ศ 0111 (การออกแบบ) รายวิชา ช 0188 (ช่างประดิษฐ์จำลอง) และ ช 0161 (ช่างประดิษฐ์ของชำร่วย) วิชาเหล่านี้ มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวางแผน ออกแบบ ประดิษฐ์ ตกแต่ง และมีความคิดสร้างสรรค์

1.1 ความหมายของงานประดิษฐ์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของคำว่า การประดิษฐ์กับงานประดิษฐ์มีความหมายในทิศทางเดียวกัน

ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 503) ได้นิยามคำว่าประดิษฐ์ ไว้ดังนี้ ถ้าเป็นคำกริยา หมายถึง ตั้งขึ้น จัดทำขึ้น สร้างขึ้น ถ้าเป็นคุณศัพท์ หมายถึง ที่จัดทำขึ้นให้เหมือนของจริง

ไพบูลย์ เจริญกุล (2532 : 713 – 715) ได้ให้ความหมาย การประดิษฐ์ ว่าหมายถึง การรู้จักคิดสร้างหรือจัดทำสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการหรือจัดทำขึ้นเพื่อความเพลิดเพลินในยามว่าง โดยการนำวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่มีใช้ในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ให้มีคุณค่าสามารถนำไปใช้ได้ตามต้องการ

ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2535 : ข) ได้กล่าวว่า การประดิษฐ์เศษวัสดุเป็นการนำวัสดุที่ไม่มีประโยชน์หรือเหลือใช้มาทำให้เกิดคุณค่าทางด้านความงาม มีประโยชน์ใช้สอยได้จริง เศษวัสดุสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เศษวัสดุจากธรรมชาติ และเศษวัสดุเหลือใช้

วรรณี วงศ์พานิชย์ (2544 : 3) งานประดิษฐ์ หมายถึง ชิ้นงานที่สร้างขึ้น หรือจัดทำให้เหมือนของจริงโดยใช้วัสดุชนิดเดียว หรือหลายชนิดประกอบกันเป็นชิ้นงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการใดการหนึ่ง

จะเห็นได้ว่างานประดิษฐ์ หมายถึง การรู้จักคิดสร้างจัดทำสิ่งต่าง ๆ ตามความสนใจและความต้องการ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้และการรู้จักใช้เวลาให้เกิดประโยชน์ ให้เกิดความเพลิดเพลิน จากวัสดุ อุปกรณ์ ที่เหลือใช้ ที่สำคัญได้ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านความสวยงาม มีคุณค่า น่าสนใจ เป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป

1.2 องค์ประกอบของงานประดิษฐ์

มานพ ถนอมศรี และคณะ (2532 : 8) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นสิ่งที่อยู่ในคนทุกคน พบในพฤติกรรม 2 ทาง ได้แก่ พฤติกรรมทางสมองและพฤติกรรมทางกาย เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่เกิดจากประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม ความคิด

จินตนาการและการแสดงออกเป็นความคิดและการกระทำที่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ของความดีและความถูกต้อง เป็นความคิดและการกระทำในขณะที่สมองทำงานตามปกติ และมีสติสัมปชัญญะสมบูรณ์ เป็นความฉลาดของมนุษย์ในการปรับสิ่งแวดล้อมและการรับรู้ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความถนัดในการประดิษฐ์

มานพ ถนอมศรี และคณะ (2532 : 8) ได้กล่าวถึง ผู้ที่มีคุณลักษณะเกี่ยวกับการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ร่าเริง กระตือรือร้น ชอบแสวงหาความรู้ใหม่ ถ้าเป็นเด็กออกจะซุกซนอยู่ไม่นิ่ง
2. ช่างคิด ขี้สงสัย ช่างสังเกต อยากรู้อยากเห็น ชอบศึกษาทดลอง
3. ไม่พอใจในสิ่งที่มีอยู่ ต้องการพัฒนาให้ก้าวหน้า
4. เปิดเผย อารมณ์ดี มีมนุษย์สัมพันธ์เยี่ยม
5. ชอบทำสิ่งท้าทายความสามารถหรือชอบเสี่ยง
6. มีความสามารถในการแก้ปัญหาดี
7. มีความสามารถคิดทั้งแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์
8. มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีเหตุผล

โช สาลีฉัน (2541 : 31–32) กล่าวถึงคุณสมบัติของผู้ที่จะประดิษฐ์สร้างอุปกรณ์ได้ ผลดี ไว้ดังนี้

1. ต้องเป็นนักสังเกต เมื่อพบเห็นสิ่งใดแล้ว ต้องรู้จักสังเกตอย่างรอบคอบว่าสิ่งที่พบเห็นเป็นอะไร มีอะไรเป็นส่วนประกอบ รูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร เป็นต้น

2. ต้องมีวิริยะอุตสาหะในการทำงาน ไม่ย่อท้อ ต้องพยายามแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้ลุล่วงไปได้

3. ต้องรู้จักหลักการของเครื่องมือ และเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดประดิษฐ์สิ่ง นั้น ๆ เป็นอย่างดี

1.4 หลักการสร้างสรรค์งานประดิษฐ์

วรรณี วงศ์พานิชย์ (2544 : 5) ได้กล่าวถึงการสร้างสรรค์งานประดิษฐ์ให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนต้องมีความพึงพอใจในการทำงาน โดยยึดหลักการดังนี้

1) หมั่นศึกษาหาความรู้ในงานที่ตนเองสนใจ โดยศึกษาจากผู้ชำนาญการในชุมชนหรือท้องถิ่นนั้น ๆ หรือศึกษาหาความรู้จากโรงเรียนหรือสถาบันต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาตัวอย่างจากสิ่งประดิษฐ์ที่สนใจ เป็นต้น

2) ศึกษาหลักการวิธีการ หรือขั้นตอนการปฏิบัติงาน ในการประดิษฐ์ชิ้นงานอาจเลียนแบบชิ้นงานจากภาพหรือชิ้นงานจริง ซึ่งผู้เรียนควรศึกษาหลักการและวิธีการในการ

ประดิษฐ์ชิ้นงานนั้น โดยการวิเคราะห์ด้วยตนเองหรือศึกษาจากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ หรือศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น วารสาร หนังสือ เป็นต้น

3) ทดลองปฏิบัติการประดิษฐ์ ในกรณีที่ผู้เรียน ต้องการสร้างสรรค์งานประดิษฐ์ขึ้นเองหรือที่เรียกว่า งานประดิษฐ์ประเภทนวัตกรรม ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าและทดลองปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้สร้างสรรค์ไว้ ซึ่งเป็นการลงมือทดลองทำในลักษณะลองผิดลองถูก และมีการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจนสำเร็จเป็นชิ้นงานประดิษฐ์ที่พึงพอใจ

1.5 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานประดิษฐ์

ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2535 : ข – จ) ได้กำหนดเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ได้ดังนี้

เศษวัสดุจากธรรมชาติ

สิ่งที่ได้จากธรรมชาติ ไม่ได้ใช้ประโยชน์แต่สามารถนำมาประดิษฐ์ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์หรือทำให้สวยงามได้ แยกประเภทตามแหล่งกำเนิดได้คือ

1. เศษวัสดุจากพืช ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช คือ ราก ลำต้น กิ่งใบ เปลือก ผล เมล็ด ดอก ฯลฯ

2. เศษวัสดุจากสัตว์ วัสดุต่าง ๆ ที่ได้จากสัตว์ เช่น เปลือก ตัวสัตว์ ผลผลิตจากสัตว์ สิ่งที่มักนำมาใช้ ได้แก่ เปลือกหอยต่าง ๆ ซากหอย ปะการัง กัลปังหา หอยเม่น ลิ้นทะเล ซากปู กุ้ง

3. เศษวัสดุอื่น ๆ ที่มาจากธรรมชาติ เช่น หิน ทราย

วัสดุเหลือใช้

ปกติตามบ้านมักมีวัสดุเหลือใช้มากมาย และมักทิ้งไปโดยไม่ทำประโยชน์ เพราะเก็บไว้ก็เปลืองที่ ทำให้รก ส่วนมากคนไม่เห็นความสำคัญ สามารถแบ่งวัสดุเหลือใช้ตามที่มาหรือประเภทของวัสดุได้ดังนี้

1. พลาสติก ปัจจุบันพลาสติกเป็นวัสดุที่ใช้กันแพร่หลาย หาได้ง่าย เช่น ขวดแชมพู ขวดน้ำดื่มบริสุทธิ์ กล่องต่างๆ ถุงพลาสติก ขวดยา หลอดยาสีฟัน หลอดดูดน้ำ กระป๋องแป้ง แกนหลอดด้าย ฯลฯ

2. กระดาษทุกชนิด เช่น กระดาษลัง กล่องนม หนังสือพิมพ์ ปกวารสารต่าง ๆ กระดาษเอกสารที่ไม่ใช้แล้ว กล่องใส่ของต่าง ๆ แกนกระดาษชำระ ถุงกระดาษ ปฏิทิน กระดาษห่อของขวัญ ล็อตเตอรี่ ปกสมุด ฯลฯ

3. โลหะ เช่น กระป๋องนม กระป๋องแป้ง กระป๋องน้ำอัดลม ตะปู น๊อต หมุดต่าง ๆ กระดาษตะกั่ว ฝาจุกน้ำอัดลม ฝาขวด

4. อื่นๆ มีวัสดุอื่น ๆ อีก เช่น ขวดเหล้า ผ้าต่าง ๆ ถุงเท้า ไหมพรม ริบบิ้น

เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการประดิษฐ์ตกแต่ง แปรรูปขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ดังนั้นเมื่อได้เรียนรู้วัสดุต่างๆ รู้จักลักษณะ และคุณสมบัติของเศษวัสดุแล้วนักเรียนสามารถเลือกเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมได้ เช่น

กระดาษต่าง ๆ ขนาดหนา – บาง ใช้กรรไกร ใบมีด

พลาสติก ใช้ใบมีด กรรไกรสารพัดประโยชน์

ผ้า ใช้กรรไกรสำหรับตัดผ้า

ไม้ ใช้เลื่อย เป็นต้น

นอกจากนั้นยังควรรู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการตัด เจาะใช้กับวัสดุเฉพาะอย่าง เช่น ที่เจาะตาไก่ เหล็กแหลม เหล็กหมาด ที่เจาะกระดาษ วัสดุปลายแหลม สว่าน เป็นต้น

วัสดุติด

วัสดุติดมีหลายชนิด ควรเลือกให้เหมาะสม เพื่อความประหยัด ทนทาน คล่องตัวในการใช้ วัสดุติดบางชนิดเป็นอันตรายควรระมัดระวัง บางชนิดราคาแพงควรพิจารณาวัสดุที่เหมาะสมกับงาน เช่น

1. แป้งเปียก เป็นวัสดุที่ราคาถูก ใช้กับกระดาษ
2. กาวลาเท็กซ์ เป็นวัสดุติดที่สารพัดประโยชน์ ใช้ติดวัสดุได้หลายชนิด โดยเฉพาะวัสดุต่างชนิดกัน
3. กาววิทยาศาสตร์ กาวที่เป็นสารเคมี มีคุณสมบัติในการติดที่รวดเร็วคงทน
4. แผ่นกาว ใช้สำหรับยึดติดชั่วคราว เพื่อให้วัสดุที่ใช้อยู่แห้ง หรืออาจใช้ยึดให้วัสดุอยู่กับที่ หรืออยู่ใกล้กัน มีทั้งแถบกาวใส ซึ่งมักเรียกสกอตเทป (Scotch Tape)

1.6 ลักษณะของงานประดิษฐ์

มานพ ถนอมศรี และคณะ (2532 : 9) ได้จัดลักษณะงานประดิษฐ์และสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. เป็นงานที่ส่งเสริมพัฒนาการในการใช้มือ และสมองไปพร้อมกัน
2. มีกรรมวิธีในการทำที่ก่อให้เกิดปัญหาซับซ้อน เพื่อยั่วยุให้เกิดการคิดและทำเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น
3. มีความหลากหลายในด้านวิธีการ เพื่อสนับสนุนให้เกิดการทดลอง ค้นคว้าหาประสบการณ์ใหม่
4. น่าตื่นเต้น น่าสนใจ และมีความสนุก
5. เป็นกระบวนการต่อเนื่องของการเห็น คิดและทำ

1.7 ความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์

มานพ ถนอมศรี และคณะ (2532 : 9) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ดังนี้คือ

ทางด้านสมอง

1. ทำให้เกิดความชำนาญในการถ่ายทอดความคิดสู่การกระทำ
2. ฝึกการทำงานของสมองอย่างเป็นระบบ
3. เพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ การเรียนรู้
4. เข้าใจถึงปัญหา และการแก้ปัญหา
5. มีสติปัญญาแตกฉาน ก้าวหน้า
6. สามารถเข้าใจ และวางแผนการทำงานได้
7. คิดแบบวิเคราะห์ และสังเคราะห์เป็น
8. ฉลาดรอบรู้

ทางด้านร่างกาย

1. ใช้มือทำงานได้อย่างคล่องแคล่ว
2. รู้จักเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการทำงาน
3. สร้างประดิษฐ์ภัณฑ์ใหม่ ๆ ได้
4. สร้างสิ่งที่คิดออกเป็นรูปทรงได้

วรรณี วงศ์พานิชย์ (2544 : 4) ได้กล่าวถึง ความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์ไว้ดังนี้

1) งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนไทย มาตั้งแต่สมัยโบราณ มีงานประดิษฐ์เกิดขึ้นมากมายจากชีวิตความเป็นอยู่ เช่น การประดิษฐ์ภาชนะใส่ขนมด้วยใบตอง การปั้นถ้วยชามด้วยดินเหนียว การปั้นตุ๊กตาชาววังเป็นของประดับ ตกแต่งหรือของเด็กเล่นด้วยวัสดุต่าง ๆ การแกะสลักไม้เพื่อทำบานประตู เป็นต้น

2) งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับขนบธรรมเนียมและประเพณีทางศาสนา เช่น การประดิษฐ์ตกแต่งเทียนพรรษาด้วยใบตองและดอกไม้ การร้อยมาลัยบูชาพระ การประดิษฐ์กระทงด้วยใบตองในวันลอยกระทง เป็นต้น

3) งานประดิษฐ์ช่วยให้เกิดความรัก ความสามัคคีในหมู่คณะ ในกรณีที่ผู้ประดิษฐ์รวมกลุ่มกันสร้างชิ้นงาน นอกจากจะได้ชิ้นงานตามต้องการแล้ว ยังก่อให้เกิดความรัก ความสามัคคี รู้จักเอื้ออาทร รู้จักเสียสละ รู้จักการเป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี อันเป็นคุณค่าที่ช่วย สร้างสรรค์สังคมให้น่าอยู่

4) งานประดิษฐ์ช่วยให้การทำงานของสมองและประสาทสัมผัสประสานสัมพันธ์กัน กล่าวคือทำให้ผู้ประดิษฐ์เกิดการพัฒนาทางความคิด สติปัญญา ความสามารถ รวมทั้งสุขภาพกายและสุขภาพจิต ดังนี้

1. ส่งเสริมให้มีความสุขุม รอบคอบในการทำงาน
2. ส่งเสริมให้มีความมานะอดทนรักในการทำงาน และรู้คุณค่าของผลงาน
3. ส่งเสริมให้มีความเชื่อมั่นในตนเอง รู้คุณค่าของตนเอง
4. ส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการพัฒนาทางด้านสติปัญญา
5. ส่งเสริมให้มีความสามารถในการพัฒนาฝีมือ
6. ส่งเสริมให้มีอารมณ์มั่นคง และมีสมาธิ

ความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์ สรุปได้ดังนี้

1. งานประดิษฐ์ มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น การประดิษฐ์ใบตอง การปั้น การแกะสลัก ต่าง ๆ เป็นต้น

2. งานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับขนบธรรมเนียม และประเพณีทางศาสนา เช่น การประดิษฐ์ตกแต่งเทียนพรรษา การร้อยมาลัยบูชาพระ เป็นต้น

3. งานประดิษฐ์ ช่วยให้เกิดความรัก ความสามัคคีในหมู่คณะ ช่วยสร้างสรรค์ให้สังคมน่าอยู่มีความเอื้ออาทรต่อกัน

4. งานประดิษฐ์ ช่วยให้การทำงานของสมองและประสาทสัมผัส ประสานสัมพันธ์กันให้ได้พัฒนาทั้งทางด้านสมอง ทางด้านร่างกาย และทางด้านจิตใจ

1.8 การจัดการเรียนการสอนงานประดิษฐ์

ไพบูลย์ เจริญกุล (2532 : 715 – 716) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนงานประดิษฐ์ในโรงเรียนนั้นมุ่งที่จะฝึกและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การนำเอาวัสดุที่มีในท้องถิ่น มีคิดประดิษฐ์ดัดแปลงให้เป็นของเล่น ของใช้ของประดับตกแต่ง ให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถ

2. การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทำงานได้เหมาะสมถูกวิธีและปลอดภัยตลอดจนรู้จักเก็บรักษา เมื่อใช้เครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3. กระบวนการทำงานของงานต่าง ๆ จะมีการทำงานที่เป็นขั้นตอนตามลำดับจากง่ายไปหายากได้ถูกต้องรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา แรงงานและเงินเป็นสำคัญ

4. ทักษะในการทำงาน ได้แก่การฝึกทักษะเพิ่มเติมในเรื่องการใช้เครื่องมือความคล่องแคล่วในการทำงาน

5. การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2535 : 114) กล่าวไว้ว่า การสอนงานประดิษฐ์และงานช่าง เป็นการสอนให้รู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักแก้ปัญหา สามารถช่วยตนเองและสังคมได้ เพราะนักเรียนต้องเริ่มต้นคิด ออกแบบลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ซึ่งต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ใช้สอย คิดถึงวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือประดิษฐ์ คิดวางแผน กระบวนการเหล่านี้จะทำให้นักเรียนคิดเป็น ต่อไปจะลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จึงทำเป็น เมื่อมีการทำงานก็ต้องมีข้อบกพร่อง ผิดพลาด เกิดปัญหา นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจึงแก้ปัญหาเป็น เมื่อฝึกกระบวนการเหล่านี้บ่อย ๆ ก็สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองอย่างมั่นใจ โดยเสนอแนะวิธีการสอนงานประดิษฐ์ไว้ดังนี้

1. การสาธิต โดยครูแสดงการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนพร้อมทั้งอธิบายอย่างละเอียด

2. การกำหนดงาน ครูกำหนดงานให้นักเรียนทำ นักเรียนวางแผนปฏิบัติงาน คิดสร้างสรรค์รูปแบบของงานด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องเรียนรู้พื้นฐานของงานมาก่อน

3. ศูนย์การเรียน แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียนในศูนย์ต่าง ๆ ครูจัดเตรียมบทเรียน หรืองาน วัสดุ อุปกรณ์ แต่ละศูนย์

4. การศึกษาด้วยตนเอง ครูเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษาตามแนวทางที่ครูจัดไว้ เช่น ค้นคว้ารายงานตามหัวข้อที่กำหนด

5. การศึกษานอกสถานที่ เหมาะสำหรับการให้ความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับงาน เช่น การจัดให้นักเรียนฝึกงานในท้องถิ่น

6. การบรรยายโดยวิทยากร งานประดิษฐ์มีหลายแขนง ครูย่อมไม่ชำนาญทุกงาน การเชิญวิทยากรมาบรรยายจะเปิดโอกาสที่ดีให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้

1.9 หลักการจัดการเวลาให้เหมาะสมกับงาน

กรมวิชาการ (2534 : 1 – 2) ได้กล่าวถึงการบริหารเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ภายในเวลาจำกัดให้เสร็จสมบูรณ์และเกิดประโยชน์ให้มากที่สุด ต้องมีการวางแผน จัดการเรื่องเวลาให้เหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียหรือนำมาซึ่งปัญหาและอุปสรรคในการดำรงชีวิตประจำวัน และได้กำหนดหลักการจัดการเวลา ดังนี้

1. การวางแผนการทำงาน หมายถึง การกำหนดงาน หรือกิจกรรม ที่จะต้องทำไว้ล่วงหน้า มีหลักในการวางแผนการทำงานดังนี้

1.1 กำหนดลำดับงานที่จะต้องทำก่อนหลัง

1.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงาน

1.3 วิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นล่วงหน้าเพื่อหาทางป้องกัน

2. การกำหนดเวลา คือ การจัดเวลาให้เหมาะสมกับงานหรือเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานหรือกิจกรรมได้เสร็จสมบูรณ์และเกิดประโยชน์ได้มากที่สุด หลักในการกำหนดเวลามีดังนี้

2.1 การจัดเวลาให้เหมาะสมกับความสำคัญของงาน

2.2 ใช้เวลาที่กำหนดไว้ให้เกิดประโยชน์ต่องานมากที่สุด

2.3 ควรกำหนดเวลาให้สามารถยืดหยุ่นได้

3. การปฏิบัติงานตามแผน คือ การลงมือปฏิบัติงานหรือกิจกรรมภายในเวลาที่กำหนดไว้โดยมีหลักในการปฏิบัติงานดังนี้

3.1 ปฏิบัติให้ถูกต้องตามขั้นตอนการทำงาน

3.2 ขณะรอผลการปฏิบัตินั้นอยู่ ควรใช้เวลาที่รอนั้นไปทำงานอื่นได้ด้วย

4. การประเมินผลการทำงาน คือ การติดตามผลและตรวจสอบผลงานที่ได้ปฏิบัติแล้ว เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่อง โดยมีหลักในการประเมินผลการทำงานดังนี้

4.1 ตรวจสอบการใช้งานทุกระยะของการปฏิบัติงาน เพื่อให้ทราบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดหรือไม่

4.2 ตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้วัสดุอุปกรณ์กับชนิดของงาน

4.3 ตรวจผลสำเร็จของงาน

5. การปรับปรุงการทำงาน คือการพัฒนาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีหลักในการปรับปรุงดังนี้

5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลมาวิเคราะห์หาสาเหตุข้อผิดพลาดหรือบกพร่อง

5.2 หาทางเลือกในการแก้ไขปรับปรุง

5.3 พัฒนาการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. เอกสารเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

งานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เป็นงานประดิษฐ์ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็น พื้นฐานมีดังนี้

2.1 การพับกระดาษ

การพับกระดาษเป็นกิจกรรมที่สามารถใช้ในการประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์และสามารถใช้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

กรมวิชาการ (ม.ป.ป : 201 – 203) ได้กล่าวถึงการพับกระดาษไว้ว่า การพับกระดาษเป็นกิจกรรมที่คนส่วนใหญ่ไม่คำนึงว่าจะเกี่ยวข้องกับหลักการในวิชาเรขาคณิตอย่างไร การพับกระดาษสามารถใช้ในการสาธิตสมบัติพื้นฐานต่าง ๆ ทางเรขาคณิตได้อย่างชัดเจน ให้ความรู้เกี่ยวกับรูปทรง และทำให้มองเห็นการสมมาตรชัดเจน การพับกระดาษจึงเป็นเรื่องที่น่าจะนำมาใช้ในโครงงานได้ ในเรื่องดังต่อไปนี้

1. สมบัติของรูปสามเหลี่ยม
2. การพับรูปเหลี่ยมต่าง ๆ
3. ทฤษฎีบทปีทาโกรัส
4. การพับวงรี
5. ความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตกับการสะท้อน

กรมวิชาการ (2539 : 7 – 9) ได้กล่าวถึง ความคิดรวบยอดเชิงเรขาคณิตที่สัมพันธ์การสะท้อน และแสดงการพับกระดาษในเรื่องดังต่อไปนี้

5.1 มุมตรงข้าม

5.2 จุดกึ่งกลางของด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม

5.3 มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

6. การพับกระดาษกับการสมมาตร

กรมวิชาการ (2539 : 51 – 53) ได้กล่าวถึงการพับกับการสมมาตรไว้ในเรื่องต่อไปนี้

6.1 เส้นสมมาตร

6.2 เส้นสมมาตรและจุดสมมาตร

6.3 การออกแบบโดยใช้การสมมาตร

2.2 ประวัติและการพับกระดาษออริกามิ (Origami)

2.2.1 ประวัติ ออริกามิ (Origami)

คอลลีและเจอเรมี่ (Callie and Jeremy. 1999 : file : //F :\tqjunior) กล่าวไว้ว่า

ออริกามิ เป็นศิลปะการพับกระดาษของประเทศญี่ปุ่น "ออริ" (Ori) ในประเทศญี่ปุ่น แปลว่า การพับ "กามิ" (Kami) แปลว่า กระดาษ ดังนั้นการพับกระดาษจึงได้ชื่อว่า **ออริกามิ** อย่างไรก็ตาม ออริกามิ (Origami) ไม่ได้กำเนิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศแรก แต่เกิดขึ้นในประเทศจีน เป็นชาติแรกโดย Ts'ai Lun. เมื่อประมาณ ค.ศ.100 และได้แผ่ขยายเข้ามาในประเทศญี่ปุ่นระหว่างค.ศ.600

สมัยก่อน กระดาษหายาก คนที่ร่ำรวยเท่านั้นที่สามารถพับกระดาษออริกามิได้ คนญี่ปุ่นเขาพบวิธีการพับกระดาษออริกามิที่เป็นประโยชน์มาก เช่น ซามูไร (Samurai) มีการแลกเปลี่ยนของขวัญที่มีรูปแบบที่คุ้นเคย เรียกว่า "โนชิ" (noshi) เป็นการพับโดยการใช้เนื้อสัตว์ เช่น ปลา หรือเนื้อแห้ง ที่เป็นชิ้นบาง ๆ เพราะเป็นการแสดงถึงความโชคดี ขุนนางในศาสนาชินโต (Shinto Noblemen) เมื่อมีพิธีแต่งงาน จะมีการห่อขวดเหล้าสาเก หรือกระแช่ด้วยกระดาษแก้ว ในรูปของผีเสื้อ ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของคู่บ่าวสาว ต่อมาราคาของกระดาษถูกลง ฉะนั้นการพับกระดาษออริกามิ จึงกลายเป็นศิลปะการพับกระดาษอย่างหนึ่งสำหรับทุกคนไม่ว่า

คนจนหรือคนรวย และคนญี่ปุ่นก็มีความระมัดระวังในการใช้กระดาษทุกชิ้นสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด แม้แต่ชิ้นเล็กชิ้นน้อย ก็ใช้เป็นตัวแบบต่าง ๆ ในการประดิษฐ์

เมื่อ ค.ศ.100 ไม่มีการเขียนแนะนำสำหรับการพับออริกามิ การแนะนำเป็นการบอกแต่ละ ชั่วอายุคนและสืบทอดต่อไป รูปแบบของงานศิลปะการพับกระดาษ ได้กลายเป็นศูนย์รวมมรดกทางวัฒนธรรมของชาวญี่ปุ่น ใน ค.ศ.1797 ได้มีการตีพิมพ์ เรื่อง นกกระเรียน 1,000 ตัว หนังสือเล่มนี้ ได้กล่าวถึงการสอน "ออริกามิ" เป็นครั้งแรกถึงการพับนกกระเรียน ประเทศญี่ปุ่นมีความเชื่อว่า นกกระเรียนเป็นนกที่มีความหมายเกี่ยวกับพระเจ้าถือเป็น ขนบธรรมเนียมของประเทศญี่ปุ่น ว่าถ้าผู้ใดพับนกกระเรียนได้ 1,000 ตัวแล้วจะทำให้พวกเขาได้ในสิ่งที่ปรารถนา ออริกามิ จึงกลายเป็นที่ชื่นชอบมากในงานศิลปะ เป็นที่รู้จักกันดี และติดตรึงอยู่ในใจของชาวญี่ปุ่น ใน ค.ศ.1819 ได้มีหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า "เสกคาถาให้กลายเป็นนก" (Magician Turn Sheet of Birds) งานพิมพ์นี้ได้เป็นการเริ่มต้นแสดงความคิดสร้างสรรค์จากชิ้นส่วนของกระดาษ

ใน ค.ศ.1845 ได้มีหนังสือ อีกเล่มหนึ่งชื่อ "หน้าต่างกลางฤดูหนาว" (Window on Midwinter) พิมพ์จำหน่ายโดยรวบรวมออริกามิ ไว้ประมาณ 150 รูปแบบ หนังสือเล่มนี้ได้นำรูปแบบการพับกบเข้ามาซึ่งทำให้เป็นที่รู้จักกันมากในทุกวันนี้ การตีพิมพ์หนังสือเล่มนี้ทำให้การพับกระดาษออริกามิ ได้กลายเป็นการสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินในประเทศญี่ปุ่นอย่างมาก

การพับกระดาษไม่ได้มีแต่ในประเทศญี่ปุ่นเท่านั้น แขกมัวร์ (Moors) ได้นำมาจากประเทศอาฟริกา และได้เผยแพร่ไปที่ประเทศสเปน เมื่อพวกเขาเข้าไปรุกรานอาณาเขตเมื่อปี ค.ศ.800 – 1100 แขกมัวร์ใช้การพับกระดาษประดิษฐ์เป็นรูปทรงเรขาคณิต เพราะพวกเขาไม่สามารถประดิษฐ์เป็นรูปแบบสัตว์ได้ตามความเชื่อทางศาสนาของเขา จากประเทศสเปนก็ได้แพร่มายังอเมริกาใต้ เหมือนกับการค้าที่มีจุดมุ่งหมายไปสู่การพัฒนา งานศิลปะออริกามิเริ่มขยายไปทวีปยุโรป และได้มีการก่อตั้งสมาคมการพับกระดาษแบบญี่ปุ่น เมื่อเร็ว ๆ นี้

ในปัจจุบัน ครูและอาจารย์ในโรงเรียนที่มีฝีมือทางการพับกระดาษสามารถพบได้รอบโลก อากิรา โยชิซาวา (Akira Yoshizawa) เป็นชาวญี่ปุ่นคนหนึ่งในจำนวนผู้สนใจเหล่านี้ เขาได้รับพิจารณาเป็น "บิดาแห่งออริกามิในปัจจุบัน" (father of modern origami) เพราะงานสร้างสรรค์การพับกระดาษของเขาเป็นการพัฒนาด้วยการกำหนดสัญลักษณ์ในการพับออริกามิ ซึ่งเรียกได้ว่า การใช้สัญลักษณ์ของ อากิรา โยชิซาวา (Akira Yoshizawa) ได้แพร่หลายไปทั่วโลก โดยเฉพาะการเรียนการสอนการพับออริกามิ

การใช้และประโยชน์ของออริกามิ (The Uses and Benefits of Origami)

แอนดี้ (Andy. 1999 : file : //F :\tqjunior) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการพับกระดาษออริกามิไว้ว่า

ออริกามิ มีคุณค่า มีความงดงามในทางศิลปะมาเป็นเวลาช้านานจากการพับกระดาษเล็ก ๆ เท่านั้น ทำให้ผู้คนหลงใหลในงานศิลปะได้ การพับกระดาษออริกามิ นับเป็น

โอกาสที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบเกี่ยวกับรูปทรง เมื่อเร็ว ๆ นี้ ได้มีผู้ค้นพบการนำ "ออริกามิ" มาใช้ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ครูได้ค้นพบว่า ออริกามิ เป็นเครื่องมือที่ยอดเยี่ยมมากเกี่ยวกับประโยชน์ทางการศึกษา ในเรื่องการบวก การเพิ่ม การพับกระดาษสามารถใช้ในการบำบัดร่างกายในโปรแกรมสุขภาพจิต และเหมือนเป็นบ่อเกิดของความสนุกสนานเพลิดเพลิน "ออริกามิ" จึงกลายเป็นกิจกรรมที่สำคัญมาก ดังนั้น ออริกามิ จึงมีประโยชน์มากมาย

ทางโรงเรียนได้เริ่มตระหนักถึงคุณค่า ออริกามิ เกี่ยวกับการศึกษา ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำด้วยมือ และทำให้มีปฏิภาณ ไหวพริบอย่างยอดเยี่ยม ทางโรงเรียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สอนนักเรียน ด้วยการติดตาม และให้คำแนะนำ
2. ให้กำลังใจ สนับสนุน ร่วมแรง ร่วมใจกับนักเรียน ปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น
3. ออริกามิ ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ และตระหนักในคุณค่าของวัฒนธรรมหลายๆ แบบ

ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้ ออริกามิ พัฒนาบทเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่องเรขาคณิต เศษส่วนและการแก้ปัญหา ทางด้านภาษา ครูศิลปะสามารถใช้ ออริกามิ มาใช้เกี่ยวกับวรรณคดี โคลงกลอนและการเขียนอย่างสร้างสรรค์ ครูวิทยาศาสตร์และครูสังคมศึกษาก็สามารถนำออริกามิ มาใช้ในบทเรียนได้อย่างดี เหมือนกับที่ท่านสามารถพบออริกามิ ซึ่งกลายเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์มากในการพัฒนาทางด้านการศึกษา

นักบำบัดหลายคน ได้ใช้การพับกระดาษ ออริกามิ ในการบำบัดโรคทางอายุรกรรม กายภาพบำบัดเป็นรูปธรรม จึงใช้ออริกามิ เพื่อให้เกิดความสนุกสนาน เหมือนกับการฝึกกล้ามเนื้อมือ อีกวิธีหนึ่ง พวกเขาพยายามทำให้กล้ามเนื้อกลับมาสภาพเดิม คนที่กำลังได้รับความทุกข์ทรมาน จากการเป็นไขข้ออักเสบหรือปัญหาเรื่องสุขภาพ มีรายงานว่า เมื่อเขาพับกระดาษ ทำให้กล้ามเนื้อมือมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้น นักจิตวิทยาปัจจุบันกำลังใช้ออริกามิ ในทางการแพทย์พบว่าการพับกระดาษออริกามิ (Origami) ทำให้มือทำงานได้เท่ากันทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นการพัฒนา การฝึกทักษะ ความสนใจ ความจำ และกระบวนการจินตนาการ เช่นเดียวกับการพับกระดาษสามารถช่วยเหลือคนบางคนให้คลายความเครียด เช่น เพื่อนร่วมชั้นเรียนของฉัน (แอนดี้) เครียดเพราะการเรียนการสอนหรือเครียดเพราะปัญหาชีวิตทั่ว ๆ ไป เขาเอาเวลาว่างไปทำออริกามิ ก็ช่วยให้บรรเทาความเครียด

ออริกามิ เป็นบ่อเกิดของความบันเทิง คนส่วนใหญ่ชอบ พอใจ เพราะทำให้เกิดความเพลิดเพลิน และได้ช่วยกันคิดกับคนอื่น ๆ พวกเขาสนุกกับการพับ

ประโยชน์จากการพับกระดาษออริกามิมีหลายรูปแบบ ผลงานทางศิลปะก็เช่นเดียวกัน มีงานศิลปะการพับออริกามิ เพิ่มมากขึ้น

เอลิซาเบ็ธ (Elizabeth. 1997 : 363 – 366) ได้กล่าวถึงประโยชน์การพับกระดาษออริกามิไว้ว่า

การพับกระดาษออริกามิ เป็นส่วนหนึ่งของเรขาคณิต และศิลปะ การพับกระดาษออริกามิ สามารถทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ของเด็ก ๆ ดีขึ้น โดยเฉพาะด้านความรู้ความเข้าใจเหมือนกับโฮเคอร์ร็อท (Heukerott) ได้กล่าวไว้ในปี ค.ศ.1988 ว่า "เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริงในเรื่องเรขาคณิตกับการพับกระดาษ ทำให้นักเรียนสนใจ และได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นร่วมกันอย่างหลากหลาย เข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ สี่เหลี่ยมรูปว่าว และแกนสมมาตรที่อยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยม ความคิดรวบยอดของเรขาคณิตไม่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแต่จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการปฏิบัติการพับกระดาษ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้เด็ก ๆ เกิดความซาบซึ้งกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

ม.พุ่มสุวรรณ (2543 : 9 ; แปล) ได้กล่าวถึงประโยชน์การพับกระดาษออริกามิกับวิชาคณิตศาสตร์ว่า ได้มีนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ที่จะสนใจศึกษาค้นคว้าการพับกระดาษในแนวเรขาคณิต ทั้งยังนำความรู้และคุณค่าของศิลปะการพับกระดาษเป็นอุปกรณ์ทางอายุรแพทย์ เพื่อช่วยผู้ด้อยความสามารถ ผู้พิการและการศึกษาของเด็ก ซึ่งไม่ใช่แค่การพับเป็นแบบฝึกหัดเท่านั้น แต่เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ในทางเรขาคณิต และในด้านวัฒนธรรมประเพณี ดังเช่น เฟรดเดอริค โฟรเบล (1782 – 1852) ผู้ก่อตั้งโรงเรียนอนุบาลได้นำมาใช้ นอกจากนี้ยังช่วยในทางนามธรรม แม้ว่าจะมองไม่เห็นเด่นชัด ได้แก่การพัฒนาการในเรื่องภาษาและการช่วยในการรวบรวมสมาธิ และสำรวจความคิดสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า การพับกระดาษ ออริกามิ มีประโยชน์มากมาย เช่น ช่วยให้เกิดความซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์และงานศิลปะ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ใช้บำบัดโรคทางอายุรกรรม ช่วยให้กล้ามเนื้อมือแข็งแรง มือทั้งสองข้างได้ทำงานเท่ากัน ช่วยทำให้สมองและมือทำงานอย่างประสานกัน ช่วยบำบัดทางสุขภาพจิต ให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน คลายเครียด ช่วยให้มี สิ่งแวดล้อมที่ดี สังคมดีในการทำงานร่วมกัน ฝึกให้มีความจำ มีจินตนาการในการคิด มีสมาธิในการทำงาน ที่สำคัญคือออริกามิสามารถนำไปใช้สอนได้ในทุกวิชาไม่ว่าวิทยาศาสตร์ ศิลปะ ภาษา สังคม การงาน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์สามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องเรขาคณิต เศษส่วน มาตราส่วน รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม เส้นทแยงมุม รูปสมมาตร การแปลงทางเรขาคณิต มุมต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหา และงานศิลปะให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.2.3 ข้อกำหนด สัญลักษณ์ และเคล็ดลับของออริกามิ (Origami Terms, Symbols, and Tips)

แอนดี้ และเจอเรมี่ (Andy and Jeremy. 1999. file : //F :\tqjunior) ได้กล่าวถึงเงื่อนไข, สัญลักษณ์ และหัวข้อของออริกามิไว้ดังนี้

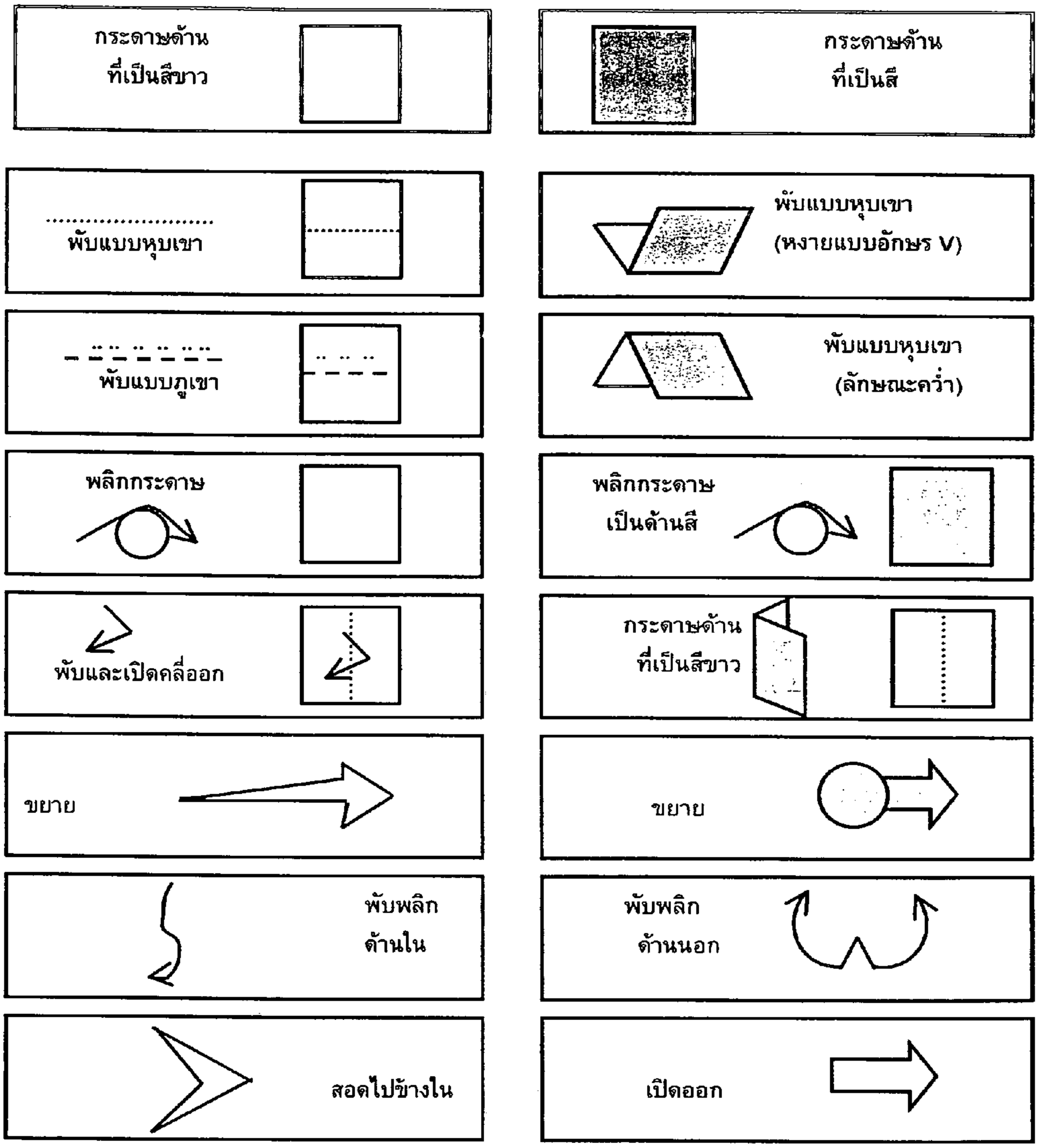
เงื่อนไขที่ทำให้ออริกามิ (Origami) ใช้เพียงมือและกระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ใช้สำหรับการประดิษฐ์ บางทีสิ่งเหล่านี้ก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ออริกามิเป็นที่ชื่นชอบ เพราะไม่ต้องใช้เครื่องมือมากมาย ปัจจุบันออริกามิไม่ได้ใช้แต่กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่านั้นแต่สามารถ

ใช้กระดาษ สี่เหลี่ยมผืนผ้าได้เหมือนกัน ชนิดของกระดาษก็ไม่เฉพาะเจาะจงที่จะใช้ในการพับกระดาษออริกามิ สามารถใช้กระดาษได้หลายประเภท สามารถใช้ได้หลายวิธีที่จะนำกระดาษมาใช้ใหม่ อาจเป็นกระดาษเก่าจากนิตยสาร หนังสือรายสัปดาห์ รายเดือน กระดาษห่อของ กระดาษห่อลูกกวาด วอลเปเปอร์(wallpaper)ที่ไม่ใช้ และกระดาษที่ทำการบ้านเก่า ๆ ก็สามารถมาพับประดิษฐ์ออริกามิให้สวยงามได้

สัญลักษณ์ (Symbols)

รูปแบบการพับกระดาษที่ถูกต้องเหมาะสม เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องศึกษาการอ่านแผนภาพนี้จะช่วยให้ท่านเข้าใจศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับการพับกระดาษ อากิรา โยชิซาวา (Akira Yoshizawa) เป็นผู้มีชื่อเสียงในเรื่องการพับกระดาษในประเทศญี่ปุ่น ได้พัฒนาศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ของออริกามิอย่างเป็นมาตรฐาน

แอนดี้และเจอเรมี่ (Andy and Jeremy. 1999.file : //F:\tqjunior) ได้กำหนดสัญลักษณ์การพับกระดาษดังภาพประกอบ 1 ดังนี้คือ



ภาพประกอบ 1 สัญลักษณ์การพับกระดาษของแอนดี้ และเจอเรมี่ (Andy and Jeremy. File : //F :\tqjuniorentries\5402\terms.html)

ก ๒๕๒๐๔ ร.๓

2.2.4 เคล็ดลับ 10 ข้อ ของการพับกระดาษ

แอนดี้ และเจอเรมี่ (Andy and Jeremy. 1999. file : //F :\tqjunior - entries) กล่าวถึงเคล็ดลับของการพับกระดาษออริกามิ 10 ข้อ ไว้ดังนี้

1. ใช้กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ขนาด 8 x 8 นิ้ว เป็นขนาดที่เหมาะสม)
2. เริ่มต้นจากรูปแบบที่ง่าย ๆ ก่อน ควรมีขั้นตอน 10 ขั้นตอนหรือน้อยกว่า
3. เลือกบริเวณพื้นที่ที่กว้างใหญ่ พื้นผิวราบ แข็งแรง และแน่นหนา
4. ศึกษาสัญลักษณ์ทั้งหมด และทำความเข้าใจ ความหมายของสัญลักษณ์
5. ศึกษาการพับกระดาษที่จะใช้ในรูปแบบของท่าน มองไปข้างหน้าว่าผลที่เกิดขึ้นจากการพับแต่ละครั้ง
6. ทำการพับเกือบทั้งหมด และอย่างชัดเจน (ถูกต้องไม่มีผิดพลาด)
7. รอยพับต้องให้คม ใช้เล็บหัวแม่มือของท่านกดไปบนรอยพับหรือที่พับจำไว้ว่าสิ่งเหล่านี้ จะเป็นแนวทางต่อไป
8. อ่าน ศึกษาคำชี้แจงทั้งหมดอย่างระมัดระวัง แล้วทำตามทีละขั้นตอนให้ถูกต้องตามลำดับโดยไม่กระโดดข้ามหรือเลือกลำดับใดของขั้นตอนการพับ
9. ใช้กระดาษที่สีแตกต่างกันคนละด้าน ว่าทางไหนเรียกด้านหน้า ด้านหลังมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จำขั้นตอนได้ ฝึกให้เกิดความก้าวหน้า ท่านจะได้มากกว่าการพับก้าวหน้ามากกว่าที่ท่านได้ทำ

ม. พุ่มสุวรรณ (2543 : 9 – 12, แปล) ได้กล่าวถึงหัวใจของการพับกระดาษออริกามิไว้ ดังนี้

- ดูภาพตัวอย่าง และสังเกตคำอธิบาย ซึ่งเขียนไว้ตามส่วนต่าง ๆ
- การพับกระดาษต้องทำด้วยความสุขุม รอบคอบ ประณีตและบรรจง ถ้าไม่รอบคอบแล้ว ระวังผลงานออกมาจะเสียหาย ฉีกขาด และไม่สวยได้
- ศึกษาแผนภาพ แต่ละส่วนซึ่งแสดงวิธีการพับกระดาษแบบสมบูรณ์ จากนั้นวางกระดาษของคุณตรงหน้า แล้วเริ่มพับตั้งแต่ขั้นตัน
- เมื่อพับกระดาษ ต้องรีดกระดาษให้เรียบตรงแนว โดยใช้หลังนิ้วหัวแม่มือการรีดกระดาษให้เป็นรอยที่คมชัดจะทำให้การพับกระดาษง่ายขึ้น และจะเป็นแนวทางให้การพับขั้นต่อไป
- การรีดกระดาษให้เป็นรอยก่อนเป็นเรื่องสำคัญมาก เพื่อว่าทุกอย่างจะได้ลงตัวถูกตำแหน่ง
- ก่อนที่จะพับย้อนกลับ ต้องรีดกระดาษให้เป็นรอยไว้ก่อน โดยการพับส่วนหน้าก่อนที่จะกางกระดาษและพับ

- ส่วนมากจะใช้กระดาษที่มีสีด้านเดียว ต้องเป็นกระดาษที่แข็งแรง บาง และสีเหมาะสม แต่ถ้าไม่สามารถหากระดาษสำหรับพับแบบญี่ปุ่นได้โดยเฉพาะ ก็หากระดาษอะไรก็ได้

- ถ้ากำหนดว่าใช้กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้แน่ใจว่าเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสจริง ๆ ถ้ากำหนดให้ใช้กระดาษสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก็ต้องใช้กระดาษที่เป็นสี่เหลี่ยม ผืนผ้าจริง ๆ

- เมื่อคุณพับอันใดอันหนึ่งที่ได้อธิบายในหนังสือเล่มนี้ จะพบว่าจากแบบเดียวกันนี้ อาจทำให้ประดิษฐ์รูปแบบต่าง ๆ ได้ไม่รู้จบ

- เมื่อคุณพับขั้นพื้นฐานได้ คุณอาจคิดประดิษฐ์งานต่างๆ ในสไตล์ของคุณเอง

- ลองดู การกดพับกระดาษให้แบนเรียบ มันได้ถูกกำหนดไว้เพราะคุณจะต้องเริ่มทำ จากส่วนที่กำหนด เพื่อให้ด้านข้างที่เป็นรอยโป่งแบนลง ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ

- ลองศึกษาการพับกลีบดอกไม้ การพับหูกระต่าย และการพับขั้นพื้นฐานแบบต่าง ๆ และพยายามจำว่าทำอย่างไร เมื่อคุณติดขัด ก็ลองย้อนกลับไปดูแบบต้นฉบับ

- ลองสังเกตและทำซ้ำๆ จะได้ชินและสามารถทำได้เองโดยอัตโนมัติ

- สุดท้าย ลองทำซ้ำ ๆ พับอย่างระมัดระวัง เรียบร้อย และสวยงาม

สรุปได้ว่า หัวใจสำคัญของการพับกระดาษ ออริกามิ มีดังนี้

1. กระดาษต้องเป็นไปตามที่กำหนดว่าใช้กระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยม ผืนผ้า

2. กระดาษควรเป็นกระดาษสองหน้า จะได้แบ่งแยกเป็นด้านหน้า ด้านหลัง ไม่หนา หรือบางจนเกินไป

3. ศึกษาสัญลักษณ์ และขั้นตอนในการพับอย่างละเอียด

4. เริ่มต้นจากรูปแบบที่ง่าย ๆ ก่อน ไม่ควรมีมากกว่า 10 ขั้นตอน

5. ทำตามลำดับขั้นตอน ที่กำหนดให้โดยไม่ข้ามขั้นตอน

6. รอยพับต้อง คม ชัด เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการพับต่อไป

7. ต้องมีความสุขุม รอบคอบ ระมัดระวัง และประณีต

2.3 ประวัติของ เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ (Biography's M.C.Escher)

ธานินทร์ เล็กเจริญ (2534 : 72–73) ได้กล่าวถึงประวัติของ เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ ไว้ว่า เอสเชอร์ เกิดเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ.2441 ที่มณฑลฟรีสแลนด์ ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศเนเธอร์แลนด์ ในวัยเด็กเขาเข้าศึกษาในโรงเรียนสถาปัตยกรรมและมัณฑนศิลป์ในเมืองฮาเล็ม แต่เรียนยังไม่ทันจบก็ย้ายไปเรียนทางกราฟิกอาร์ตแทน เพราะเขาเห็นว่าตนเองมีความถนัดที่จะแสดงออกถึงโครงสร้างของธรรมชาติตามที่ใจเขารู้สึกมากกว่า นอกจาก

คณิตศาสตร์ของรูปผลึกและคณิตศาสตร์สาขาอื่นๆ แล้วเอสเชอร์ยังพัฒนางานศิลปะของเขาไปตามความก้าวหน้าของวิชาจิตวิทยาอีกด้วย

ทุกวันนี้ชื่อของเขา เอ็ม.ซี.เอสเชอร์ (Maurits Cornelis Escher ; พ.ศ. 2441 – 2515) จิตรกรชาวดัตช์ ได้รับการกล่าวขวัญอย่างมากในห้องเรียนคณิตศาสตร์หลายต่อหลายแห่ง ซึ่งไม่ได้เป็นเรื่องที่แปลกประหลาดแต่อย่างใด เพราะงานของเอสเชอร์ล้วนแต่เป็นทักษะของนักคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

จากการก้าวเข้าสู่ความนิยมของวิชาเรขาคณิตแปลงสภาพ (Transformation Geometry) จากผลงานของเอสเชอร์ การแบ่งส่วนเท่า ๆ กันของระนาบ (Regular Division of The Plane) จึงเหมาะกับวิชาเรขาคณิตในชั้นเรียน เอสเชอร์กล่าวถึงการแปลงสภาพไว้ว่า "ใครก็ตามที่ต้องการจะสร้างสัดส่วนที่สมมาตรกันบนพื้นที่ผิวที่เรียบแบน ต้องยึดถือหลักมูลฐานสำคัญ 3 ประการ ของวิชาที่ว่าด้วยรูปโครงสร้าง และคุณสมบัติของผลึก ซึ่งก็คือ การเลื่อนทาง ขนานการหมุน และการสะท้อน

ปราณี วิชกุล และคณะ (ม.ป.ป. : 87 – 88) ได้กล่าวถึงประวัติ เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ ไว้ว่า

เอสเชอร์ (Maurits Cornelis Escher) จิตรกรชาวดัตช์ได้ข้อมูลและความคิดมากมายจากวังอัลฮัมบรา (Alhambra) ในช่วงปลาย ๆ ชีวิตของเขา (1898–1972) เอสเชอร์ (M.C. Escher) กลายเป็นผู้เชี่ยวชาญทางเทสเซลเลชั่น เขาได้สร้างสรรค์ผลงานที่ต่าง ๆ กันออกไปอย่างน้อย 150 แบบ ทั้งๆ ที่เขาไม่เคยได้รับการฝึกฝนทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์เลย ผลงานของเขามีแสดงไว้ตามห้องภาพต่าง ๆ หรือสถานที่สะสมของเก่าทั่วโลกประมาณ 270 ชิ้น เขาประยุกต์เกี่ยวกับแกนและรัศมีที่สมมาตรกัน รวมทั้งภาพผิดธรรมดาโดยใช้การวาดภาพที่ทำให้เหมือนมองด้วยตาจริง เช่นมองใกล้ดูโตและมองไกลดูเล็ก (perspective) ภาพลวงตา ภาพโดยใช้เรขาคณิต เบื้องต้น และภาพที่เกิดจากความคิดที่เกิดขึ้นฉับพลัน (intuitive skill) ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นงานสร้างสรรค์เทสเซลเลชั่น

เอสเชอร์ไม่เหมือนชาวมัวร์และชาวอาหรับตรงที่งานของเขามักจะออกมาในรูปสัตว์ เช่น นก ปลา สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็นความคิดจากธรรมชาติ

บั้นปลายชีวิตของเขาบรรลุถึงจุดที่คำนวณความยาวของด้านได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เขาใช้ความสามารถพิเศษในการวาดรูปทรงกลม รูปลายขด (spirals) รวมทั้งรูปทรงตัน ผลงานของเอสเชอร์เป็นที่รู้จักกันดีที่สุด บางคนอาจกล่าวว่างานของเอสเชอร์ไม่ใช่เทสเซลเลชั่น เพราะไม่ได้สร้างขึ้นจากรูปเหลี่ยม

เบนเน็ทท์ (Bennett. n.d. : 745) ได้กล่าวถึงประวัติของ เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ ไว้ว่า

เอสเชอร์เป็นจิตรกรชาวดัตช์ที่ได้ไปเยี่ยมเยียนวังอัลฮัมบรา (Alhambra) ที่ประเทศ สเปนในปี ค.ศ.1930 ทำให้เกิดแรงบันดาลใจ โดยใช้รูปเรขาคณิต เป็นแผ่นกระเบื้อง

คอนกรีตของกำแพง และผนังห้อง ที่เป็นงานประดิษฐ์เทสเซลเลชั่นที่ไม่ธรรมดาของรูปหลายเหลี่ยม ตั้งแต่รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปสี่เหลี่ยม รูปหกเหลี่ยมปกติ ทำให้รู้จักเทสเซลเลชั่น ที่ไม่เป็นรูปหลายเหลี่ยม (nonpolygonal) ว่าเป็นเทสเซลเลชั่นด้วย

สรุปได้ว่า เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ (M. C. Escher) เกิดเมื่อ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2441 ที่เมืองฟรีสแลนด์ ตอนเหนือของประเทศเนเธอร์แลนด์ เขาเป็นจิตรกรชาวดัตช์ที่ไม่ธรรมดา เขาได้รับแรงบันดาลใจจากการที่ได้ไปเยี่ยมเยียนวังอัลฮัมบราของแขกมัวร์ (Moors of Alhambra) ประเทศสเปน ทำให้เขาเกิดความคิดสร้างสรรค์เนื่องจากเขามีความถนัดเกี่ยวกับโครงสร้างของธรรมชาติ ผลงานส่วนใหญ่ของเขาจึงเป็นโครงสร้างเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสัตว์ต่าง ๆ ผลงานของเขาอาจเรียกอีกอย่างว่าเป็นตัวแทนสิ่งมีชีวิตในศิลปะ ด้วยการปั้น หล่อ แกะสลัก ภาพลายเส้น 3 มิติ อย่างประณีตและงดงาม เขาสร้างผลงานไว้มากมายทั้ง ๆ ที่เขาไม่ได้ฝึกฝนทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เลย แต่ผลงานของเขาล้วนแต่เป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ที่ได้ติดไว้ตามห้องภาพต่าง ๆ หรือที่สะสมของเก่าทั่วโลก เขาได้ประยุกต์เกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิต การสร้างเทสเซลเลชั่น โดยใช้รูปหลายเหลี่ยม การแปลงทางเรขาคณิตที่ว่าด้วยรูปสมมาตร การสะท้อน การหมุน การเลื่อนขนาน รวมทั้งภาพลวงตาที่ไม่ธรรมดา โดยใช้ภาพเรขาคณิตเป็นพื้นฐาน และภาพที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์อย่างฉับพลัน (Intuitive skill) ผลงานของเขาที่กล่าวมานับว่าเป็นเทสเซลเลชั่นทั้งสิ้น ในช่วงปลายชีวิตของเขา ก่อนปี ค.ศ.1972 เอสเชอร์ได้กลายเป็นผู้เชี่ยวชาญทางเทสเซลเลชั่น ที่รู้จักกันดี

2.3.1 เทสเซลเลชั่น (Tessellation)

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544 : 92 – 94 ; แปล) ได้กล่าวถึงเทสเซลเลชั่น พอสรุปได้ว่า เทสเซลเลชั่นที่ปรากฏ จะพบว่าเป็นรูป □ จัตุรัส รูป □ ผืนผ้า รูป Δ ด้านเท่า และรูปหลายเหลี่ยม สามารถใช้เป็นกิจกรรมในชั้นเรียนที่น่าสนใจ โดยให้นักเรียนตัดกระดาษเป็นรูป □ ที่เท่ากันทุกประการ แต่ไม่มีด้านใดขนานกัน (รูป □ ด้านไม่เท่า) แล้วให้นักเรียนจัดวางในระนาบ โดยไม่ให้มีช่องว่างและไม่ซ้อนกัน จะทำให้นักเรียนพบความประหลาดใจกับส่วนนูน (Convex) และส่วนเว้า (Concave) ของรูป □ ใด ๆ ซึ่งรูป □ ใด ๆ แต่ละรูปจะมีผลบวกของมุมภายในของแต่ละรูปที่มาต่อกันเท่ากับ 360 องศา และครอบคลุมระนาบโดยสมบูรณ์ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถสร้างเทสเซลเลชั่นด้วยกราฟหรือกระดาษจุด (dot paper) ได้อีกด้วย

นวลน้อย เจริญผล (2545 – 2546 : 27-29) ได้กล่าวถึงภาพเทสเซลเลชั่น (Tessellation) ไว้ว่า ภาพเทสเซลเลชั่น เป็นแบบรูปของรูปต่าง ๆ ซึ่งอาจประกอบด้วยรูปแบบเดียวกัน หรือมากกว่าหนึ่งแบบก็ได้ แต่จะเป็นการนำรูปเหล่านั้นจัดเรียงต่อกันไปบนพื้นที่แบนราบจนครบเต็มพื้น การสร้างเทสเซลเลชั่น อาจทำได้หลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. ภาพเทสเซลเลชั่นของรูปเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า (Regular Tessellations)
2. ภาพเทสเซลเลชั่นของรูปเหลี่ยมมากกว่าหนึ่งแบบ
3. ภาพเทสเซลเลชั่นของรูปเหลี่ยมด้านไม่เท่าเพียงแบบเดียว

4. การเลื่อนขนานด้านข้าง (The one – way shift)

5. แบบเอสเชอร์ (Escher Patterns)

สรุปได้ว่า เทสเซลเลชั่น เป็นภาพที่เกิดจากการใช้รูปเหลี่ยมต่าง ๆ มาจัดวางเรียงกันโดยไม่ให้เหลือที่ว่าง และไม่ซ้อนกัน แต่ละรูปมีผลบวกของมุมภายในของแต่ละรูปที่มาต่อกันเท่ากับ 360 องศา และครอบคลุมระนาบโดยสมบูรณ์ นอกจากการสร้างด้วยรูปเหลี่ยมต่าง ๆ ยังสามารถสร้างเทสเซลเลชั่นด้วยกราฟ กระดาษจุด และรูปแบบของเอสเชอร์ ได้อีกด้วย

2.3.2 ศิลปะคณิตศาสตร์ของเอสเชอร์

ศิลปะคณิตของเอสเชอร์ เป็นศิลปะที่ใช้พื้นฐานทางเรขาคณิต มีดังต่อไปนี้

ธานินทร์ เล็กเจริญ (2534 : 72 – 77) ได้กล่าวถึงศิลปะคณิตศาสตร์ของเอสเชอร์ไว้ว่า เอ็ม. ซี. เอสเชอร์ ได้รับการกล่าวขวัญอย่างมากในห้องเรียนคณิตศาสตร์หลายต่อหลายแห่ง ซึ่งไม่ได้เป็นเรื่องที่แปลกประหลาดแต่อย่างใด เพราะงานของเอสเชอร์ล้วนแต่เป็นทักษะของนักคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

การศึกษางานศิลปะของเอสเชอร์เป็นการศึกษาความงดงามของลักษณะสมมาตรในงาน "การแบ่งส่วนเท่า ๆ กันของระนาบ" ของเขา ซึ่งจะพบว่ามีอยู่ 4 ลักษณะ คือ สมมาตรเลื่อนทางขนาน สมมาตรหมุน สมมาตรสะท้อน และสมมาตรสะท้อนแบบไกลด์

สมมาตรเลื่อนทางขนาน คือ ลักษณะที่ภาพจะซ้อนทับกันได้พอดีทุกเส้นทุกรอยเมื่อเลื่อนภาพไปในระยะทางที่แน่นอน และในทิศทางที่กำหนดไว้

สมมาตรหมุน คือ ลักษณะที่ภาพของซ้อนทับลวดลายกันได้พอดี เมื่อหมุนภาพไปรอบจุดคงที่จุดหนึ่งจนครบรอบที่กำหนดไว้

สมมาตรสะท้อน คือ ลักษณะที่เหมือนกับว่ามีเส้นตรงเส้นหนึ่งที่เมื่อลากในภาพแล้วด้านหนึ่งของเส้นตรงนั้นเป็นเสมือนภาพสะท้อนจากกระจกเงาของลวดลายอีกด้านหนึ่งของเส้น และลวดลายนี้จะซ้อนทับกันได้พอดีเมื่อพับภาพเข้ามาโดยให้เส้นตรงเส้นนั้นคงที่

สมมาตรสะท้อนแบบไกลด์ คือ ลักษณะที่จะรวมเอาการเลื่อนทางขนานและการสะท้อน เข้าไปด้วยกัน ซึ่งในการซ้อนทับลวดลายกันนั้น แรกที่สุดก็เลื่อนไปตามเส้นตรงแล้วพับภาพบนเส้นตรง

2.3.3 ภาพวาดสมมาตรของเอสเชอร์

ภาพในลักษณะ "การแบ่งส่วนเท่า ๆ กันของระนาบ" ของเอสเชอร์ เกิดจากรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นตารางเล็กๆ บนระนาบ มีภาพบรรจุอยู่ภายในแต่ไม่เต็มทั้งหมด ภาพสมมาตรของเอสเชอร์สังเกตและจดจำได้ง่าย

2.3.4 การออกแบบลวดลายสมมาตรสำหรับผู้เริ่มต้น

ธานินทร์ เล็กเจริญ (2534 : 75) ได้กล่าวถึงการออกแบบลวดลายสมมาตรสำหรับผู้เริ่มต้นไว้คือ

หลังจากที่เราเจาะลึกลงไปในงานศิลปะสมมาตรของเอสเชอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง "การแบ่งส่วนเท่า ๆ กันของระนาบ" ของเขา ทำให้เราสนใจวิธีการผลิตพื้นฐานของงานในลักษณะเช่นนั้น

เอสเชอร์สร้างรูปแบบของเขาบนรูปหลายเหลี่ยมที่ต่อเข้าด้วยกันได้พอเหมาะพอดี ในลักษณะเป็นตารางขนาดเล็กบนระนาบ รูปหลายเหลี่ยมชนิดใด ๆ ก็สามารถจะใช้ได้ทั้งนั้น แต่เราจะเริ่มกันจากแบบทั่ว ๆ ไปที่ง่าย ๆ กันก่อน คือใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

และต่อไปนี้คือวิธีการที่จะทำให้เราสามารถสร้างผลงานศิลปะของตนเองในแบบของเอสเชอร์ขึ้นมาได้

วัสดุที่ใช้

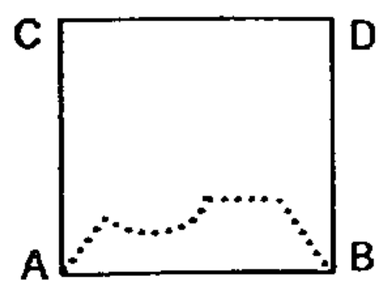
- กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 9 x 9 ซม.
- กรรไกร
- ไม้บรรทัด
- วงเวียน
- ดินสอสี หรือสีอื่น ๆ ตามถนัด
- กระดาษวาดเขียนแผ่นใหญ่ตามต้องการ

2.3.5 ขั้นตอนในการแปลง การหมุนและการสะท้อนเทสเซลเลชั่น

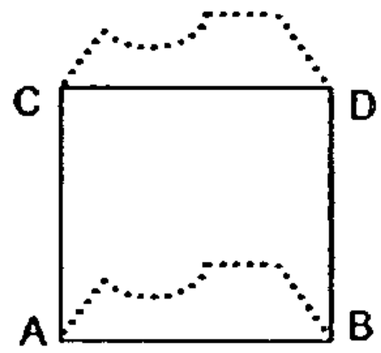
เบนเน็ทท์ (Bennett. n.d. : 740 – 748) ได้แสดงขั้นตอนการสร้างการแปลง การหมุนและการสะท้อน เทสเซลเลชั่น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 เทสเซลเลชั่นที่เกิดจากการแปลง (Translation Tessellation) เป็นตัวอย่างที่ง่ายที่สุด ในหลาย ๆ วิธีที่เป็นการประดิษฐ์เทสเซลเลชั่น เป็นการเริ่มต้นจากรูปสี่หลี่ยมและเปลี่ยนไปด้านตรงข้าง ดังขั้นตอนต่อไปนี้

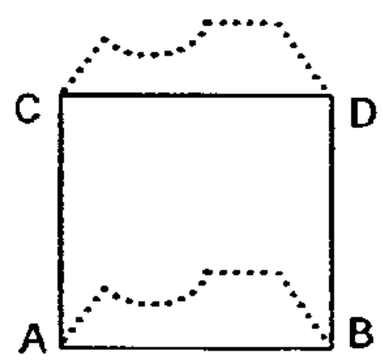
1. แปลงเส้นโค้งให้อยู่ตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยม ว่า A จับคู่กับ C และ B จับคู่กับ D



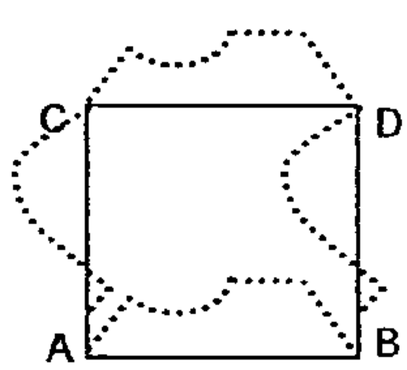
2. แปลงเส้นโค้งให้อยู่ตรงข้าม ของรูปสี่เหลี่ยม ว่า A จับคู่กับ C และ B จับคู่กับ D



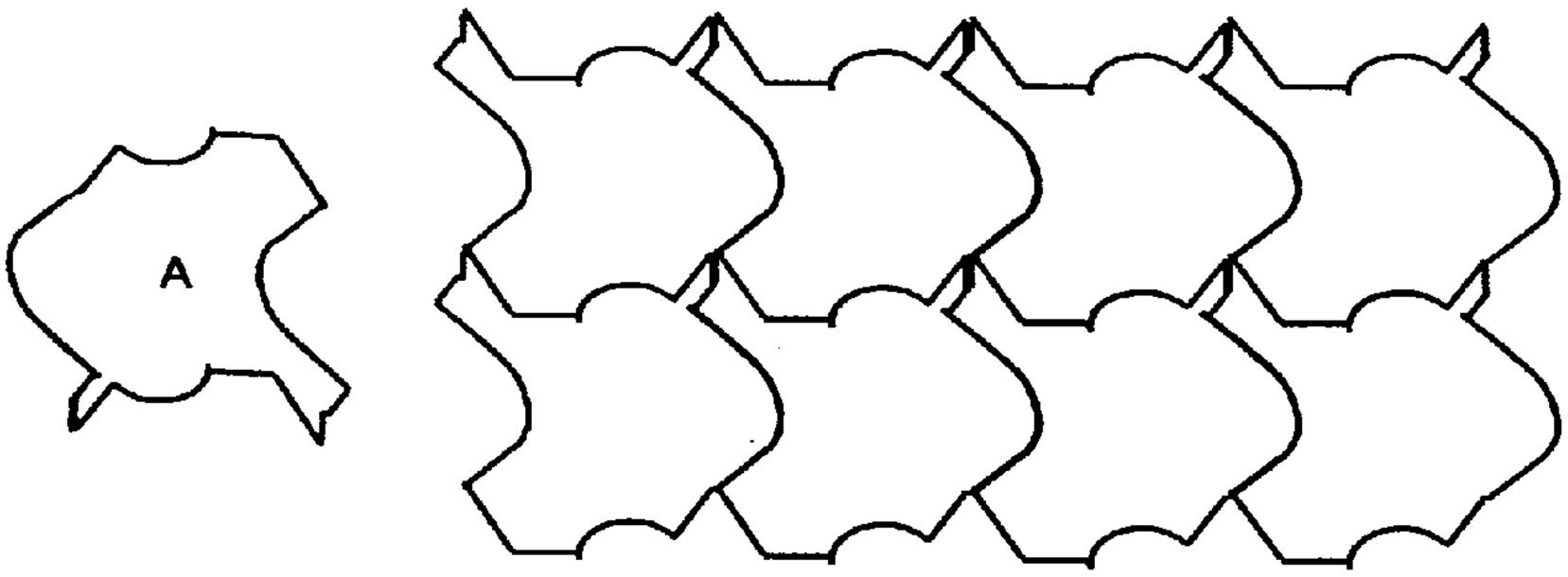
3. วาดเส้นโค้ง C ถึง A (ตั้งใจว่า เส้นโค้งไม่อยู่ภายในรูป ตอนเริ่มต้น)



4. แปลงเส้นโค้งให้อยู่ตรงข้ามสี่เหลี่ยมจัตุรัส ว่า A จับคู่กับ B และ C จับคู่กับ D



5. ลบรอยเส้นที่ไม่ต้องการออก จะได้รูปหลายเหลี่ยมที่ไม่ธรรมดา (nonpolygonal) รูปต้นแบบ A และ รูปเทสเซลเลชั่น (Tessellation) จากการแปลงรูปต้นแบบตามต้องการ

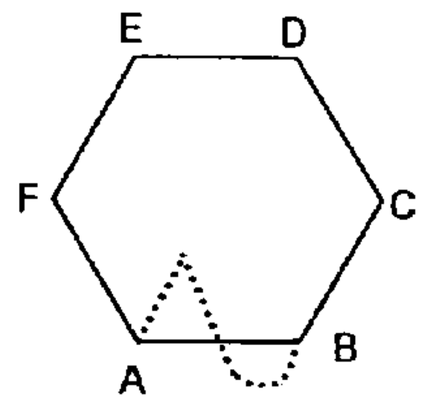


เทสเซลเลชั่น (Tessellation) ในขั้นตอนที่ 5 ของรูปภาพในตัวอย่างที่ 1 สามารถแปลง ด้วยตัวมันเองได้หลายวิธี การเคลื่อนไหวแต่ละรูปภาพ รูปที่ 1 ไปทางขวา รูปที่ 2 ไปทางซ้าย และอื่น ๆ

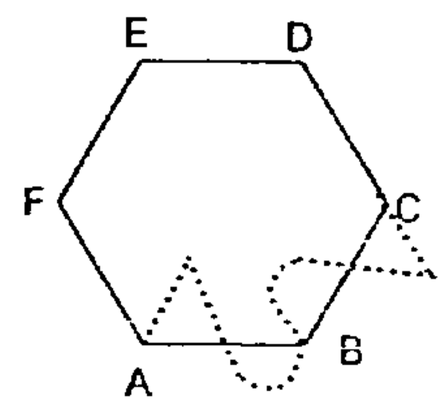
ตัวอย่างที่ 2 เทสเซลเลชั่นที่เกิดจากการหมุน (Rotation Tessellation)

เทสเซลเลชั่นที่เกิดจากการหมุน เป็นการประดิษฐ์จากภาพข้างล่างนี้ โดยเริ่มด้วยรูปหกเหลี่ยมปกติในตัวอย่างที่ 2 การแปลงรูปด้วยการหมุนด้านข้างของรูปหลายเหลี่ยม ตามขั้นตอน ต่อไปนี้

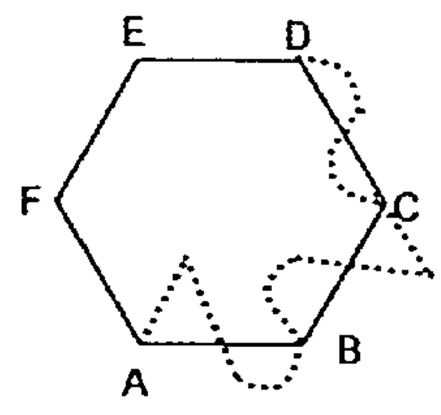
1. วาดเส้นโค้งจาก A ถึง B



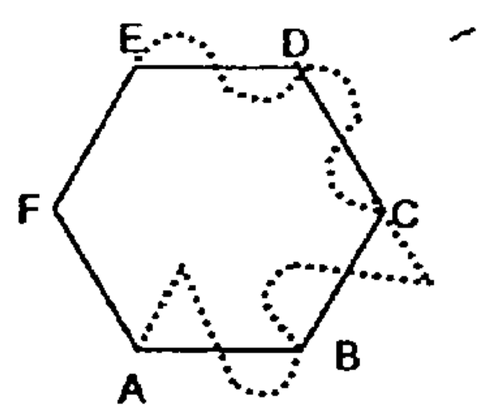
2. หมุนเส้นโค้งที่เกี่ยวข้องกับ B เช่นเดียวกับ A จับคู่กับ C



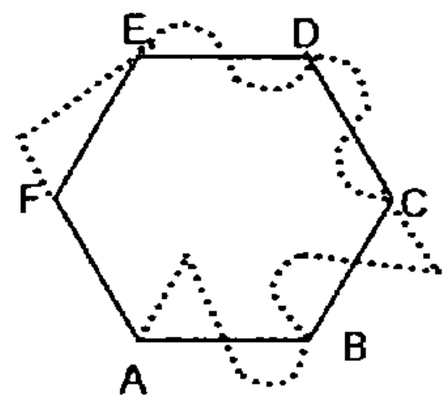
3. วาดเส้นโค้ง จาก C ถึง D



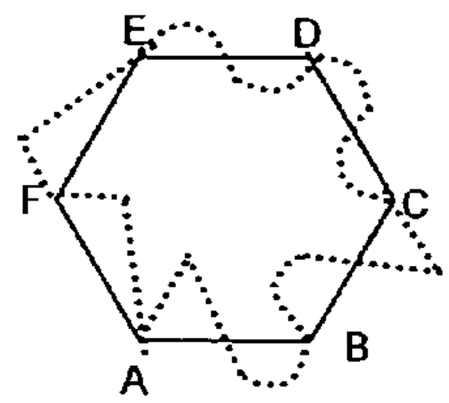
4. หมุนเส้นโค้งที่เกี่ยวข้องกับจุด D เช่นเดียวกับ C จับคู่กับ E



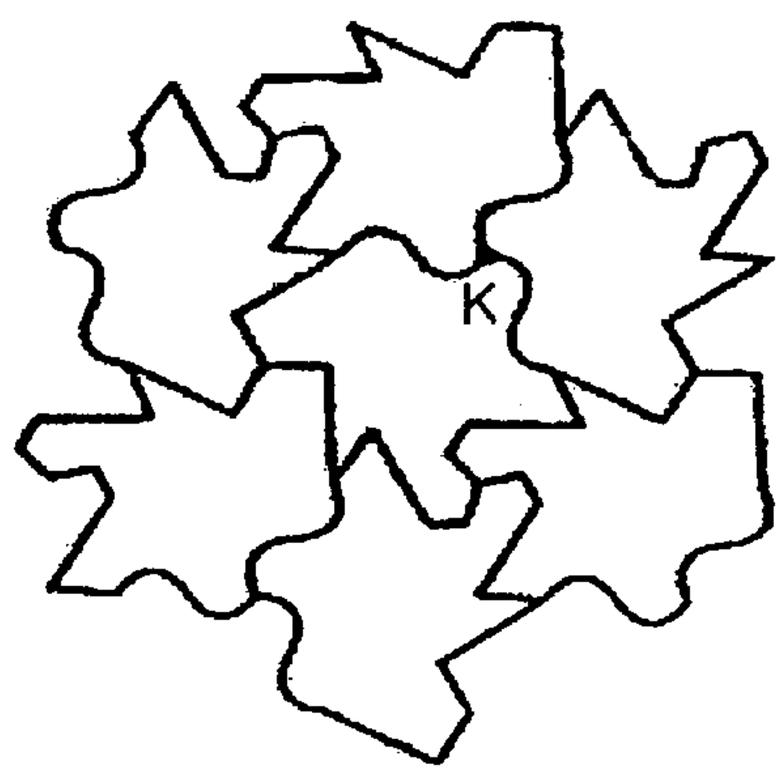
5. วาดเส้นโค้ง จาก E ถึง F



6. หมุนเส้นโค้งที่เกี่ยวข้องกับจุด F เช่นเดียวกับ E จับคู่กับ A



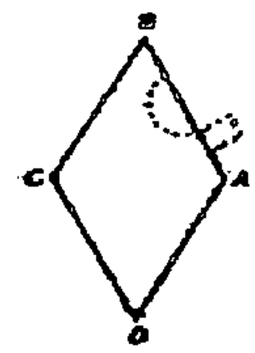
7. ลบร้อยเส้นของรูปหกเหลี่ยม และจะได้รูปต้นแบบ K และทำการเทสเซลเลชั่นกับรูปภาพที่เกิดขึ้นดังรูป



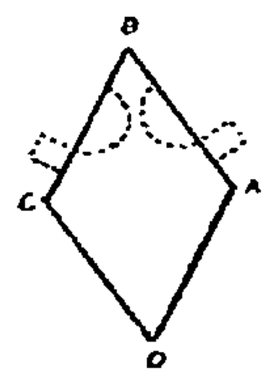
เทสเซลเลชั่น ในขั้นที่ 7 รูปภาพจากตัวอย่าง สามารถหมุนด้วยตัวของมันเอง สำหรับตัวอย่างนี้จะหมุนได้ในขนาดมุม 120 องศา หรือ 240 องศา ล้อมรอบจุด K ตามแผนภาพ เทสเซลเลชั่น ด้วยตัวมันเอง

ตัวอย่างที่ 3 เทสเซลเลชั่นที่เกิดจากการสะท้อน (Reflection Tessellation) ขั้นตอนการประดิษฐ์ เทสเซลเลชั่นที่เกิดจากการสะท้อน เป็นการแสดงในตัวอย่างที่ 3 รูปภาพพื้นฐานใช้รูป สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ดังขั้นตอนต่อไปนี้

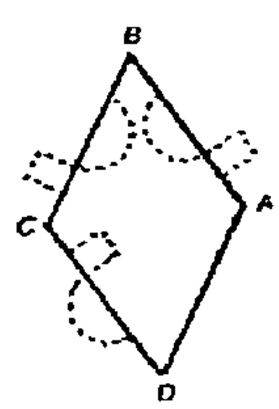
1. วาดเส้นโค้ง A ถึง B



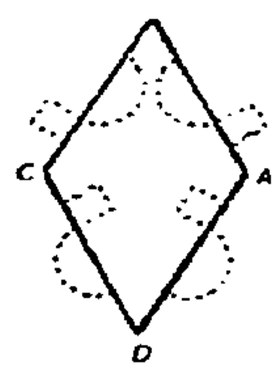
2. สะท้อนเส้นโค้งที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเส้นตรง BD เช่นเดียวกับแผนภาพ A ถึง C



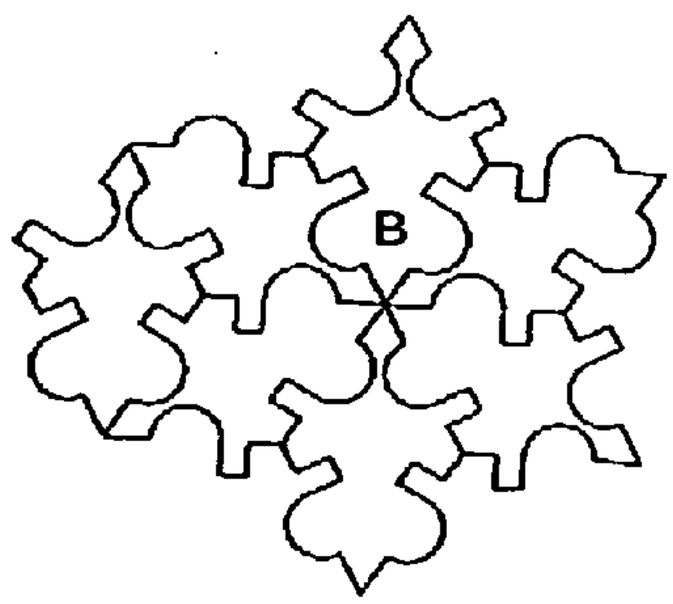
3. สะท้อนเส้นโค้งจาก B ถึง C ประมาณจุด C เช่นเดียวกับ B จับคู่กับ D



4. สะท้อนเส้นโค้งจาก C ถึง D เกี่ยวกับส่วนของเส้นตรง BD เช่นเดียวกับ C จับคู่ที่ A



5. ลบรอยเส้นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนออก จะได้รูปต้นแบบ B และภาพเทสเซลเลชั่นที่เกิดจากการแปลงรูปต้นแบบ B ดังรูป



จดบันทึกว่าใน 5 ขั้นตอน ของรูปภาพตัวอย่างที่ 3 เทสเซลเลชั่นมีหลายเส้น เป็นสิ่งที่สะท้อนด้วยตัวมันเอง ดังเช่นเส้นที่ผ่านมาแล้วจนกระทั่งถึงจุดสูงสุดและต่ำสุดของรูปภาพ

จากตัวอย่างที่ 1–3 สรุปได้ว่า ด้านแต่ละด้านต้องแนบสนิทพอดีเสมอ ในการออกแบบ "ส่วนที่ยื่นออกมา" กับ "ส่วนที่เว้าเข้าไป" จะต้องมีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกัน ในแต่ละแบบจะเป็นการแปลง การหมุน และการสะท้อนด้วยตัวของมันเอง และในที่สุดก็จะได้ต้นแบบตามลักษณะศิลปะของเอสเชอร์ ขั้นต่อไปก็คือการลอกลายตามกรอบรอบนอกลงบนกระดาษแผ่นใหญ่ อาจเริ่มจากมุมซ้าย หรือมุมขวา ตามความถนัด ข้อควรระวัง ควรทำเครื่องหมายด้านหน้า หรือด้านหลังไว้ด้วย จะได้ไม่เกิดความผิดพลาด

2.4 โครงงานคณิตศาสตร์ (Mathematics Projects)

เนื่องจากโครงงานคณิตศาสตร์เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนได้เรียนรู้และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ที่อยู่ภายใต้การดูแลของครู ทำให้นักเรียนได้แสดงออก ถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยใช้กระบวนการและความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไปช่วยในการแก้ปัญหา ก่อให้เกิดการคิดค้น การประดิษฐ์และพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4.1 ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (ม.ป.ป : 5 – 6) ได้สรุปความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ไว้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดและความสนใจ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือ และดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาและ/หรือผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ แล้วจัดเขียนเป็นรายงาน และแสดงผลงานที่เพื่อเผยแพร่สำหรับเป็นแนวทางศึกษาต่อ

ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 8) ได้ให้ความหมาย โครงงานคณิตศาสตร์ไว้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์เป็นงานที่ผู้ทำได้คิดอย่างอิสระเป็นการฝึกปฏิบัติในข้อที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ หลักการแนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนสนใจจะศึกษาและค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

การทำโครงงานไม่ใช่เป็นการเพิ่มเนื้อหาให้นักเรียนแต่จะเป็นการฝึกปฏิบัติงานที่ให้นักเรียนหาข้อสงสัย โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งสมมติฐานหรือตั้งจุดประสงค์ลงมือทดลองหรือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อค้นพบแล้วก็เผยแพร่ข้อ

ค้นพบนั้น การทำโครงงานเป็นการให้ผู้ทำได้คิดอย่างอิสระ มีการพัฒนาทั้งด้านทักษะ กระบวนการทำงาน และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สุวร กาญจนมยูร (2544 : 5) ได้ให้ความหมาย โครงงานคณิตศาสตร์ไว้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์ เป็นงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นงานที่เกิดจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาการอื่น หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มได้ศึกษา ค้นคว้า วิจัย หาความรู้ โดยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ตามความรู้ความสามารถ และความสนใจในปัญหาหรือข้อสงสัยที่ตนอยากรู้ อยากเข้าใจ ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจน ภายใต้การแนะนำดูแลของครู หรือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นที่ปรึกษาที่คอยช่วยเหลือตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มค้นพบ

สรุปได้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง งานที่เกิดจากกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษา ค้นคว้า วิจัย เกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของวิชาอื่นๆ ที่ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้คิด และเป็นผู้ทำเอง อย่างอิสระ ตามความสนใจ มีการพัฒนาทั้งด้านทักษะกระบวนการทำงาน และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้คำตอบที่ถูกต้อง ชัดเจน ภายใต้การดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ ที่เป็นที่ปรึกษา ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนหรือได้ค้นพบ

2.4.2 หลักการของกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

ฟาวเลอร์, สสวท.,ธีระชัย (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. ม.ป.ป. : 6 ; อ้างอิงจาก Fowler. 1964 : 91 – 93 ; สสวท. 2529 : 1 ; ธีระชัย บูรณโชติ. 2531 ก : 1, 2531 ข : 2) ได้ให้หลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหรือความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง โครงงานคณิตศาสตร์ที่ทำขึ้นต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ

2. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. คำนึงถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงงานในเรื่องที่จะทำโดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ

2.4.3 จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (ม.ป.ป. : 6) ได้สรุปจุดมุ่งหมายการจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก ความสนใจและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ได้ โดยตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

4. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

6. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออก พร้อมทั้งได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง

7. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

8. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.4.4 ลักษณะโครงงานคณิตศาสตร์

ลักษณะโครงงานคณิตศาสตร์ ได้มีผู้เชี่ยวชาญ แบ่งโครงงานตามลักษณะดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 19) ได้แบ่งลักษณะของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. ลักษณะเชิงประวัติศาสตร์ เป็นโครงงานในรูปแบบเอกสาร โครงงานนี้จะต้องใช้แหล่งอ้างอิงจำนวนมาก เช่น ห้องสมุด ศูนย์วิทยบริการ เครือข่ายอินเตอร์เน็ต ฯลฯ ซึ่งอาจจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับประวัติของนักคณิตศาสตร์ เช่น ประวัติ อาร์คิมีดีสและยุคลิด ประวัติของจำนวนและตัวเลข ประวัติการพัฒนาของคณิตศาสตร์ ประวัติการค้นพบสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ลักษณะตามสาระการเรียนรู้ (ด้านความรู้) เช่นจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต การวัด สถิติและความน่าจะเป็น แคลคูลัส คณิตศาสตร์เต็มหน่วย โครงงานลักษณะนี้จะใช้ความรู้ด้านเนื้อหามาพิจารณาโดยตรง

3. ลักษณะประยุกต์ใช้ ผู้ทำโครงงานจะต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ แนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เช่น การออกแบบลายกระเบื้องปูพื้นโดยใช้รูปเรขาคณิต โมบายรูปเรขาคณิต การบรรจุกล่อง ค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน ฯลฯ

สุวร กาญจนมยูร (2544 : 6) ได้กล่าวถึงลักษณะโครงงานไว้ดังนี้

1. เป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือสงสัย ต้องการหาคำตอบ

2. เป็นเรื่องที่ศึกษาอย่างลุ่มลึก รู้จริง รู้แจ้ง และรอบรู้ด้วยวิธีการและแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

3. เป็นการเรียนรู้ที่มีระบบ มีกระบวนการที่ถูกต้อง และสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ทุกขั้นตอนและใช้อ้างอิงได้

4. เป็นเรื่องใหม่ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ และมีประโยชน์ในชีวิตจริง

ลักษณะโครงงานคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า

1. ลักษณะการพัฒนาประยุกต์ใช้ หรือเป็นเรื่องใหม่และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ลักษณะที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

3. ลักษณะตามความสนใจ อาจเป็นเรื่องเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ ด้านความรู้หรือการประยุกต์ใช้

4. ลักษณะที่สามารถศึกษา อย่างลุ่มลึก รู้แจ้ง รู้จริง ชัดเจน มีแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

5. ลักษณะที่สามารถเรียนรู้อย่างมีระบบ มีกระบวนการที่ถูกต้องสามารถตรวจสอบได้ทุกขั้นตอน

2.4.5 ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (ม.ป.ป. : 7 – 8) ได้แบ่งประเภทโครงงานคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภททดลอง
2. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
3. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
4. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย

สุวร กาญจนมยูร (2544 : 6) ได้แบ่งโครงงานคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โครงงานที่ทำให้เกิดองค์ความรู้ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2. โครงงานที่นำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาการอื่น หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 5 ประเภท

1. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทที่ทำให้เกิดองค์ความรู้ ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
3. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภททดลอง
4. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
5. โครงงานคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ เป็นเครื่องมือหรือเทคนิค ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา

2.4.6 ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์

การทำโครงงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีกระบวนการดำเนินการอย่างต่อเนื่องดังที่ผู้รู้ได้กล่าวไว้ดังนี้

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (ม.ป.ป. : 8) ได้กำหนดขั้นตอนในการจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ตั้งแต่เริ่มต้นถึงขั้นสุดท้ายไว้ดังนี้

1. คิดจะเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผนในการทำโครงงาน
3. การลงมือทำโครงงาน
4. การเขียนรายงาน
5. การแสดงผลงาน

สุวร กาญจนมยูร (2544 : 35) ได้จัดลำดับขั้นตอนง่าย ๆ อย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงขั้นสุดท้ายไว้ดังนี้

1. การเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน
4. การลงมือทำโครงงาน
5. การเขียนรายงาน
6. การแสดงผลงาน

ขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ตั้งแต่เริ่มแรกจนกระทั่งขั้นตอนสุดท้ายสรุปได้ดังนี้

1. เลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน
2. วางแผนในการทำโครงงาน
3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
4. จัดทำเค้าโครงของโครงงาน
5. ลงมือทำโครงงาน

6. เขียนรายงานในการทำโครงงาน
7. การแสดงผลงาน

2.5 โครงงานคณิตศาสตร์กับงานประดิษฐ์คณิตศาสตร์

โครงงานคณิตศาสตร์สามารถใช้การประดิษฐ์ชิ้นงานที่ใช้พื้นฐานความรู้เรื่องเรขาคณิตกับศิลปะผสมผสานกัน จากการนำกระดาษมาตัดเป็นรูปเรขาคณิต สีสวยงามหลายรูปแบบ โดยใช้ความรู้ทางศิลปะช่วยในเรื่องสีสันให้สวยงาม ดังเช่นมีผู้ได้เสนอแนะไว้ดังนี้

ปฐมาพร อาสน์วิเชียร และศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. ม.ป.ป. : 178 – 197) ได้เสนอโครงงานคณิตศาสตร์เรื่อง 3 – D Geometry and Origami และได้กล่าวถึงการทำ 3 – D Geometry ทุกรูปแบบที่เสนอ มีขั้นตอนการทำเหมือนกันดังนี้

1. ตัดกระดาษตามแบบที่กำหนดไว้
2. พับกระดาษตามแนวเส้นประ ----------
3. ตัดกระดาษตามแนวเส้นตรง ————————
4. ติดกาวตามแนวที่พับในแต่ละส่วน
5. นำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมาต่อกันตามจำนวนที่กำหนดในแต่ละรูปแบบ

ปฐมาพร อาสน์วิเชียร และศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. ม.ป.ป. : 186–196) ได้เสนอ ออริกามิ ที่เป็นการพับกระดาษแล้วสอดกัน ทำให้ ออริกามิ มีหลากหลายแบบและมีสีสันสวยงามในลักษณะเป็นทรงหลายเหลี่ยม และทรงสี่เหลี่ยม และจากโครงงานเรื่อง 3 – D Geometry and Origami ได้สรุปได้ว่า ทำให้ได้รูปแบบของชิ้นงานที่หลากหลายแปลกตา มีความซับซ้อนและสวยงามมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม แต่งานจะสำเร็จได้นั้นต้องอาศัยความละเอียดอ่อน ความอดทน และความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนความรู้ทางด้านศิลปะมาผสมผสานกันเป็นอย่างดี ในด้านของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ นอกจากใช้กระดาษที่จัดซื้อ จัดหามาแล้ว ยังมีชิ้นงานบางชิ้นที่อาจใช้วัสดุเหลือใช้มาทำได้ เช่น กระดาษปฏิทินเก่า ๆ เศษกระดาษสีเหลือใช้แล้ว ฯลฯ

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์ (2544 : 202 – 205) ได้เสนอชิ้นงานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และสุนทรียภาพในรูปโมบาย โดยใช้รูปทรงเรขาคณิต (รูปทรงหลายหน้า)

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542 : 192 – 197) ได้เสนอกิจกรรม : คณิตศิลป์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเพื่อให้ได้เห็นความงามของวิชาคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนระบายสีลงในช่องว่างรูปเรขาคณิตที่กำหนดแต่ละแบบให้เกิดภาพตามจินตนาการ

ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 85) ได้เสนอแนะกิจกรรมที่สอดคล้องกับงานประดิษฐ์คณิตศาสตร์ในรูปแบบของโมบายแสนสวย เป็นการทำโครงงานลักษณะประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์

จากที่ได้กล่าวถึงเรื่อง การพับกระดาษออริกามิ เทสเซลเลชั่นของเอสเชอร์ โครงงานคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่องที่สอดคล้องกับงานประดิษฐ์ สรุปได้ว่า งานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นงานที่เกิดจากการใช้ความรู้พื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องเรขาคณิต ผสมผสานกับงานศิลปะ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความงดงามและมีเสน่ห์ในตัวเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีทักษะกระบวนการในการทำงาน และการแก้ปัญหาร่วมกัน ทั้งยังช่วยให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน มีประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง

3. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นศัพท์บัญญัติซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Creative Thinking หรือ Creativity นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

นิพนธ์ จิตต์ภักดี (2523 : 19) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ คือ "ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดการกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นโดยทั่วไป ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ เกิดจากการเริ่มประดิษฐ์อะไรใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีใครค้นคิดมาก่อน และเกิดจากการดัดแปลงสิ่งเดิมที่มีอยู่แล้วให้เป็นประโยชน์แก่มนุษย์"

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 3) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการผลิตและการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นประโยชน์อย่างใหม่ และแปลกไปจากความคิดหรือการกระทำของคนอื่น อย่างที่ไม่มีใครนึกมาก่อน

กิลฟอร์ด (อารี รังสินันท์. 2526 : 29 – 34 ; อ้างอิงจาก Guilford. 1950) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ คิดหลายแง่มุม คิดกว้างไกล ความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นคิดพบวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จ ความคิดอเนกนัยจะประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า Wild Idea จะต้องเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น

ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรก ความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้องอาศัยความคิดจินตนาการ แต่ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังนั้นความคิดจินตนาการและความพยายามที่จะสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั้นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความคิดที่หาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือสามารถนำคำมาเรียงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวทางหรือดัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำนวนและการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความหมายของบุคคลที่คิดได้รวดเร็วกว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิด ซึ่งมีด้วยกัน 4 ชนิดคือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการของความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือเป็นความสามารถของมนุษย์ในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดที่ลึกซึ้งเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุม

เทย์เลอร์ (Taylor. 1964 : 108 – 109) ให้ความหมาย ความสามารถทางสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถที่จะคิดย้อนกลับ โดยการนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย

ความคล่องในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดภายใน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นทำให้พิจารณาปัญหาได้หลายด้าน และความคิดริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในทางที่แปลกใหม่

วอลแลช และโคแกน (Wallach and Kogan. 1965 : 34) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะเป็นแนวทางให้ระลึกถึงสิ่งอื่นเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นโต๊ะก็ทำให้นึกถึงเก้าอี้ เป็นต้น สิ่งที่ระลึกออกมาต่าง ๆ ก็เป็นสิ่งที่เก็บสะสมไว้ในสมองของตนเมื่อสิ่งเร้ามากระตุ้นก็จะตอบสนองออกมา ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการอันหนึ่งที่อยู่ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง

จากความหมายดังที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการและผลิตผลงานใหม่ๆ หมายถึงกระบวนการทางสมองของบุคคลให้คิดและทำอย่างมีระบบ และความรู้สึกที่ไวต่อการแก้ปัญหา โดยอาศัยประสบการณ์เดิม มาเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ เพื่อให้เกิดความคิดหรือการกระทำใหม่ๆ เพื่อให้ความคิดที่แปลกใหม่ หรือดัดแปลงให้ต่างไปจากเดิมอันเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

เมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ มักจะเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่มซึ่งแท้ที่จริงแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่น ๆ ด้วยความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่สิ่งที่เลื่อนลอยเพ้อฝัน ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่ความสามารถที่มาจากพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว การที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้นั้นต้องมีสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย

พงษ์พัฒน์ สัตยารัฐ (2520 : 16-18) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบที่จะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. การรับรู้ (Perception) การรับรู้เป็นความรู้สึกภายนอก (Sensation) และความรู้สึกภายใน (Feeling) ของคน การรู้มากเห็นมากก็ทำให้รับรู้ได้มากและพยายามสังเกตจากการรับรู้นั้น นำมาคิดสร้างสรรค์ในสิ่งที่ดีกว่า ทันสมัยกว่าหรือมีประโยชน์มากกว่าต่อไป การรับรู้ของคนมีมาแต่กำเนิดและความคิดอยู่ในความทรงจำของแต่ละคนในอดีตก็สามารถก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในภายหลังได้

2. จินตนาการ (Imagination) เมื่อคนเรารู้มากเห็นมากและได้รับรู้มามากก็จะช่วยคิดได้มาก ซึ่งก่อให้เกิดจินตนาการต่าง ๆ ขึ้น เช่น ดาวินชี ผู้คิดสร้างเครื่องบินเครื่องแรกของโลกนั้น ก็มีจินตนาการมาจากการรับรู้เรื่อง นกบิน เป็นต้น จินตนาการเกิดขึ้น 2 ทาง คือ จินตนาการที่เกิดจากการรับรู้ จากวัตถุและจินตนาการที่เกิดจากจิตใจ

3. ประสบการณ์ (Experience) ประสบการณ์ของคน เป็นผลมาจากการปะทะของบุคคลนั้นกับสิ่งแวดล้อมซึ่งมีได้ 2 อย่างคือ ประสบการณ์ตรงซึ่งเกิดขึ้นกับตนเอง และประสบการณ์รองซึ่งเกิดขึ้นกับบุคคลอื่น

3.3 ลักษณะพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครูเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2522. 300 – 324) กล่าวว่า ครูที่สอนแต่เนื้อหาเพียงอย่างเดียวไม่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ครูควรมีเทคนิคการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและพัฒนากระบวนการคิดปัญหาคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การยกตัวอย่างและการให้โจทย์ปัญหา ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ตัวอย่าง หรือโจทย์ปัญหาในหนังสือแบบเรียนเสมอไป การที่ผู้สอนสามารถยกตัวอย่างทันทีทันใด การให้โจทย์ปัญหาแปลก ๆ ตลกขบขัน ตลอดจนเนื้อหาจากสิ่งแวดล้อมประจำวัน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนและศรัทธาในตัวผู้สอน

2. การใช้วัสดุประกอบการสอน เป็นเครื่องช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเรื่องนี้ผู้สอนอาจใช้กลวิธีให้ผู้เรียนช่วยทำวัสดุประกอบการสอนและเลือกหาวัสดุจากสิ่งแวดล้อมที่ได้ง่าย และประหยัด สอดคล้องกับ วรินทรา วัชรสิงห์ (2537 : 31) กล่าวว่า การให้ผู้เรียนช่วยทำวัสดุประกอบการเรียนในการทำแบบฝึกหัดเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง และทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น จะทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องของปริมาตร ก็อาจให้ผู้เรียนประดิษฐ์กล่องลูกบาศก์สำหรับตวงของเหลว ใช้กระป๋องนมตวงของเหลวหรือของแข็งแบบละเอียด ใช้ขวดน้ำอัดลมขนาด 1 ลิตร ตวงของเหลว เป็นต้น

3. การใช้คำถามถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งในการสอน เพราะคำถามที่ดีจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด แม้จะไม่มีสื่อที่เป็นรูปธรรมก็ตาม ถ้าผู้สอนรู้จักเลือกใช้คำถามที่เหมาะสมก็สามารถบรรลุจุดประสงค์ในการสอนได้ และคำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดก็จะสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย

4. การใช้ภาพประกอบ เป็นกลวิธีอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้ ผู้สอนที่สามารถวาดภาพง่าย ๆ ประกอบการอธิบายอย่างรวดเร็ว จะทำให้ผู้เรียนศรัทธาและเรียนด้วยความเพลิดเพลิน

5. การที่จะสอนคณิตศาสตร์ให้สนุกนั้น ควรจะได้หาเทคนิคอื่น ๆ มาช่วย เช่น การใช้เพลงและคำประพันธ์ประเภท โคลง ฉันท์ กาพย์ กลอน หรือการใช้เกมการแข่งขัน ตลอดจนปริศนาเลขคณิต การใช้เกมประกอบการสอนผู้สอนควรเลือกใช้เกมที่สนับสนุนบทเรียน หรือเกมลับสมองแล้วแต่กรณี แต่ต้องเลือกเกมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาที่จะสอน

เสริมศักดิ์ สุรวัลลภ (2537 : 117 – 118) กล่าวว่า นอกจากจะรู้วิธีสอนแล้ว ครูควรมีเทคนิคในการสอนเพื่อเป็นเครื่องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เทคนิคการสอนนั้นมีลักษณะดังนี้

1. การยกตัวอย่าง ครูควรจะยกตัวอย่างได้โดยอัตโนมัติ ถ้าเป็นโจทย์ตัวอย่างง่ายๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างศรัทธา การเอาตัวอย่างในหนังสือเรียนมาอธิบายจะทำให้ นักเรียนไม่สนใจ

2. ให้ทำโจทย์แบบฝึกหัดแปลก ๆ และยกตัวอย่างที่ใกล้ตัวเท่าที่จะทำได้ นอกจากนี้ยังอาจให้นักเรียนแต่งโจทย์เองบ้าง เช่น ครูอาจจะให้นักเรียนหาความสัมพันธ์จากโจทย์ที่ครูเขียนให้ จากกฎหรือสูตรที่ได้เรียนมาแล้ว

3. หาปัญหาแปลก ๆ และปัญหาที่ตลกขบขันมาเล่าให้เกิดความสนใจ

4. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ ในหัวข้อที่จะทำได้ และฝึกให้นักเรียนทำวัสดุประกอบการสอน ครูที่ฉลาดจะหาวัสดุประกอบการสอนได้จากนักเรียน

5. รู้จักเลือกใช้วัสดุจากสิ่งแวดล้อมและหาได้ง่ายในท้องถิ่น หรือที่อยู่รอบตัวเรามาเป็นสื่อการเรียนการสอน เช่น ใช้ก้านธูปสอนเลขฐาน เป็นต้น

6. หาวิธีการแปลกและใหม่ให้นักเรียนได้ค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด

7. ใช้วัสดุประกอบการสอนที่หาง่ายและเป็นปัจจุบัน เช่น ข่าวหนังสือพิมพ์ ภาพการ์ตูน ภาพต่าง ๆ จากหนังสือพิมพ์นั้น ครูอาจจะให้นักเรียนหาตัวเลขซึ่งอาจจะนำมาเขียนกราฟ สอนเลขทศนิยม สอนการแลกเปลี่ยนเงิน ฯลฯ เป็นต้น

8. ครูควรรู้จักวิธีวาดภาพเส้นง่าย ๆ เพื่อประกอบการอธิบาย จะทำให้นักเรียนศรัทธาและสนใจยิ่งขึ้น

9. การสอนคณิตศาสตร์ให้สนุกโดยใช้เพลงคำประพันธ์ประเภทร้อยกรอง เกมดนตรี เป็นต้น การแต่งเพลงนั้นถึงแม้ว่าครูจะไม่ใช่นักดนตรีอาจจะแต่งเพลงเทียบกับทำนองเพลงทั่วไปได้ โรงเรียนต่าง ๆ ก็มีลูกเสือและยุวชาด ซึ่งมีเพลงร้องประจำอยู่แล้ว อาจจะดัดแปลงทำนองเพลงเหล่านั้นมาเป็นเนื้อร้องทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนจำกฎเกณฑ์ได้แม่นยำยิ่งขึ้น

10. การใช้ภาพประกอบการสอน โจทย์บางข้อยากที่จะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้ ครูอาจใช้ภาพประกอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

11. การเขียนรูปตารางประกอบการอธิบาย จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่ต้องการแยกประเภท หรือเปรียบเทียบ

12. การเขียนไดอะแกรมประกอบการอธิบาย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจครูอาจเขียนไดอะแกรมเพื่อช่วยในการอธิบาย

12. การเขียนไดอะแกรมประกอบการอธิบาย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจครูอาจเขียนไดอะแกรมเพื่อช่วยในการอธิบาย

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู เป็นส่วนสำคัญที่จะส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เกี่ยวกับการยกตัวอย่างที่หลากหลาย การให้โจทย์ที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ อยู่เสมอ การตั้งคำถามของครูก็เป็นส่วนช่วยกระตุ้น อีกทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน การใช้เกม การใช้ภาพประกอบล้วนแล้วแต่เป็นส่วนที่ช่วยสร้างเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น

3.4 ลักษณะของบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

มีผู้กล่าวถึงลักษณะของบรรยากาศในห้องเรียนที่มีผลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สมิธ (กรมวิชาการ. 2534 : 24 – 26 ; อ้างอิงจาก Smith. 1972 *Training Creative Thinking.*) ได้กล่าวว่าบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปราย นักเรียนจะต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ความพอใจ ดังที่ โรเจอร์ (Roger. 1970) ใช้คำว่า ความปลอดภัยทางจิต (Psychological safety) และความเป็นอิสระทางจิต (Psychological freedom) ซึ่งหมายถึงการยอมรับความเป็นคนของแต่ละคนและความเป็นปกติวิสัยของคนผู้นั้นในทางความคิด และ สมิธ (กรมวิชาการ. 2534 : 24 – 26 ; อ้างอิงจาก Smith. 1972.) ก็ได้สนับสนุนว่าสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุดที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็ก ก็ได้แต่บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจและศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง บรรยากาศในโรงเรียนและห้องเรียนมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กมาก ห้องเรียนที่เด็กสามารถแสดงออกซึ่งความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองโดยเฉพาะได้เต็มที่ และนักเรียนรู้สึกอิสระ ไม่ถูกควบคุมด้วยระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รู้จักแก้ปัญหา ย่อมเป็นห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

อารี พันธ์มณี (2543 : 6 – 8) ได้เสนอแนวทางในการปฏิบัติของครูที่จะช่วยให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จัดเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. สร้างความมั่นใจให้แก่ตัวนักเรียน ด้วยการใส่ใจ สนใจ ความคิด ความรู้สึก การกระทำ รับฟังข้อซักถาม

2. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกอย่างอิสระและยอมรับความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากประสบการณ์ ความรู้ และวัยของเด็ก เพราะเป็นช่วงแห่งการเรียนรู้

3. สร้างความรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัย อิสระ ยอมรับนับถือให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำ

5. กระตุ้นให้นักเรียน กล้าคิด กล้าลอง กล้าแสดงความคิดเห็น และทำงานที่ค่อนข้างยาก ท้าทายความสามารถของผู้เรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพให้เต็มที่

สรุปได้ว่า บรรยากาศในห้องเรียน ควรเป็นบรรยากาศที่ให้อิสระในการค้นคว้าหาความรู้ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งเป็นบรรยากาศที่เอื้ออำนวยที่จะให้เกิดการคิดอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งยังต้องได้รับความอบอุ่นการยอมรับ ความไว้วางใจ ตลอดจนการได้รับกำลังใจจากครูและเพื่อน ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีชีวิต ชีวา และสนุกสนาน เพลิดเพลิน บรรยากาศในห้องเรียนจึงจะมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างมาก

3.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์

ทอร์แรนซ์ (ทัศนีย์ พฤกษชลธาร. 2517 : 19 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) กล่าวว่า การแสดงความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องถึงขั้นสูงสุด คือ การตั้งทฤษฎีใหม่หรือการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอไป แต่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากลำดับการคิดอย่างปกติ สามารถคิดได้หลายแง่หลายมุมผสมผสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์กว่า โดยใช้องค์ประกอบร่วมที่สำคัญ 3 ด้าน คือ แรงจูงใจ ความสามารถ และทักษะ ซึ่งผลผลิตทางความคิดสร้างสรรค์ อาจเป็นเพียงขั้นใดขั้นหนึ่งใน 5 ขั้น ต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แสดงความคิดริเริ่มอย่างอิสระโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน
2. เป็นผลผลิตที่อาศัยทักษะบางอย่าง
3. ได้ผลผลิตใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
4. ได้ผลผลิตโดยปรับปรุงมาจากขั้นที่ 3
5. เป็นผลผลิตที่แสดงผลงานจากความคิดที่เป็นนามธรรมระดับสูง หรือการค้นพบหลักการ หรือทฤษฎี

อารี พันธ์มณี (2537 : 185 – 187) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอน และกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงยิ่งขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้สมบูรณ์ขึ้น สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้น อารี พันธ์มณี ได้สรุปไว้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ อับราฮัม (Abraham) แอนดรูว์ (Andrew) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ ของความคิดจินตนาการ และได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดวิธีหนึ่งในหลายๆ วิธีการ เขาพยายามที่จะวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่น และการทำกิจกรรม โดยสังเกตพฤติกรรมการเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การแสดงละคร การใช้คำอธิบาย และบรรยายให้เกิดภาพพจน์

ชัดเจน ตลอดจนการเล่น นิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและคิดเกมใหม่ ๆ ตลอดจนพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกซาบซึ้งต่อความสวยงาม เป็นต้น มาร์กี (Marky) ได้ใช้การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบ้าน การตั้งชื่อแปลก ๆ ลักษณะความเป็นผู้นำ การสร้างหรือต่อไม้บล็อกของเด็ก เป็นต้น และมาร์กียังสรุปข้อคิดไว้ว่า ไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดวิธีเดียวที่จะวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ครอบคลุมทุกด้าน และวิธีสอบหนึ่ง ๆ จะได้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ทุกวัย และทุกระดับชั้น ทอร์แรนซ์ (Torrance) ได้ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของเด็กด้วยการระบุหัวข้อที่ใช้เป็นแนวทางในการสังเกตผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงได้ แม้จะไม่ตรงกับแบบทดสอบ เช่น การสังเกตความสามารถในการใช้เวลาให้เป็นประโยชน์โดยปราศจากสิ่งเร้า

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน นักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญของนักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และ ปาสคาล พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแววสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กออกความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันก็เป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ เป็นต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานประดิษฐ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ยังไม่มีผู้ใดทำวิจัยมาก่อน จึงใช้งานวิจัยที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องอื่นแทน

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

โกลฟเวอร์ (Glover. 1980) ได้จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นเวลา 27 วัน กับนักเรียน จำนวน 14 คน ด้วยการใช้กิจกรรมเกี่ยวกับประโยชน์ของสิ่งของและการแก้ปัญหา

ทั้งสองกิจกรรมนั้นนักศึกษา จะได้รับการกระตุ้นให้แสดงแนวคิดทั้งในด้านความคล่องในการคิด จำนวนทิศทางการคิด และความคิดริเริ่มออกมา ผลก็คือหลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ นักศึกษามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เบอร์คเมอร์ (Berkemer. 1990) ทำการศึกษาเรื่อง Evaluating the effectiveness of a design course in teaching creative problem – solving การวิจัยจะประเมินขอบเขตของหลักสูตร การออกแบบในธรรมชาติของความสามารถสร้างสรรค์ของนักศึกษาในโปรแกรมเทคนิคของมหาวิทยาลัยหลักสูตรขั้นต้นใช้โครงการออกแบบ 3 มิติ เพื่อสอนระบบโครงสร้างของการแก้ปัญหาสร้างสรรค์ วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา โดยช่วยให้เข้าใจและเป็นวิธีสากลคือการทำซ้ำ หรือการถ่ายโอนโครงการเพื่อแก้ปัญหาสร้างสรรค์ วิธีการขั้นต้นคือกำหนดหลักสูตรโดยยึดหลักธรรมชาติของความสามารถคิดสร้างสรรค์ ครูสังเกตปฏิกิริยารวบยอดทั้งหมดในการจัดทำ แบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม แล้วประเมินผลพื้นฐานก่อนเรียน และความก้าวหน้าหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ แบบ ก และ ข สรุปผลจากข้อมูลสะสม พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาสร้างสรรค์ของนักศึกษาดีขึ้นหลังจากผ่านหลักสูตรการออกแบบ

วิลเลียมส์ (Williams. 2002) ทำการศึกษาเรื่อง Identifying Tasks That Promote Creative Thinking in Mathematics : A Tool ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เครื่องมือที่สามารถพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ จะสามารถช่วยในการเลือกและการทำงานแต่ละอย่าง เครื่องมือสามารถนำไปใช้ เพื่อแสดงให้เห็นข้อผิดพลาดระหว่างสภาพในปัจจุบัน และคำตอบที่เป็นไปได้ของนักเรียน เครื่องมือ อาจเป็นสิ่งสนับสนุนหรือยับยั้งความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก็ได้ในบางครั้ง การให้งานนักเรียนทำไม่ได้หมายความว่าจะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์เสมอไป วัฒนธรรมในห้องเรียนก็มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ชิ้นงานจะเกิดขึ้น หลังจากที่เขาได้รับการสนับสนุนเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้การเรียนยังสามารถรวมถึงการใช้ขอบเขตกว้าง ๆ และความหลากหลายของงานชิ้นนั้น ๆ เพื่อสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ทั่ว ๆ ไป และความคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น

4.2 งานวิจัยในประเทศ

ศศิพันธ์ พัดสมร (2540 : 77 – 78) ได้ศึกษาผลของการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์ (Williams) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม กรุงเทพฯ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่ม ตามแนวคิดของวิลเลียมส์ (Williams) มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกการคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลี่ยม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัชนี ตระกูลแก้ว (2541 : 65) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม หลังการสอน สูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทุกองค์ประกอบ

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2542 : 130-131) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือ ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าวิธีสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การสอนแบบสืบสวนสอบสวน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ การสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ตามผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน ส่วนมากจะศึกษาความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบวิธีสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ว่า หลังจากมีการอบรมเชิงปฏิบัติการจัดหลักสูตรการออกแบบของนักศึกษา การฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวของวิลเลียมส์ และการสอนแบบสืบสวนสอบสวน พบว่า นักเรียนนักศึกษา มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนการทดลอง และยังพบว่า ปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จทางความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทางความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ครูมอบหมายขอบเขตและความหลากหลายของชิ้นงาน และการได้รับความสนับสนุน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจมาสมัครในการเข้าร่วมกิจกรรมงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วจัดเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ตามสัดส่วนของนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วเรียงลำดับคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์จากมากไปหาน้อยในกลุ่มตัวอย่าง 30 คน จัดครั้งละ 6 คน ดังนี้

คนที่	1	2	3	4	5	6
	12	11	10	9	8	7
	13	14	15	16	17	18
	24	23	22	21	20	19
	25	26	27	28	29	30
กลุ่มที่	1	2	3	4	5	6

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยเรื่อง

- การหาพื้นที่
- การหาปริมาตร
- รูปสมมาตร
- การสะท้อน
- การแปลงทางเรขาคณิต
- เศษส่วน
- สมการ
- การแก้ปัญหา

ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาทดลอง 6 วัน วันละ 3 คาบเรียน รวม 18 คาบเรียน (ปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ 15 ½ คาบเรียน ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Post-test) 2 ชั่วโมง (120 นาที)

แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดงานประดิษฐ์และทดลองหาประสิทธิภาพของชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 249) มีลักษณะดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลองแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมในห้องปฏิบัติการงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre – test) 1 ชั่วโมง

T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post – test) 1 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และคู่มือสำหรับการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม15 ½ คาบเรียน ดังนี้

1.1 Math Flower	(การแปลงทางเรขาคณิต รูปสมมาตร การสะท้อน)	2 คาบ
1.2 Math Hydrangea	(การแปลงทางเรขาคณิต)	1 คาบ
1.3 Math Daisy	(รูปสมมาตร)	1 คาบ
1.4 Math Dahlia	(การหาพื้นที่ เศษส่วน)	1 ½ คาบ

1.5 Fractal Card	(การหาปริมาตร, เศษส่วน)	1 คาบ
1.6 "Sierpinski gasket" card	(การหาปริมาตร)	1 คาบ
1.7 โมบายมหัศจรรย์	(สมการ, การเท่ากัน)	2 คาบ
1.8 รูปทรงหลายเหลี่ยมที่ไร้กาว	(การหาพื้นที่)	2 คาบ
1.9 คณิตกับความงาม	(เรขาคณิต)	1 คาบ
1.10 กล่องแสนสวยหกเหลี่ยม	(การหาพื้นที่ผิว)	1 คาบ
1.11 บ้านเล็กในป่าใหญ่	(การหาพื้นที่, การหาปริมาตร)	1 คาบ
1.12 กล่องของขวัญสุดเก๋	(การหาพื้นที่)	1 คาบ

การสร้างงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

การสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสร้างโดยดัดแปลงและพัฒนาจากเอกสารต่าง ๆ ประกอบด้วยชุดงาน 12 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและรูปแบบของงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์และงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์
3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ ชุดการเรียนและชุดกิจกรรมเพื่อนำมาประกอบการสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
4. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และงานวิจัยที่ใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อศึกษารูปแบบการสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
5. ผู้วิจัยสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดเนื้อหาความรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บางส่วนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงดัดแปลงแนวคิดการสร้างชุดงานประดิษฐ์จากเศษวัสดุของ ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2535 : 1-4) ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

5.1 ชื่อชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ระบุหมายเลขชุดงาน

5.2 เนื้อหา

5.3 ความคิดรวบยอด

5.4 จุดประสงค์

5.5 เวลา

5.6 วัสดุอุปกรณ์

5.7 การดำเนินกิจกรรมชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

5.8 การประเมินผล

5.9 ข้อเสนอแนะ

6. นำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบเนื้อหา ภาษา ความเหมาะสมของชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำมาปรับปรุง แก้ไข

7. นำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี จำนวน 10 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี จำนวน 20 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง อีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

9. นำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไปใช้ในงานวิจัย

10. ผู้วิจัยสร้างคู่มือการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เป็นชุดที่จัดไว้สำหรับครู เพื่อเป็นแนวในการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงดัดแปลงแนวคิดการสร้างชุดงานประดิษฐ์จากเศษวัสดุของ ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2535 : 1-4) ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อ เช่นเดียวกับการสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในข้อ 5

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 12 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มี 1 ข้อ ฉบับที่ 2 มี 3 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษา 4 ฉบับ ฉบับละ 2 ข้อ ทุกฉบับ ใช้เวลา ฉบับละ 10 นาที ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนการสร้างโดยอาศัยแนวทางเดียวกับ วินัย สอนดี (2534 : 95 – 96) ดังนี้

2.1 ศึกษาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance, Wallach and Kogan, Guilford และงานวิจัยของ อารี รังสินันท์

2.2 สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยดัดแปลงจากแนวคิดในข้อ 2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เป็นแบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ (Nonverbal tasks) จำนวน 2 ฉบับ จำนวน 4 ข้อ และแบบทดสอบที่ใช้ภาษา (Verbal tasks) จำนวน 4 ฉบับ

จำนวน 8 ข้อ รวมแบบทดสอบทั้งหมด 6 ฉบับ จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง (60 นาที) มีรายละเอียดดังนี้

ฉบับที่ 1 การสร้างภาพจากเจ็ดมหัศจรรย์

(ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Torrance) เป็นแบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ โดยให้นักเรียนสร้างภาพจากรูปสี่เหลี่ยม 1 ข้อ กำหนดให้จำนวน 5 รูป ให้เป็นภาพที่มีความหมายและให้ได้ภาพที่แปลกแตกต่างไปจากคนอื่น ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุด พร้อมกับตั้งชื่อภาพที่สร้างด้วย ใช้เวลา 10 นาที

ฉบับที่ 2 จินตนาการจากเส้น

(ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Wallach and Kogan) เป็นแบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ โดยให้นักเรียนดูภาพที่กำหนดให้ 3 ข้อ จำนวน 3 ภาพ ข้อละ 1 ภาพ แล้วให้บอกว่าเห็นเป็นรูปอะไร หรือนึกถึงอะไรบ้าง บอกมาให้มากที่สุด ใช้เวลา 10 นาที

ฉบับที่ 3 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ

(ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Wallach and Kogan) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษา โดยให้นักเรียนบอกประโยชน์ของสิ่งของที่กำหนดให้มาให้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้ มีจำนวน 2 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

ฉบับที่ 4 การตั้งคำถามแปลก ๆ

(ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Torrance) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษา โดยให้นักเรียนตั้งคำถามแปลก ๆ จากภาพและข้อความที่กำหนดให้ เน้นคำถามที่แปลกมาให้มากที่สุด มีจำนวน 2 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

ฉบับที่ 5 การแก้ปัญหา (ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Guilford and Christensen) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษา โดยให้นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหาจากสภาพปัญหาที่กำหนดให้มาให้มากที่สุด มีจำนวน 2 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

ฉบับที่ 6 การสมมติอย่างมีเหตุผล

(ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบของ Torrance) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษา โดยกำหนดให้นักเรียนคิดหรือเดาว่าอะไรจะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ หาคำตอบให้มากที่สุด มีจำนวน 2 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที

2.3 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบตรงตามเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำมา ปรับปรุง แก้ไขให้ถูกต้อง

2.4 นำแบบทดสอบทางความคิดสร้างสรรค์ ไปทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา รูปภาพ และปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดจากการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

2.5 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่1 มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองสอบ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 100 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้ 0.73 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (∝–Coefficient) ของครอนบัค

เกณฑ์ในการตรวจคะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ถือเกณฑ์พิจารณาคำตอบที่อยู่ในลักษณะที่เป็นการคิดหลาย ๆ ทาง (Divergent Thinking) ตามแบบของ กิลฟอร์ด (Guilford) คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการนับจำนวน คำตอบทั้งหมดที่แตกต่างกัน ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงว่าคำตอบเหล่านั้นจะไม่ซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนคำตอบที่ไม่อยู่ในทิศทางเดียวกันหรือคำตอบที่อยู่ภายในประเภทเดียวกัน (Categories) ที่แตกต่างกันโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน และไม่คำนึงว่าคำตอบเหล่านั้นจะไปซ้ำกับของคนอื่นหรือไม่

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง คะแนนที่ได้จากคำตอบที่แตกต่างไปจากคนอื่น ๆ (Uncommon Response) ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน จากคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน โดยใช้เกณฑ์การตอบดังนี้

คำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11%	1
3-5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วจึงนำความถี่นั้นเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน (พัชนี ตระกูลแก้ว. 2541 : 48-49)

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบในรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่ง ต่าง ๆ อย่างมีความหมายให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน (อารี พันธ์มณี. 2543 : 33 – 41)

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าและเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากได้กลุ่มตัวอย่าง โดยการคัดเลือกจากนักเรียนที่มีความสมัครใจและสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยใช้วิธีให้นักเรียนสมัครมาร่วมกิจกรรม และสุ่มอย่างง่ายจากผู้ที่สมัครมาจำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำการวัดความคิดสร้างสรรค์ ของกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมกิจกรรมในการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ดำเนินการตามกำหนดการของกิจกรรม โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

3. ทำการวัดความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการเข้าร่วมกิจกรรมการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่า (α – Coefficient) ของครอนบัค

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้สถิติแบบ t – test Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้สถิติโดยการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้

1. หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 138)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum fx$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวคูณด้วยความถี่

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

2. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 143)

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

S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อ $\sum fx^2$ แทน ผลบวกของผลคูณระหว่างความถี่กับกำลังสองของคะแนน

$\sum fx$ แทน ผลบวกของผลคูณระหว่างความถี่กับคะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เครื่องมือครอนบัค ได้แก่ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบัค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 :125 – 126)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

$\sum s_i^2$ แทน ความแปรปรวนรวมของแต่ละข้อ (ฉบับ)

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด (6 ฉบับ)

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ใช้ t – test dependent Sample ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 87 – 89)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนในแต่ละคู่

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนในแต่ละคู่ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคู่ของคะแนนการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ความหมายตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum fx$	แทน	ผลบวกของผลคูณระหว่างความถี่กับคะแนน
$\sum fx^2$	แทน	ผลบวกของผลคูณระหว่างความถี่กับกำลังสองของคะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์
t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา (t – test Dependent)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	ก่อนการสอน		หลังการสอน	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
ความคิดคล่องตัว	31.13	4.64	51.76	4.86
ความคิดยืดหยุ่น	25.80	5.20	39.80	4.47
ความคิดริเริ่ม	15.83	4.25	32.10	5.20
ความคิดละเอียดลออ	12.33	9.92	28.33	5.17
ภาพรวมความคิดสร้างสรรค์	85.10	13.09	151.87	18.60

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการสอน และหลังการสอนนั้น ความคิดคล่องตัวมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเพิ่มขึ้นสูงที่สุด ที่ $\bar{x}$ (31.13, 51.76) ส่วนความคิดริเริ่มมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเพิ่มขึ้นในระดับสูงที่ $\bar{x}$ (15.83, 32.10) เช่นเดียวกับความคิดละเอียดลออมีค่าเฉลี่ยคะแนนเพิ่มขึ้นที่ $\bar{x}$ (12.33, 28.33) และพบว่าความคิดยืดหยุ่นมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดที่ $\bar{x}$ (25.80, 39.80) ในภาพรวมความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นมากที่ $\bar{x}$ (85.10, 151.87) และ S.D. (13.09, 18.60)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

	N	$\bar{x}$	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
Pretest	30	85.10	13.09			
				1,987	141,249	19.89**
Posttest	30	151.87	18.60			

t (.01,29) = 2.426 ** มีนัยสำคัญที่ .01

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์การใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอน โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองโดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับใช้ในกิจกรรมประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนการสอน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและเพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 8 ห้องเรียน รวม 250 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random

Sampling) จากกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจ มาสมัครในการเข้าร่วมกิจกรรมงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์แล้วจัดเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ตามสัดส่วนของนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน และเรียงลำดับคะแนนของวิชาคณิตศาสตร์ จากมากไปหาน้อย ดังนี้

คนที่	1	2	3	4	5	6
	12	11	10	9	8	7
	13	14	15	16	17	18
	24	23	22	21	20	19
	25	26	27	28	29	30
กลุ่มที่	1	2	3	4	5	6

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการหาพื้นที่ การหาปริมาตร รูปสมมาตร การสะท้อน การแปลงทางเรขาคณิต เศษส่วน สมการ และการแก้ปัญหา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เริ่มทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลา 18 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยใช้เวลาในการทดสอบก่อนและหลังเรียนอย่างละ 1 ชั่วโมง ใช้เวลาในการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ 15 ½ คาบเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นชุดงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไข เกี่ยวกับความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง มีทั้งหมดจำนวน 12 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 Math Flower
ชุดที่ 2 Math Hydrangea
ชุดที่ 3 Math Daisy
ชุดที่ 4 Math Dahlia
ชุดที่ 5 Fractal Card
ชุดที่ 6 "Sierpinski gasket" Card
ชุดที่ 7 โมบายมหัศจรรย์
ชุดที่ 8 รูปทรงหลายเหลี่ยมที่ไร้กาว
ชุดที่ 9 คณิตกับความงาม
ชุดที่ 10 กล่องแสนสวนหกเหลี่ยม
ชุดที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่
ชุดที่ 12 กล่องของขวัญสุดเก๋

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ฉบับ จำนวน 12 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์ แอลฟา($\propto$Coefficient) ของครอนบัค (cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการศึกษาค้นคว้าแบบ One – Group Pretest – Posttest Design ซึ่งมีวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าทราบถึงการทำกิจกรรมโดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทุกคนเข้าใจตรงกัน และปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

2. นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และได้ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหาและภาษาจากผู้เชี่ยวชาญ 6 ฉบับ จำนวน 12 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แล้วบันทึกคะแนนไว้สำหรับเป็นคะแนนทดสอบก่อนใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

3. ดำเนินการสอน โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง จำนวน 16 คาบเรียนดังนี้

ชุดที่ 1	Math Flower	จำนวน	2	คาบ
ชุดที่ 2	Math Hydrangea	จำนวน	1	คาบ
ชุดที่ 3	Math Daisy	จำนวน	1	คาบ

ชุดที่ 4	Math Dahlia	จำนวน	1 ½	คาบ
ชุดที่ 5	Fractal Card	จำนวน	1	คาบ
ชุดที่ 6	"Sierpinski gasket" Card	จำนวน	1	คาบ
ชุดที่ 7	โมบายมหัศจรรย์	จำนวน	2	คาบ
ชุดที่ 8	รูปทรงหลายเหลี่ยมที่ไร้กาว	จำนวน	2	คาบ
ชุดที่ 9	คณิตกับความงาม	จำนวน	1	คาบ
ชุดที่ 10	กล่องแสนสวนหกเหลี่ยม	จำนวน	1	คาบ
ชุดที่ 11	บ้านเล็กในป่าใหญ่	จำนวน	1	คาบ
ชุดที่ 12	กล่องของขวัญสุดเก๋	จำนวน	1	คาบ

4. เมื่อผู้สอนดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 12 ชุด แล้วจึงนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง แล้วบันทึกคะแนนไว้สำหรับเป็นคะแนนทดสอบหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์

5. นำคะแนนที่ได้จากการวัดความคิดสร้างสรรค์ ทั้งทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ t – test Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลการทดลองพบว่า หลังการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้เรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการทดลองสอนโดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ค้นพบปัจจัยที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นซึ่งจัดว่าเป็นกิจกรรมเสริมอย่างหนึ่ง เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำมาบูรณาการอย่างมีระบบ มีกระบวนการที่เป็นขั้นตอน มี

ทั้งหมด 12 ชุดงาน แต่ละชุดมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังเป็นการสอนแนวใหม่ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานเพลิดเพลินมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ซึ่งเป็นการที่ทำให้ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ นวลน้อย เจริญสุข (2532 : 67) ที่ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรดีกว่าความคิดสร้างสรรค์ก่อนการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เพราะผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลาย ๆ อย่างก็จะเห็นรูปแบบของ กิจกรรมที่แตกต่างกันไป ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและสามารถคิดกิจกรรมใหม่ ๆ ขึ้นได้ และ รัชธร กอบุญช่วย (2522 : 32) ได้ศึกษาผลของการใช้เกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองดีกว่าความคิดสร้างสรรค์ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. เป็นการสอนให้เกิดจินตนาการ (Imagination) ให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นความคิดที่แปลกใหม่ ไม่เคยมีใครคิดมาก่อน ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนแสดงความคิดออกมากับผลงาน ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานกับการคิดประดิษฐ์ที่แตกต่างจากคนอื่น จากสิ่งประดิษฐ์ขึ้นเหล่านั้น เป็นความคิดแบบจินตนาการ ผลงานออกมาแปลกใหม่อย่างคาดไม่ถึง ทำให้ได้ความคิดใหม่ ๆ หรือความคิดริเริ่มที่ไม่เหมือนกัน ซึ่ง Torrance (อ้างอิงจากอารี รังสินันท์. 2532 : 154) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์มิได้เกิดจากการคิดที่เป็นเหตุเป็นผลเท่านั้น แต่บ่อยครั้งมีความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความฝันหรือเป็นจินตนาการที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือมีทางเป็นไปได้ยาก อารี รังสินันท์ (2532 : 154) ได้สนับสนุนว่า การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์จากสิ่งเร้าที่กำหนดเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ดี นักเรียนเกิดจินตนาการ ยั่วยุ และท้าทายให้อยากลองทำให้เสร็จเป็นรูปเป็นร่าง ด้วยความคิดที่เป็นอิสระ และด้วยความพอใจของงาน ซึ่งเป็นการเริ่มต้นในการกล้าคิดและยอมรับความแตกต่างของตนจากเพื่อนคนอื่น ๆ สร้างเสริมให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ กล้าคิดในสิ่งที่แปลก ๆ อันนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ต่อไป

3. เป็นการสอนโดยใช้วิธีระดมพลังสมอง (Brainstorming) ผู้วิจัยให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างได้ร่วมกันคิดออกแบบงานประดิษฐ์แต่ละชิ้น ร่วมกันแก้ปัญหา ทุกคนช่วยกันเสนอความคิดของแต่ละคนอย่างหลากหลายและยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน แล้วช่วยกันสรุปความคิด ต่าง ๆ หรือเพิ่มเติมให้ได้ความคิดที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ โบรว์ (สุนีย์ ศรีวันพิมพ์. 2533 : 115 อ้างอิงจาก Brow. 1982 : 10-12) ที่กล่าวว่าการจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มจะทำให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันมีความรับผิดชอบ มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และข้อมูล เพิ่มความสัมพันธ์ทางสังคม และลดความกังวลใจของผู้เรียน และพัชนี วรกวิน (2522 :149-150) ได้กล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนได้เข้าร่วมกลุ่มเป็นการแสดงถึงการยอมรับจากกลุ่ม ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ อบอุ่นใจ และรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า อีกประการหนึ่ง ผู้เรียนอยู่ในช่วงวัยรุ่น ซึ่งกำลังสนใจการรวมกลุ่มของตนที่กำลังอยู่ในวัยเดียวกัน เช่นเดียวกับ ศศิพันธ์ พัดสมร (2540 : 78) ได้

กล่าวว่าผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลี่ยม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 วิธีการทำ กิจกรรมเป็นกลุ่มจึงเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

4. การสอนโดยสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ให้อิสระในการคิด การแสดงออก ให้คำยกย่องชมเชย ให้กำลังใจ ไม่วิพากษ์ วิจารณ์ ชี้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือ ทำให้ผู้เรียนมีความสบายใจในการคิด ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สอดคล้องกับแนวคิดของ วินัย สอนดี (2534 :113) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการศึกษาค้นคว้า ทดลองจะมีผลทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น และพัชนี ตระกูลแก้ว (2541 : 68) ได้สนับสนุนว่า การที่ให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นเต็มที่ ครูยอมรับฟังความคิดเห็นของแต่ละคน ไม่วิพากษ์วิจารณ์ความคิดที่เสนอมาว่าถูกหรือผิด ทำให้ผู้เรียนมีความสบายใจกล้าแสดงความคิดออกมาอย่างหลากหลาย

5. เวลาที่ใช้ในการสอนต้องเหมาะสมกับเนื้อหาและชุดงาน จากการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยได้กำหนดเวลาชุดงานแต่ละชุดแตกต่างกันตามความเหมาะสม ซึ่ง พัชนี ตระกูลแก้ว (2541:70) กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น จะต้องใช้เวลาในการสอนมากพอสมควร และควรสอนอย่างสม่ำเสมอ และวีระ ฝังรักษ์ (2528 : 69) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต้องการเวลาพอสมควร ดังจะเห็นได้ว่า เวลาในการประกอบกิจกรรมมีความสำคัญต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

1. ผู้ที่จะทำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการสอน ควรศึกษาวิธีการใช้จากคู่มือการใช้อย่างละเอียด และลงมือทดลองทำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์นี้ก่อน ที่จะนำไปสอนจริง ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิค ขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ได้ถูกต้อง จึงจะทำให้ การเรียนรู้นี้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและประสบความสำเร็จตามที่คาดหวัง

2. ครูผู้สอนควรมีเวลาอธิบายขั้นตอนในการดำเนินการ ในการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ จึงจะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการที่จะเริ่มเรียนไปพร้อม ๆ กัน

3. การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ครูผู้สอนควรคอยให้คำแนะนำ ดูแลอย่างใกล้ชิดสำหรับผู้เรียนที่ประสบปัญหา

4. ครูผู้สอนควรเตรียมอุปกรณ์ของแต่ละชุดงานให้พร้อม เพื่อความสะดวก ความสำเร็จในการดำเนินการ อันจะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์

5. ครูผู้สอนควรทำแผนภูมิขั้นตอนในการดำเนินการให้ชัดเจนเพื่อความเข้าใจ และง่ายต่อการปฏิบัติในทุกขั้นตอน

6. ควรมีการส่งเสริม การพัฒนาความคิดละเอียดลออและความคิดริเริ่มซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า ความคิดละเอียดลออและความคิดริเริ่มของกลุ่มตัวอย่าง มีพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรจะได้มีการนำชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไปทดลองใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเลือกชิ้นงานและเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับชั้นที่สอน

2. ควรมีการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับชุดงาน กิจกรรม หรือปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่านี้เพื่อพัฒนาความคิดละเอียดลออและความคิดริเริ่ม

3. ควรมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ.กรม. (2534). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรงศึกษาธิการ.

(2539). *พับกระดาษสู่แนวคิดคณิตศาสตร์*. หนังสืออ่านเพิ่มเติมวิชา

_____.คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2540). *ผลการศึกษาศักยภาพของเด็กไทย*. กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (ม.ป.ป.). *101 โครงงานคณิตศาสตร์*. หนังสืออ่านเพิ่มเติมวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *สร้างสรรค์นักคิด*. กรุงเทพฯ : รัตนพรชัย.

จารุวรรณ แสงทอง, รจนา รัตนานิคม และวันดี ตีระสหกุล. (2545). *การแปลงทางเรขาคณิต*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

จำลอง ภู่บำรุง. (2530, มิถุนายน). "ความคิดสร้างสรรค์นั้นสำคัญไฉน?". กรุงเทพฯ : *วารสารการศึกษา กทม.* 11 (9) : 21.

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2544, แปล). *ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

โช สาลีฉัน. (2541). *เทคโนโลยีพื้นฐานการประดิษฐ์การสร้างอุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

_____. (ม.ป.ป.). *โครงงานคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร. (2517). *การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ธานินทร์ เล็กเจริญ. (2534). "ศิลปะคณิตศาสตร์ของเอสเชอร์", *สารคดีวิทยาศาสตร์*. 6(66) : หน้า 72-77.

นวลน้อย เจริญผล. (2532). *การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

นวลน้อย เจริญผล. (2545, ธันวาคม – 2546, มกราคม). "ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ", *วารสารคณิตศาสตร์*, 46 : 530 – 532.

นิพนธ์ จิตต์ภักดี. (2523, มิถุนายน – กรกฎาคม). "การสอนแบบสร้างสรรค์", *วารสารสามัญศึกษา*. หน้า 17.

ปฐมาพร อาสน์วิเชียร และศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา. "3-D Gecmetry and Origami" (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2540). *โครงงานคณิตศาสตร์* กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ปราณี วิธกุล และคณะ. (ม.ป.ป.). *คณิตศาสตร์กับศิลป์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคณิตศาสตร์. วิทยาลัยครูพระนคร.

ปานทอง กุลนาถศิริ. (2545, ธันวาคม – 2546, มกราคม). *ความสำคัญของคณิตศาสตร์* กรุงเทพฯ : วารสารคณิตศาสตร์, 46 : 530 – 532.

พงษ์พัฒน์ สัตยารัฐ. (2520). *ความคิดสร้างสรรค์*. วารสารเพิ่มผลผลิต. 18 –16

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา, สำนัก. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัชนี ตระกูลแก้ว. (2541). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พัชนี วรกวิน. (2522). *จิตวิทยาสังคม*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะวิชาครุศาตร์ วิทยาลัยครูจันทเกษม.

ไพบูลย์ เจริญกุล. (2532). *งานประดิษฐ์และงานช่างกับการพัฒนาอาชีพ*. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ. นนทบุรี : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

ม. พุ่มสุวรรณ. (2543.,แปล). *ศิลปะการพับกระดาษ*. กรุงเทพฯ : คู่มือการพับกระดาษแบบญี่ปุ่นด้วยตนเอง. เยลโล่การพิมพ์.

มานพ ถนอมศรีและคณะ. (2532). *งานประดิษฐ์และสร้างสรรค์ด้วยกระดาษ*. กรุงเทพฯ : แสงศิลป์การพิมพ์.

ยุพิน พิพิธกุล. (2522). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2544). *โครงงานคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : จูนพับลิชชิ่ง.

รัชธร กอบุญช่วย. (2522). *การศึกษาผลของเกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). *พจนานุกรม*. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรรณี วงศ์พานิชย์. (2544). *การงานอาชีพและเทคโนโลยีงานประดิษฐ์*. กรุงเทพฯ : สื่อการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี.

วรินทรา วัชสิงห์. (2537). *หลักและเทคนิคการสร้างแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). *"กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน" ในเอกสารประกอบการเรียนภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. กรุงเทพฯ.

วินัย สอนดี. (2534). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบของวิลเลียมส์*. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระ ฝั่งรักษ์. (2528). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ศศิพันธ์ พัดสมร. (2540). *ผลของการคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลี่ยมส์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม กรุงเทพฯ* ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริลักษณ์ ศรีกมล. (2535). *งานประดิษฐ์จากเศษวัสดุระดับประถมศึกษาปีที่ 5 – 6 ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. (2542). *การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมศักดิ์ สินธุรเวชญ์. (2544). *กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน*. กรุงเทพฯ : ชุดปฏิรูปการเรียนรู้. วัฒนาพานิช.

สิริพร ทิพย์คง. (2539). *งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ 2521 – 2538*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนีย์ ศรีวันพิมพ์. (2533). *ผลของการศึกษาความคิดสร้างสรรค์เป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี*. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุวร กาญจนมยูร. (2544). *โครงงานคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

เสริมศักดิ์ สุรวัลลภ. (2537). *คณิตศาสตร์ในโรงเรียน*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อารี พันธ์มณี. (2537). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ 1412.

_____. (2543). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สู่ความเป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อารี รังสินันท์. (2526). *ความคิดสร้างสรรค์*. ภาควิชาการแนะแนว จิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

_____. (2527). *รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

_____. (2532). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง.

Andy. (1999). File :// F : \ tqjunior – entrics \ 5402 \ uses.html

Andy and Jeremy. (1999). File : // F : \ tqjunior – entries \ 5402 \ terms.html

Bennett, Atbert. B.Jr. (n.d.). "MATHEMATICS FOR ELEMENTARY TEACHERS" *A CONCEPTUAL APPROACH*. p. 740 – 748.

Callie & Jeremy. (1999). File : //F : \ tqjunior – entries \ 5402 \ terms.html

Berkemer, R.A. (1990). "Evaluating the effectiveness of a design course in teaching creative problem – solving", *Dissertation Abstracts International*. 50(9).

Elizabeth S., Platte, Sara B. and Zandt, Julie Van. (1997, March). *Teaching Children Mathematics*. 3 : 362 – 366

Glover, J. (1980). *Becoming a more creative person*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice – Hall.

Pearl, Barbara. (1994). *Origami in the Classroom. A Hands On Creative Approach to teaching Mathematics. K-6.* Science, Mathematics, and Environmental Education ; code SE.

Roger, G.R. (1970). *Towards a Theory of Creativity in P.E. Vernon and Creativity.* Harmonds Worth Penquin Books Ltd.

Taylor, C.W. (1964). *Creative : Progress and Potential*. NY : McGraw – Hill.

Torrance, Paul E. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, N.J : Prentice – Hall, Inc.

Wallach, Michael A. and Kogan, Nathan. (1965). *Modes of Thinking in Young Children.* New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Williams, Gaye. (2002). *Identifying tasks that Promote Creative Thinking in Mathematics : A : Tool.* Paper accepted as a research report for the Mathematical Education Research Group of Australia Conference. Auckland, New Zealand. July 2002.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. คะแนนเฉลี่ย ($\overline{x}$)
2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ จากการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ก่อนการเรียน (Pretest) หลังการเรียน (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

ตาราง 4 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนการสอน และหลังการสอน และค่าของผลต่างคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอน (D)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนสอน (Pretest)	คะแนนหลังสอน (Posttest)	ผลต่างของคะแนน	
			D	D^2
1	83	134	51	2,601
2	101	157	56	3,136
3	86	140	54	2,916
4	95	146	51	2,601
5	110	152	42	1,764
6	82	153	71	5,041
7	122	167	45	2,025
8	101	138	37	1,369
9	103	173	70	4,900
10	83	144	61	3,720
11	73	179	106	11,236
12	98	172	74	5,476
13	80	151	71	5,041
14	95	164	69	4,761
15	85	170	85	7,225
16	99	163	64	4,096
17	75	125	50	2,500
18	96	136	40	1,600
19	56	150	94	8,836
20	94	164	70	4,900
21	71	161	90	8,100
22	86	165	79	6,241
23	59	113	54	2,916
24	87	170	83	6,889
25	73	165	92	8,464
26	81	136	55	3,025
27	72	142	70	4,900
28	59	99	40	1,600
29	85	173	88	7,744
30	83	158	75	5,625
n = 30	$\sum x$ 2,573	4,559	$\sum D = 1,987$	$\sum D^2 = 141,249$
	$\sum x^2$ 6,620,329	20,784,481		

ตาราง 5 ช่วงคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการสอน

คะแนน	f	x	fx	fx^2
96-100	1	99	99	9,801
101-105	-	-	-	-
106-110	-	-	-	-
111-115	1	113	113	12,769
116-120	-	-	-	-
121-125	1	123	123	15,129
126-130	-	-	-	-
131-135	1	133	133	17,689
136-140	4	138	552	76,176
141-145	2	143	286	40,898
146-150	2	148	296	43,808
151-155	3	153	459	70,227
156-160	2	158	316	49,928
161-165	6	163	978	159,414
166-170	3	168	504	84,672
171-175	3	173	519	89,787
176-180	1	178	178	31,684
	$\sum f = 30$ = n		$\sum fx = 4{,}556$	$\sum fx^2 = 701{,}982$

การคำนวณจากคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการสอน

1. การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

$$(\bar{x}) = \frac{\sum fx}{n}$$

$$= \frac{4{,}556}{30}$$

$$= 151.87$$

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

$$= \sqrt{\frac{30(701,982) - (4,556)^2}{30(30-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{21,059,460 - 20,757,136}{870}}$$

$$= \sqrt{\frac{302,324}{870}}$$

$$= \sqrt{347.50}$$

$$= 18.60$$

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนการสอนและหลังการสอน โดยการทดสอบค่าที่ (t-test)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}, df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับก่อนการใช้ชุดงาน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับก่อนการใช้ชุดงาน

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\sum D = 1{,}987, \sum D^2 = 141{,}249, (\sum D)^2 = 3{,}948{,}169$

ดังนั้น

$$t = \frac{1{,}987}{\sqrt{\frac{30(141{,}249 - 3{,}948{,}169}{30-1}}}$$

$$= \frac{1{,}987}{\sqrt{\frac{4{,}237{,}470 - 3{,}948{,}169}{29}}}$$

$$= \frac{1{,}987}{\sqrt{\frac{289{,}301}{29}}}$$

$$= \frac{1{,}987}{99.88} = 19.89$$

ภาคผนวก ข

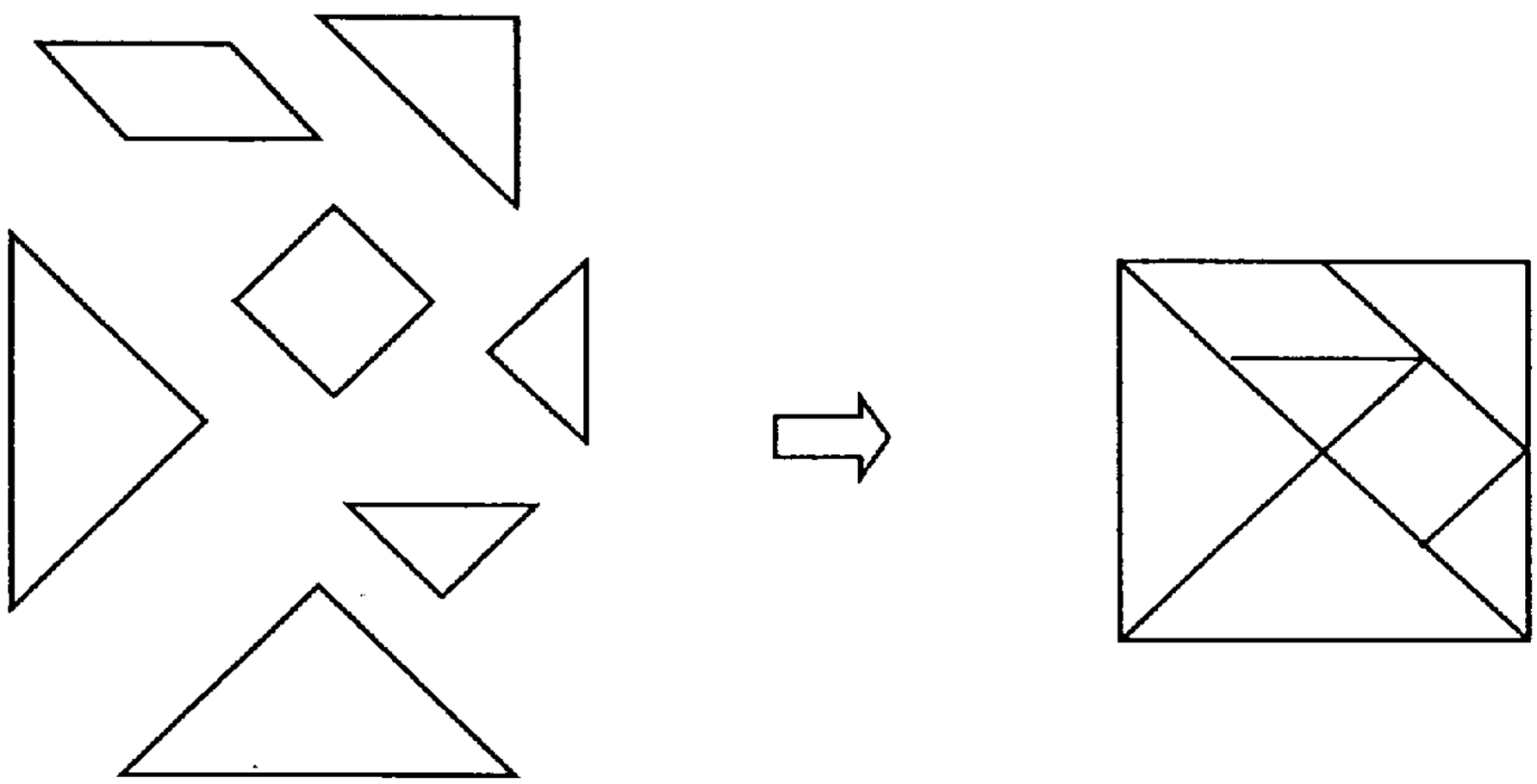
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ จากการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ฉบับที่ 1 การสร้างภาพจากเจ็ดมหัศจรรย์

คำชี้แจง ผู้เรียนสร้างภาพจากเจ็ดมหัศจรรย์ ให้เป็นภาพที่มีความหมายและให้ได้ภาพที่แปลกแตกต่างไปจากคนอื่น ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุด พร้อมกับตั้งชื่อภาพที่สร้างด้วยเวลา 10 นาที



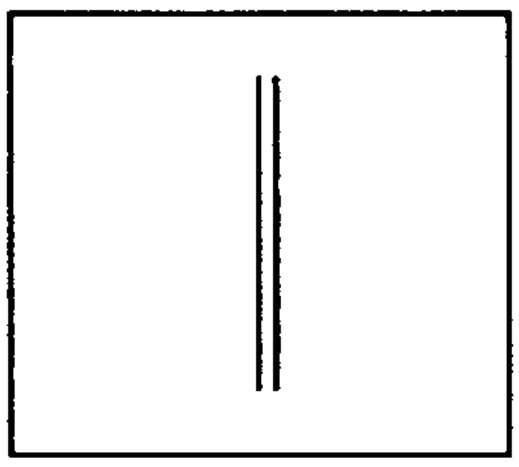
แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ฉบับที่ 2 จินตนาการจากการลากเส้น

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนดูภาพที่กำหนดให้ว่า เห็นเป็นรูปอะไรหรือทำให้นึกถึงอะไรบ้าง บอกมาข้อละ 5 อย่าง ภายใน 10 นาที

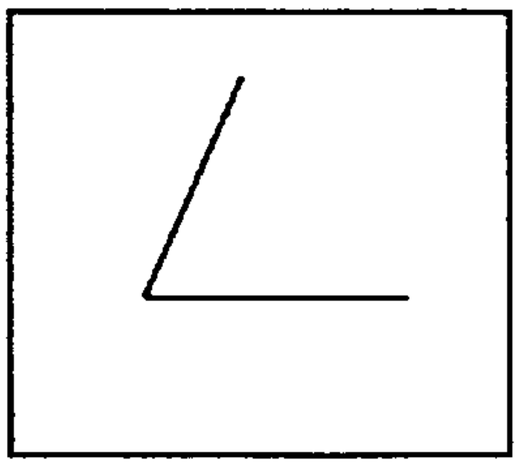
1.



<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

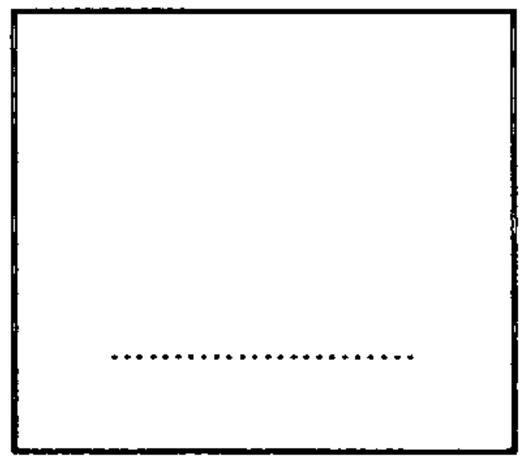
2.



<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

3.



<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ฉบับที่ 3 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนบอกประโยชน์ของสิ่งของที่กำหนดให้ให้ได้มากที่สุด ถ้าเป็นคำตอบที่แปลกแตกต่างจากเพื่อนคนอื่น จะยิ่งได้คะแนนมาก

1. ให้บอกประโยชน์ของ "งานประดิษฐ์ "Fractal Card" ว่าใช้ทำอะไรได้บ้าง (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

2. ให้บอกประโยชน์ของ "กระป๋องน้ำอัดลม , กระดาษเหลือใช้" มีประโยชน์อะไรบ้าง (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ฉบับที่ 4 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ

1. จากข้อความ การพับกระดาษออริกามิ (Origami) เป็นศิลปะการพับกระดาษของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งนิยมพับกระดาษในโอกาสต่าง ๆ เช่น พิธีแต่งงาน คนญี่ปุ่นนิยมพับกระดาษออริกามิกันทุกคน ไม่ว่าคนจน หรือคนรวย เด็กหรือผู้ใหญ่ พวกเขาใช้กระดาษทุกชิ้นอย่างคุ้มค่า แม้แต่ชิ้นเล็ก ๆ ก็สามารถใช้พับตัวแบบต่าง ๆ ในการประดิษฐ์ได้ การพับกระดาษมีประโยชน์มาก สามารถใช้ในการเรียน การบำบัดร่างกาย ให้มีสุขภาพจิตดี คลายเครียดได้อีกด้วย ให้ผู้เรียนตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์ 5 ข้อ (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

2. จากภาพที่กำหนดให้ให้ผู้เรียนตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์ 5 ข้อ (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ฉบับที่ 5 การแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนคิดวิธีแก้ปัญหาจากสภาพปัญหาที่กำหนดให้ ให้ได้คำตอบที่แปลกแตกต่างจากคนอื่น ให้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้

1. ผู้เรียนคิดวิธีการอย่างไรที่จะทำให้งานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ได้รับความนิยมชื่นชอบของผู้พบเห็น บอกมา 5 ข้อ (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

2. ผู้เรียนมีวิธีการอย่างไร เมื่อเพื่อนของผู้เรียนขาดความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายในหมู่คณะ บอกมา 5 ข้อ (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ฉบับที่ 6 การสมมติอย่างมีเหตุผล

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนเขียนสิ่งที่คิดหรือเดาว่าอะไรจะเกิดขึ้น จากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้ หาคำตอบให้ได้มากที่สุด และพยายามหาคำตอบที่แปลก ๆ ภายในเวลาที่กำหนดให้

1. สมมติว่า "ถ้ารอบ ๆ ตัวเรา ไม่มีสิ่งใดเป็นทรงเรขาคณิตเลย" จะเกิดอะไรขึ้น บอกมา 5 ข้อ (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

2. สมมติว่า "ถ้าในโลกของเรา ไม่มีใครคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ เลย" อะไรจะเกิดขึ้น บอกมา 5 ข้อ (5 นาที)

<u>ตอบ</u>

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ภาคผนวก ค

ตัวอย่าง

คู่มือ ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

คู่มือชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานที่ 1 Math Flower

2. เนื้อหา การแปลงทางเรขาคณิต รูปสมมาตร การสะท้อน

3. ความคิดรวบยอด การพับกระดาษทำให้เกิดรูปสมมาตร ที่เห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>ด้านความรู้</u>

1. บอกลักษณะเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต รูปสมมาตร การสะท้อนที่เกิดจากการพับ Math Flower ได้
2. บอกชนิดของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ที่เกิดจากการพับกระดาษ Math Flower ได้

<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>

3. มีความคิดสร้างสรรค์
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
5. พับและประดิษฐ์ Math Flower ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม

<u>ด้านคุณลักษณะ</u>

6. มีความรับผิดชอบ
7. กล้าแสดงความคิดเห็น มีความเชื่อมั่นในตนเอง
8. มีสมาธิ และจินตนาการในการทำงาน

5. เวลา 100 นาที

6. วัสดุอุปกรณ์

1. กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 3 x 3 นิ้ว หรือ 3.5 x 3.5 นิ้ว หรือ 4 x 4 นิ้ว หรือขนาดอื่น ๆ ตามต้องการ คนละ 10 แผ่น
2. กาว
3. กิ่งไม้ 1 กิ่ง หรือก้านดอกไม้ 5 – 7 อัน
4. เกสรดอกไม้ 2 มัด
5. ลวดอ่อน สำหรับทำก้านดอกไม้
6. กระดาษย่นสีเขียวสำหรับทำใบ 2 แผ่น หรือใบเทียม 1 มัด

7. แจกันหรือกระถางเล็ก (เซรามิก)

7. ขั้นตอนการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ขั้นนำ

1. ครูกล่าวถึงการพับกระดาษที่สามารถพับได้หลายรูปแบบ บอกความสำคัญ และประโยชน์ของงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. นำผลงานที่สำเร็จแล้วให้ผู้เรียนพิจารณา และร่วมอภิปรายถึงขั้นตอนการประดิษฐ์

3. สาธิตขั้นตอนการพับ Math Flower ให้ผู้เรียนดู และซักถามเพื่อทบทวนขั้นตอนการพับ

4. ผู้เรียนรับชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งเลือกอุปกรณ์ เช่น สีกระดาษ สีเกสร ขนาดของกระดาษ ขนาดและรูปแบบของกระถาง

ขั้นปฏิบัติ

5. ผู้เรียนศึกษาชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ออกแบบงานประดิษฐ์ให้ได้หลาย ๆ แบบ โดยออกแบบของแต่ละคนก่อน

6. ผู้เรียนร่วมอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อเลือกแบบที่เหมาะสม จากการออกแบบของแต่ละคนมาปรับปรุงแก้ไขและเขียนแบบลายเส้นไว้

7. ผู้เรียนลงมือสร้างงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

7.1 นำกระดาษที่พับแต่ละชิ้น ทากาวติดประกบกันตามต้องการ

7.2 นำกิ่งไม้ตั้งในกระถางที่เตรียมไว้

7.3 นำ Math Flower ที่เตรียมไว้ติดกิ่งไม้หรือใส่ก้านตามต้องการ

7.4 ติดใบพร้อมกับพันก้านไปพร้อมกัน

7.5 ใส่เกสร

8. ผู้เรียนบันทึกปัญหาในการสร้าง การแก้ปัญหาและผลที่ได้

9. ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย และบันทึกผลเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ที่กลุ่มร่วมกันสร้างนำไปปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นสรุป

10. ผู้เรียนเสนอผลงาน ซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้าง การปรับปรุงผลที่ได้

11. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม โดยนำข้อดีและจุดเด่นของแต่ละกลุ่มที่ออกมารายงาน นำมาคิดปรับปรุงประดิษฐ์ใหม่ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

12. ครูและผู้เรียนร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับการพับกระดาษ ทำให้เกิดรูปสมมาตร การสะท้อน และรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ

13. ผู้เรียนทำใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 และใบงานที่ 3

14. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

8. การประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางระดับคุณภาพตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับคุณภาพ		
	1	2	3
<u>ด้านความรู้</u>			
1. บอกรูปสมมาตร ที่เกิดจากการพับ Math Flower	.....	.....	.....
2. บอกการสะท้อนที่เกิดจากการพับ Math Flower	.....	.....	.....
3. บอกลักษณะของการแปลงทางเรขาคณิต	.....	.....	.....
4. บอกชนิดของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ที่เกิด	.....	.....	.....
จากการพับกระดาษ	.....	.....	.....
<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>			
5. มีความคิดสร้างสรรค์	.....	.....	.....
6. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน	.....	.....	.....
7. พับและประดิษฐ์ Math Flower ได้อย่างถูกต้อง สวย	.....	.....	.....
งาม	.....	.....	.....
<u>ด้านคุณลักษณะ</u>			
8. มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน	.....	.....	.....
9. กล้าแสดงความคิดเห็น มีความเชื่อมั่นในตนเอง	.....	.....	.....
10. มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน	.....	.....	.....

9.ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>

ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
<u>ด้านความรู้</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำใบงานได้ถูกต้อง ด้วยตนเองอย่างมั่นใจ
2 (ดี)	ผู้เรียนทำใบงานได้ ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนทำใบงานได้แต่ต้องการคำอธิบาย และการแนะแนวทางบ่อย ๆ
<u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u>	
◆ <u>ความคิดสร้างสรรค์</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้ 3 ด้านขึ้นไป
2 (ดี)	ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้ 2 ด้าน
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่แสดงความคิดสร้างสรรค์ได้เลย
◆ <u>สื่อสาร/นำเสนอ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้องชัดเจน
2 (ดี)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานได้แต่ต้องการคำแนะแนวทางบ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานไม่ชัดเจนและต้องการคำแนะแนวทางค่อนข้างมาก
◆ <u>การพับและประดิษฐ์</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถพับกระดาษ (Math Flower) ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว
2 (ดี)	ผู้เรียนต้องการคำแนะนำ การพับบ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนพับ Math Flower ไม่ค่อยได้ ต้องการความช่วยเหลือบ่อย ๆ
<u>ด้านคุณลักษณะ</u>	
◆ <u>ความรับผิดชอบ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำงานจนเสร็จตามที่กำหนด ผลงานเรียบร้อยดีมาก
2 (ดี)	ผู้เรียนทำงานไม่เสร็จตามที่กำหนดบ้างเล็กน้อย ผลงานเรียบร้อยดี
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนทำงานไม่เสร็จตามที่กำหนด และผลงานไม่เรียบร้อย

ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
◆ <u>กล้าแสดงความคิดเห็น</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างสม่ำเสมอ
2 (ดี)	ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นบ้างบางครั้ง
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น
◆ <u>มีสมาธิ/มีจินตนาการ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำงานด้วยความเงียบสงบ และมีสมาธิดี ผลงานออกมาแปลกใหม่
2 (ดี)	ผู้เรียนทำงานด้วยความเงียบสงบ และมีสมาธิ ผลงานมีความแปลกใหม่บ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนขาดสมาธิ ในการทำงาน มีเสียงเป็นระยะ ผลงานไม่มีความแปลกใหม่

ใบงานที่ 1

ชุดงานที่ 1 Math Flower

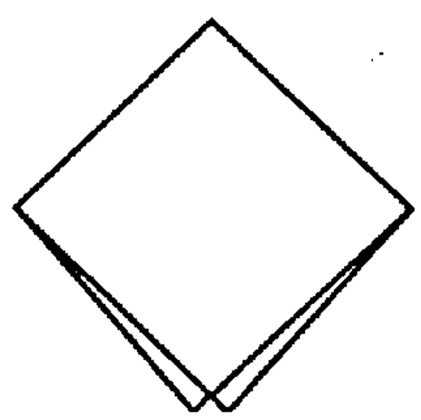
ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

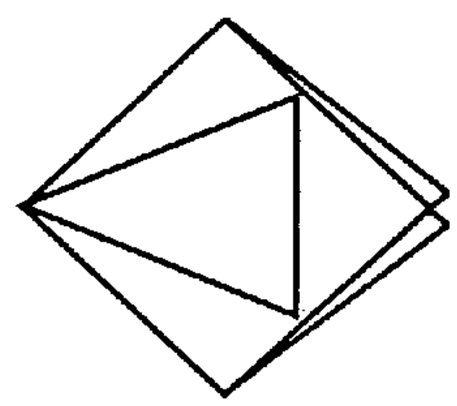
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ลากเส้นสมมาตร ของภาพที่กำหนดให้ได้

คำชี้แจง ผู้เรียนลากเส้นสมมาตรของภาพต่อไปนี้

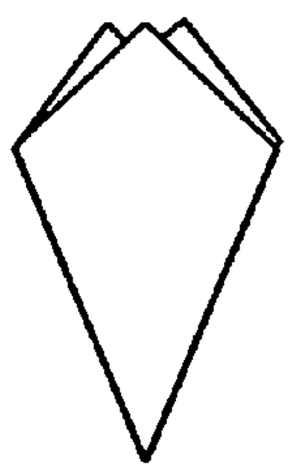
1.



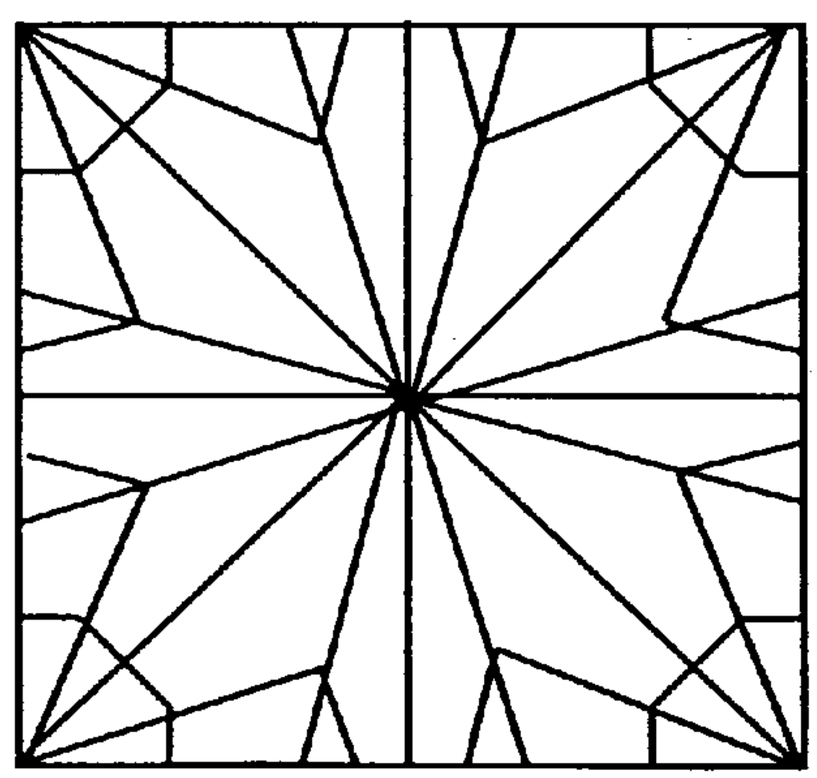
2.



3.



4.



ใบงานที่ 2

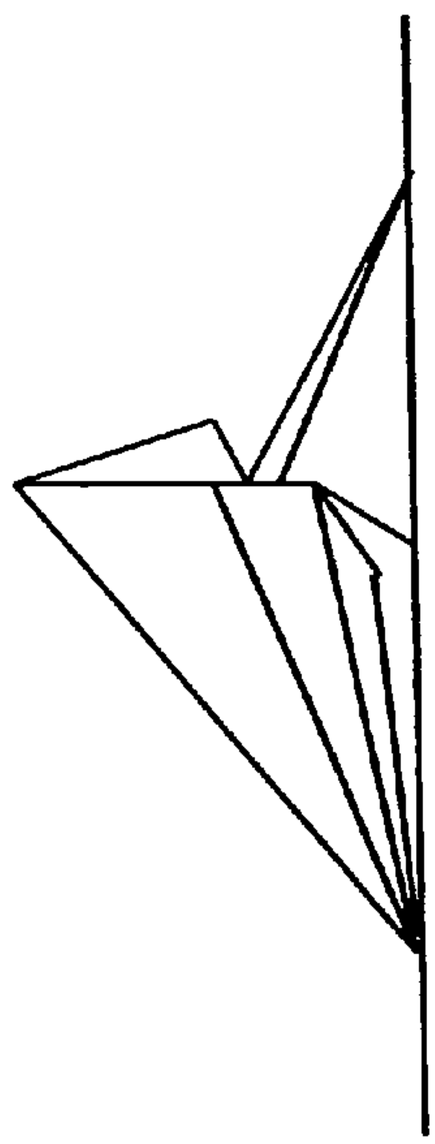
ชุดงานที่ 1 Math Flower

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วาดภาพที่เกิดจากการสะท้อนรูปที่กำหนดให้ได้

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนวาดภาพที่เกิดจากการสะท้อนรูปที่กำหนดให้โดยใช้กระจกเงา



ใบงานที่ 3

ชุดงานที่ 1 Math Flower

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง บอกชนิดของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ที่เกิดจากการพับ Math Flower ได้

คำชี้แจง ผู้เรียนบอกชนิดของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ที่เกิดจากการพับ Math Flower

รูปสามเหลี่ยม 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

รูปสี่เหลี่ยม 1. ..... 2. .....

3. ..... 4. .....

5. .....

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานที่ 1 Math Flower

2. เนื้อหา การแปลงทางเรขาคณิต รูปสมมาตร การสะท้อน

3. ความคิดรวบยอด การพับกระดาษทำให้เกิดรูปสมมาตร ที่เห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>ด้านความรู้</u>

1. บอกลักษณะเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต รูปสมมาตร การสะท้อนที่เกิดจากการพับ Math Flower ได้
2. บอกชนิดของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ที่เกิดจากการพับกระดาษ Math Flower ได้

<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>

3. มีความคิดสร้างสรรค์
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
5. พับและประดิษฐ์ Math Flower ได้อย่างถูกต้อง สวยงาม

<u>ด้านคุณลักษณะ</u>

6. มีความรับผิดชอบ
7. กล้าแสดงความคิดเห็น มีความเชื่อมั่นในตนเอง
8. มีสมาธิ และจินตนาการในการทำงาน

5. เวลา 100 นาที

6. อุปกรณ์

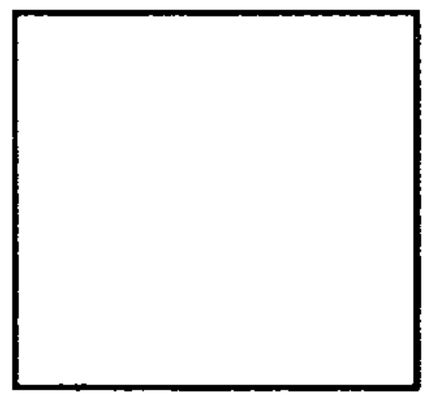
1. กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 3 x 3 นิ้ว หรือ 3.5 x 3.5 นิ้ว หรือ 4 x 4 นิ้ว หรือขนาดอื่น ๆ ตามต้องการ คนละ 10 แผ่น
2. กาว
3. กิ่งไม้ 1 กิ่ง หรือก้านดอกไม้ 5 – 7 อัน
4. เกสรดอกไม้ 2 มัด
5. ลวดอ่อน สำหรับทำก้านดอกไม้
6. กระดาษย่นสีเขียวสำหรับทำใบ 2 แผ่น หรือใบเทียม 1 มัด

7. แจกันหรือกระถางเล็ก (เซรามิก)

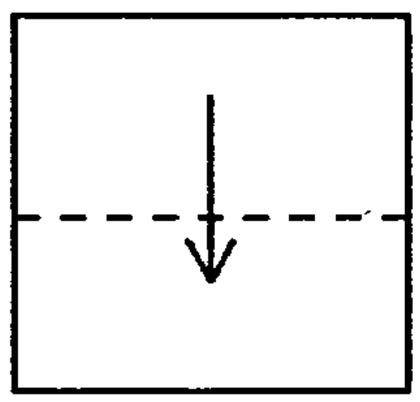
8. กระดาษพันก้าน

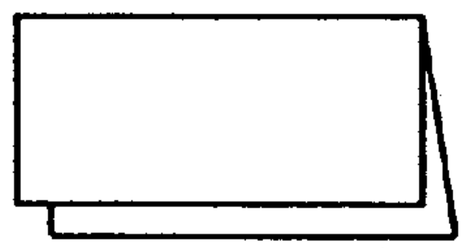
7. ขั้นตอนการประดิษฐ์ Math Flower

1. เตรียมกระดาษ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 3 x 3 นิ้ว หรือ 3.5 x 3.5 นิ้ว หรือ 4 x 4 นิ้ว และอื่น ๆ ตามต้องการ



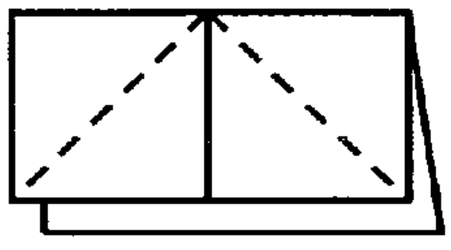
2. พับกระดาษจากด้านบนมาด้านล่าง เป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน จะได้รูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า

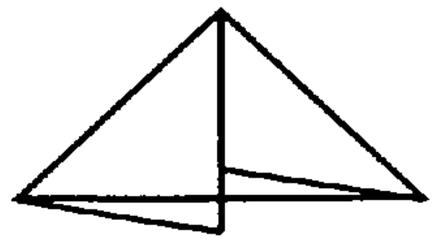




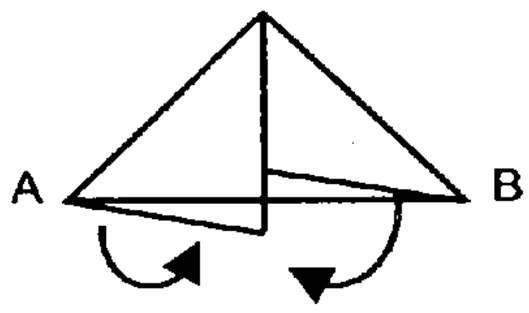
3. แบ่งครึ่ง

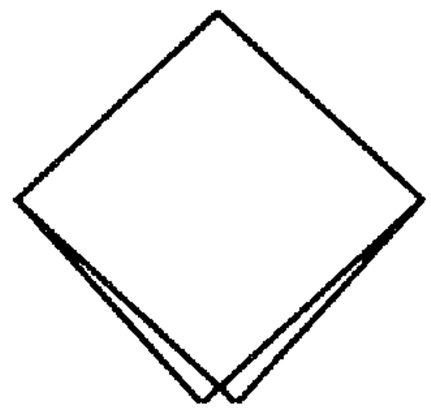
4. แบ่งกระดาษออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน พับครึ่งทะแยงมุมไปทางด้านหน้า และด้านหลัง จะได้รูปสามเหลี่ยม



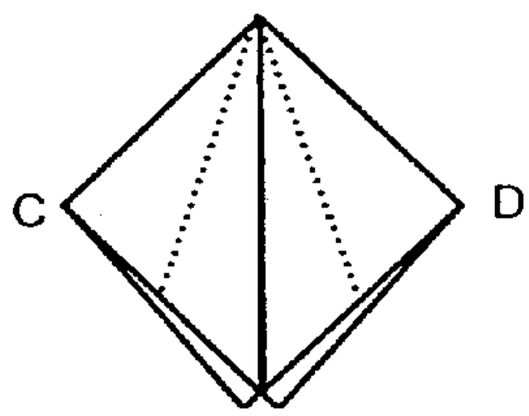


5. จับส่วนที่เป็นมุม A และ มุม B มาประกบกันด้านในตามลูกศร จะได้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

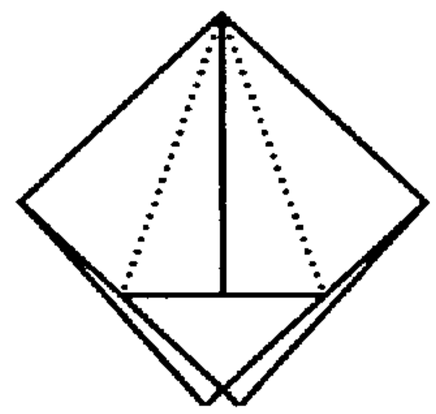




6. พับครึ่งส่วนที่เป็นมุม C และมุม D เข้าหากันที่เส้นสมมาตร (กึ่งกลาง) แล้วพลิกกลับด้านหลัง ทำเหมือนข้างต้น ดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3



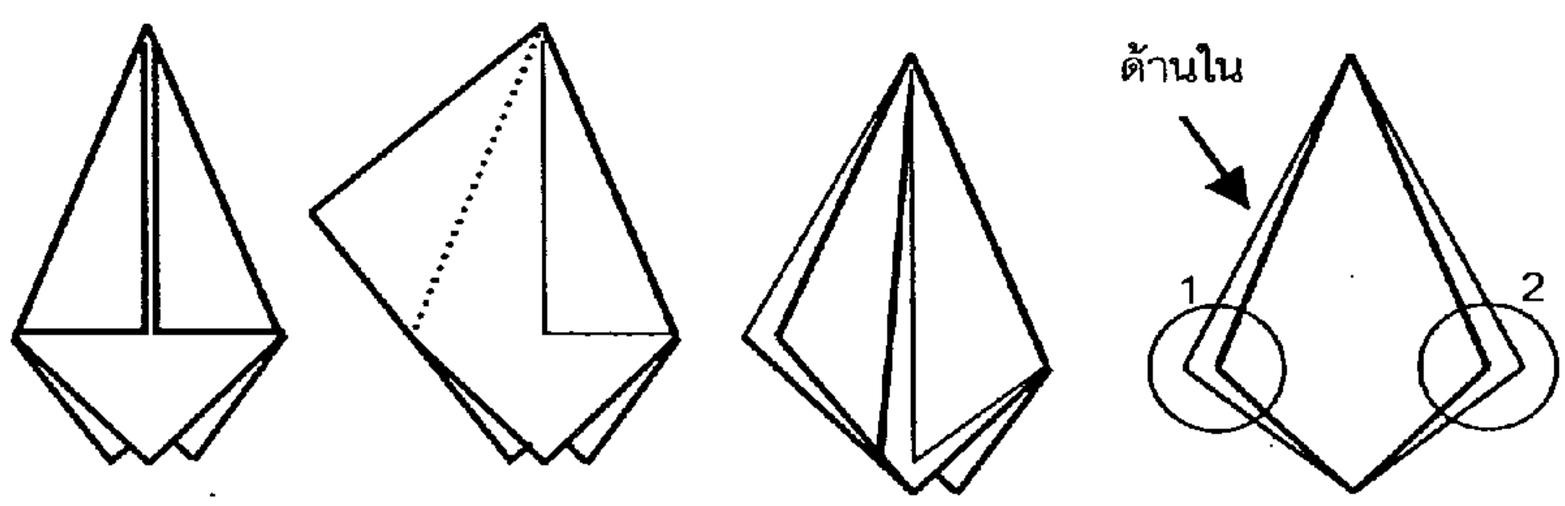
ภาพ 1



ภาพ 2

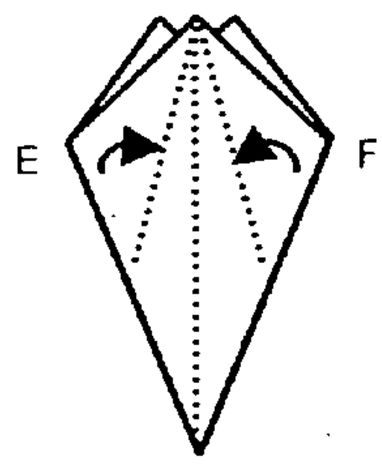
ภาพ 3

7. คลี่มุมด้านซ้าย ดังภาพ และพับเก็บเข้าด้านใน แต่ละด้านจนหมดทั้งสี่ด้าน ดังภาพ 1 ภาพ 2 ภาพ 3 และภาพ 4

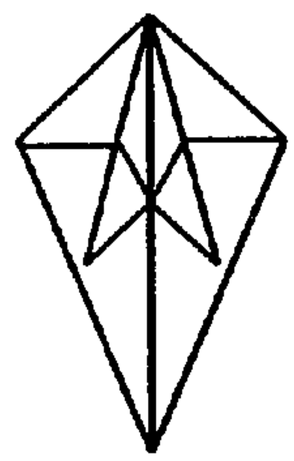


ส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 2
รวมแล้วจะได้ 8 มุม

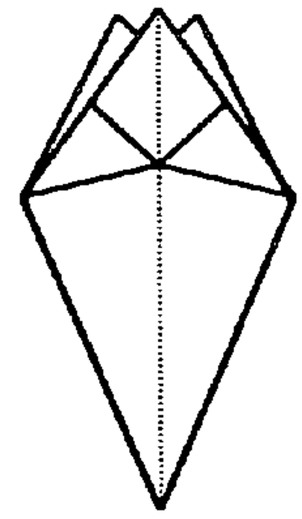
8. พับส่วนที่เป็นมุม E และมุม F เข้ามาหาแกนสมมาตร (กึ่งกลาง) ดังภาพที่ 1 จนหมดทั้งแปดมุม ดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3



ภาพ 1

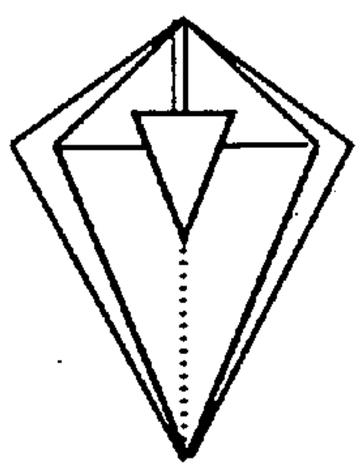


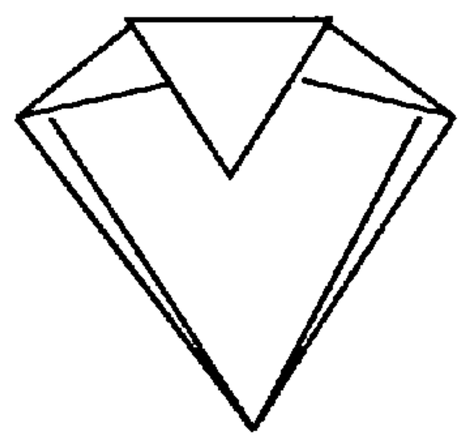
ภาพ 2



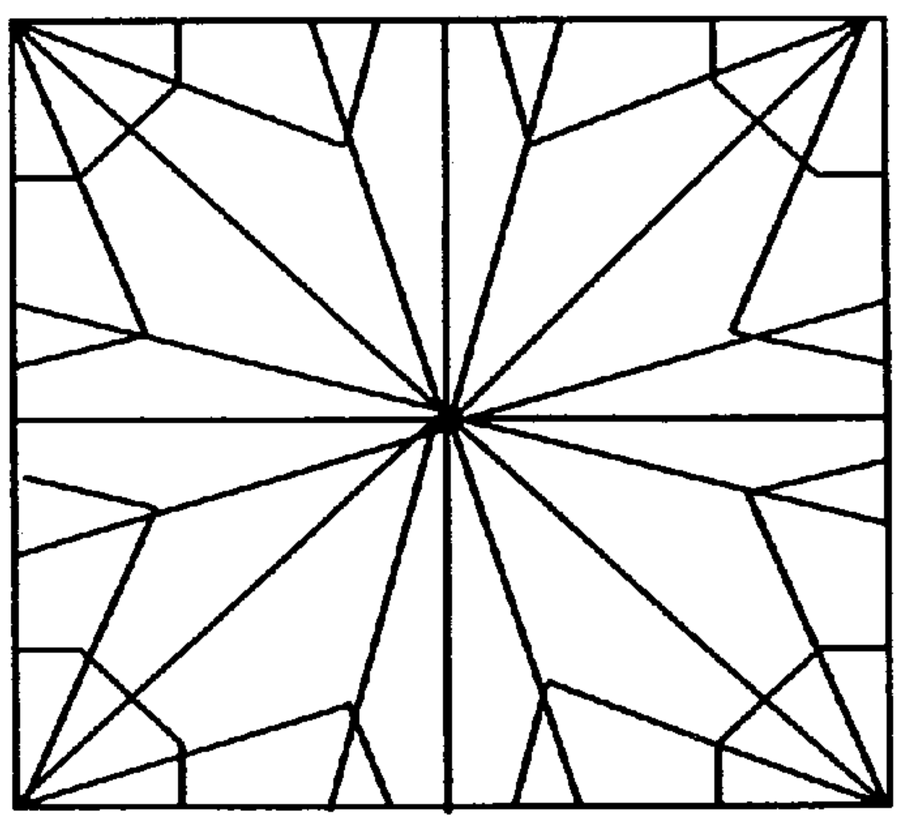
ภาพ 3

9. พับยอดแหลมด้านบนลงมาทุกยอด ดังภาพ 1 และภาพ 2

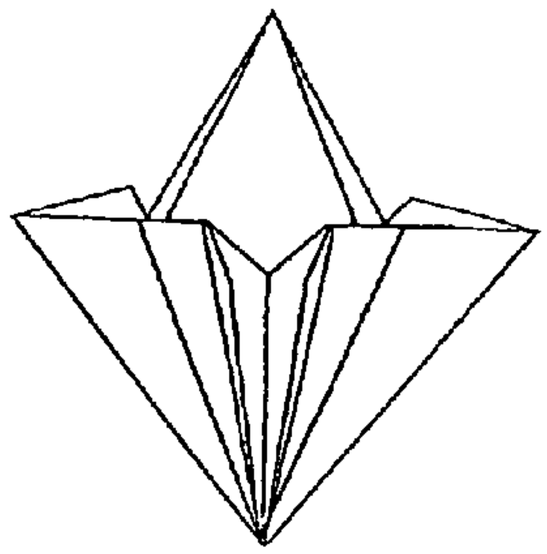




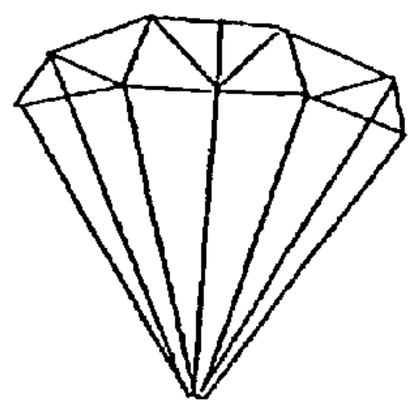
10. แกะรอยพับทั้งหมดออก เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมเหมือนเดิม จะได้ดังภาพ



11. กลับหน้ากระดาษ จับกลีบพับตามรอยพับเดิม เข้าด้านในที่ละด้านจนครบทุกด้าน จะกลายเป็นรูปคล้ายกรวยดังภาพ 1 และภาพ 2



ภาพ 1



ภาพ 2

12. นำแต่ละดอกมาทากาวติดกันให้ขนาดเล็กใหญ่ตามต้องการ ดังภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 2 การติดดอก Math Flower

13. นำดอกที่ติดแล้วไปเสียบกับกิ่งไม้หรือใส่ก้าน จากนั้นนำไปใส่แจกันหรือ กระถางที่เตรียมไว้ ตกแต่งให้สวยงาม

คู่มือการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานที่ 4 Math Dahlia

2. เนื้อหา เรื่องการหาพื้นที่ เศษส่วน

3. ความคิดรวบยอด การสานกระดาษเป็นดอกไม้ทำให้เกิดพื้นที่และเศษส่วน ที่เห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>ด้านความรู้</u>

1. หาพื้นที่จากการสาน Math Dahlia ได้
2. บอกเศษส่วน และบวก ลบเศษส่วนจากภาพการสาน Math Dahlia ได้

<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>

3. พัฒนาความคิดสร้างสรรค์
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
5. สานและประดิษฐ์ Math Dahlia ได้อย่างสวยงาม

<u>ด้านคุณลักษณะ</u>

6. ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ
7. ทำงานเป็นหมู่คณะได้
8. มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน

5. เวลา 90 นาที

6. อุปกรณ์

1. กระดาษโปสเตอร์แข็ง ตัดเป็นเส้น ๆ กว้าง ½ ซม. ยาว 30 ซม. และขนาดกว้าง ¼ ซม. ยาว 15 ซม. อย่างละ 10 เส้น
2. กาว
3. ก้านดอกไม้ยาว 50 ซม.
4. กระดาษย่นสีเขียวสำหรับทำใบ
5. กระดาษพันก้าน
6. แจกันทรงสูง

7. ขั้นตอนการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ขั้นนำ

1. ครูร่วมสนทนากับผู้เรียนเกี่ยวกับการสานที่สามารถสานได้หลายรูปแบบ บอกความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. นำผลงานที่สำเร็จแล้วให้ผู้เรียนพิจารณา และร่วมอภิปรายถึงขั้นตอนการประดิษฐ์

3. ครูสาธิตขั้นตอนการสาน Math Dahlia ให้ผู้เรียนดูและซักถามเพื่อทบทวนขั้นตอนการสาน

4. ผู้เรียนรับชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งเลือกอุปกรณ์ เช่น สีของกระดาษที่ใช้สาน สีกระดาษที่ใช้ทำเกสร รูปทรงของแจกัน

ขั้นปฏิบัติ

5. ผู้เรียนศึกษาชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ออกแบบงานประดิษฐ์ให้ได้หลาย ๆ แบบ โดยออกแบบของแต่ละคนก่อน

6. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อเลือกแบบที่เหมาะสม จากการออกแบบของแต่ละคน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และเขียนแบบลายเส้นไว้

7. ผู้เรียนลงมือสร้างงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

7.1 นำกลีบดอกDahlia ที่สานไว้แต่ละกลีบมาเข้าดอก

7.2 ติดใบเลี้ยง พันก้าน ติดใบให้เรียบร้อย

7.3 นำ Math Dahlia ที่เข้าดอกเรียบร้อยแล้ว ไปตกแต่งในแจกันที่เตรียมไว้ให้สวยงาม

8. ผู้เรียนบันทึกปัญหาในการสร้าง การแก้ปัญหา และผลที่ได้

9. ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย และบันทึกผลเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่กลุ่มร่วมกันสร้าง นำไปปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นสรุป

10. ผู้เรียนเสนอผลงาน ซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้าง การปรับปรุง ผลที่ได้

11. ผู้เรียนร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม โดยนำข้อดี และจุดเด่นของแต่ละกลุ่มที่ออกมารายงาน จะได้นำมาปรับปรุงประดิษฐ์ใหม่ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

12. ครูและผู้เรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการหาพื้นที่จากการสาน บวกเศษส่วน บวก/ลบเศษส่วน ที่เกิดจากการสานและอธิบายเกี่ยวกับการหาพื้นที่

13. ผู้เรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2

14. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

8. ขั้นประเมินผล การเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางระดับคุณภาพตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับคุณภาพ		
	1	2	3
<u>ด้านความรู้</u>			
1. หาพื้นที่จากการสาน Math Dahlia ได้	.....	.....	.....
2. บอกเศษส่วน และบวกลบเศษส่วนที่เกิดจากการสาน	.....	.....	.....
Math Dahlia ได้	.....	.....	.....
<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>			
3. มีความคิดสร้างสรรค์	.....	.....	.....
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน	.....	.....	.....
5. สานและประดิษฐ์ Math Dahlia ได้อย่างสวยงาม	.....	.....	.....
<u>ด้านคุณลักษณะ</u>			
6. มีความรับผิดชอบ มุ่งมั่นในการทำงาน	.....	.....	.....
7. ทำงานเป็นหมู่คณะได้	.....	.....	.....
8. มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน	.....	.....	.....

9.ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>

ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
<u>ด้านความรู้</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำใบงานได้ถูกต้อง ด้วยตนเองอย่างมั่นใจ
2 (ดี)	ผู้เรียนทำใบงานได้ ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนทำใบงานต้องการคำอธิบาย และแนะแนวทางบ่อย ๆ
<u>ด้านทักษะกระบวนการ</u>	
◆ <u>ความคิดสร้างสรรค์</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 3 ด้านขึ้นไป
2 (ดี)	ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้ 1 – 2 ด้าน
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่แสดงความคิดสร้างสรรค์เลย
◆ <u>สื่อสาร/นำเสนอ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้องชัดเจน
2 (ดี)	ผู้เรียนนำเสนอผลงาน ต้องการคำแนะแนวทางบ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานได้ไม่ชัดเจน ต้องการคำแนะแนวทางค่อนข้างมาก
◆ <u>การสานและประดิษฐ์</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถสาน/ประดิษฐ์ Math Dahlia ได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว
2 (ดี)	ผู้เรียนต้องการคำแนะนำ การสาน/ประดิษฐ์ Math Dahlia บ้างบางครั้ง
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนสานและประดิษฐ์ Math Dahlia ไม่ได้ ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมอยู่บ่อย ๆ
<u>ด้านคุณลักษณะ</u>	
◆ <u>ความรับผิดชอบ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำงานเสร็จตามที่กำหนดให้ ผลงานเรียบร้อยดีมาก
2 (ดี)	ผู้เรียนทำงานไม่เสร็จตามที่กำหนดบ้างเล็กน้อย ผลงานเรียบร้อยดี
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนทำงานไม่เสร็จตามที่กำหนด ผลงานไม่ค่อยเรียบร้อย

ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
◆ <u>ทำงานเป็นหมู่คณะ</u>	
3 (ดีมาก)	
2 (ดี)	ผู้เรียนมีความสามัคคี ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันดีมาก
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนมีความสามัคคี มีเหตุผลขัดแย้ง ไม่ยอมรับฟังบ้างเล็กน้อย ผู้เรียนขาดความสามัคคี ไม่ยอมรับฟังเหตุผลของผู้อื่น
◆ <u>มีสมาธิ/มีจินตนาการ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำงานด้วยความสงบเรียบร้อย และมีสมาธิดี ผลงานออกมาแปลกกว่าผู้อื่นอย่างชัดเจน
2 (ดี)	ผู้เรียนทำงานด้วยความสงบเรียบร้อย ผลงานมีความแปลกใหม่บ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนขาดสมาธิในการทำงาน มีเสียงเป็นระยะ ผลงานไม่มีความแปลกใหม่

ใบงานที่ 1

ชุดงานที่ 4 Math Dahlia

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง การหาพื้นที่ ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หาพื้นที่ของรูปสองมิติต่าง ๆ ได้

คำชี้แจง ผู้เรียนหาพื้นที่ทั้งดอกของ Math Dahlia จากการสานของกลุ่ม

ใบงานที่ 2

ชุดงานที่ 4 Math Dahlia

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง เศษส่วน ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. เขียนเศษส่วนของกลีบดอกไม้จากการสานกระดาษ
2. หาผลบวกลบเศษส่วน จากการสาน Math Dahlia

คำชี้แจง

1. ผู้เรียนเขียนเศษส่วน จากการสาน Math Dahlia และวาดภาพประกอบ
2. ผู้เรียนแสดงการบวกลบเศษส่วน จากการสาน Math Dahlia

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานที่ 4 Math Dahlia

2. เนื้อหา เรื่องการหาพื้นที่ เศษส่วน

3. ความคิดรวบยอด การสานกระดาษทำให้เกิดพื้นที่และเศษส่วน ที่เห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>ด้านความรู้</u>

1. หาพื้นที่จากการสาน Math Dahlia ได้
2. บอกเศษส่วน และบวก ลบเศษส่วนจากภาพการสาน Math Dahlia ได้

<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>

3. พัฒนาความคิดสร้างสรรค์
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
5. สานและประดิษฐ์ Math Dahlia ได้อย่างสวยงาม

<u>ด้านคุณลักษณะ</u>

6. ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ
7. ทำงานเป็นหมู่คณะได้
8. มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน

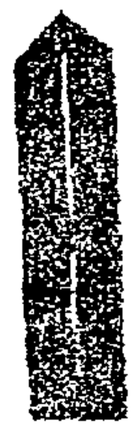
5. เวลา 90 นาที

6. อุปกรณ์

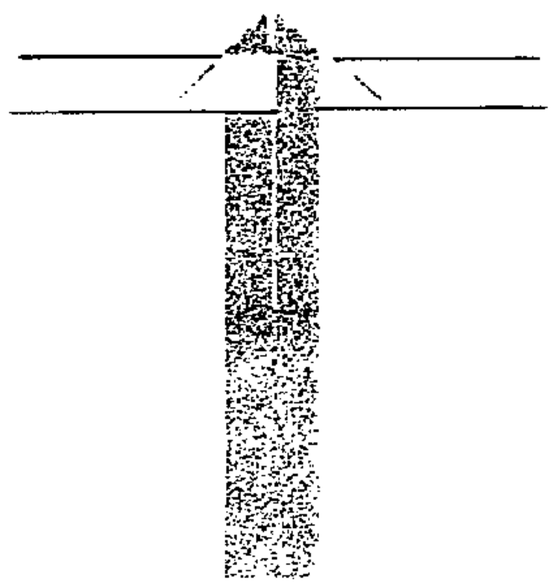
1. กระดาษโปสเตอร์แข็ง ตัดเป็นเส้น ๆ กว้าง ½ ซม. ยาว 30 ซม. และขนาดกว้าง ¼ ซม. ยาว 15 ซม. อย่างละ 10 เส้น
2. กาว
3. ก้านดอกไม้ยาว 50 ซม.
4. กระดาษย่นสีเขียวสำหรับทำใบ
5. กระดาษพันก้าน
6. แจกันทรงสูง

7. ขั้นตอนการสาน ประดิษฐ์ Math Dahlia

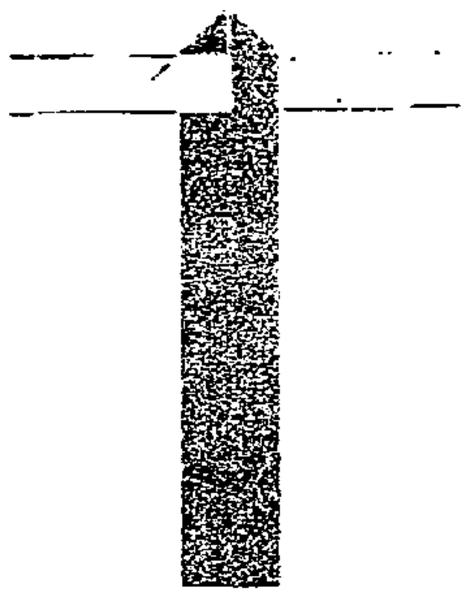
1. ใช้กระดาษด้านที่เป็นสีออกด้านนอกกะประมาณครึ่งแล้วพับมุมซ้าย และมุมขวาเข้ามาชิดกันข้างละ 45 องศา จะเป็นเส้นกระดาษ 2 เส้น ดังภาพ



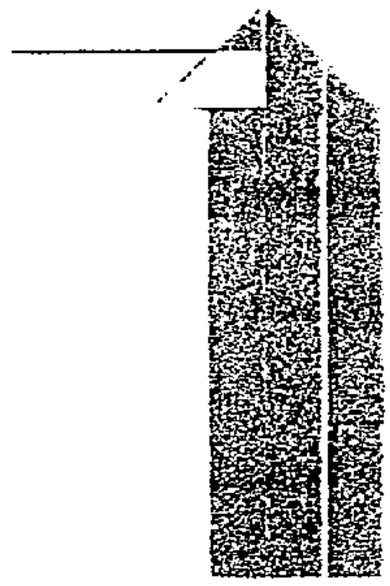
2. ใช้กระดาษอีกเส้น เอาด้านสีน้ำตาลขึ้นสอดเข้าไปในแนวนอน ชิดขึ้นไปด้านบนดังภาพ



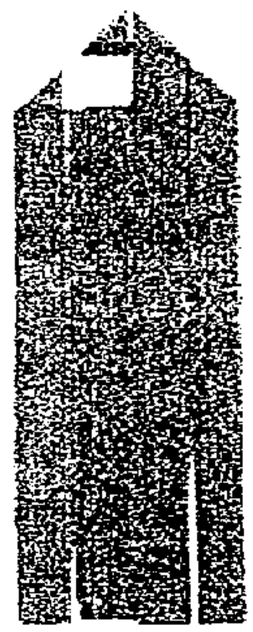
3. จากข้อ 2 พับกระดาษด้านขวามือและซ้ายมือเข้ามาด้านละ 45 องศา จะได้กระดาษ 4 เส้น ดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3



ภาพ 1

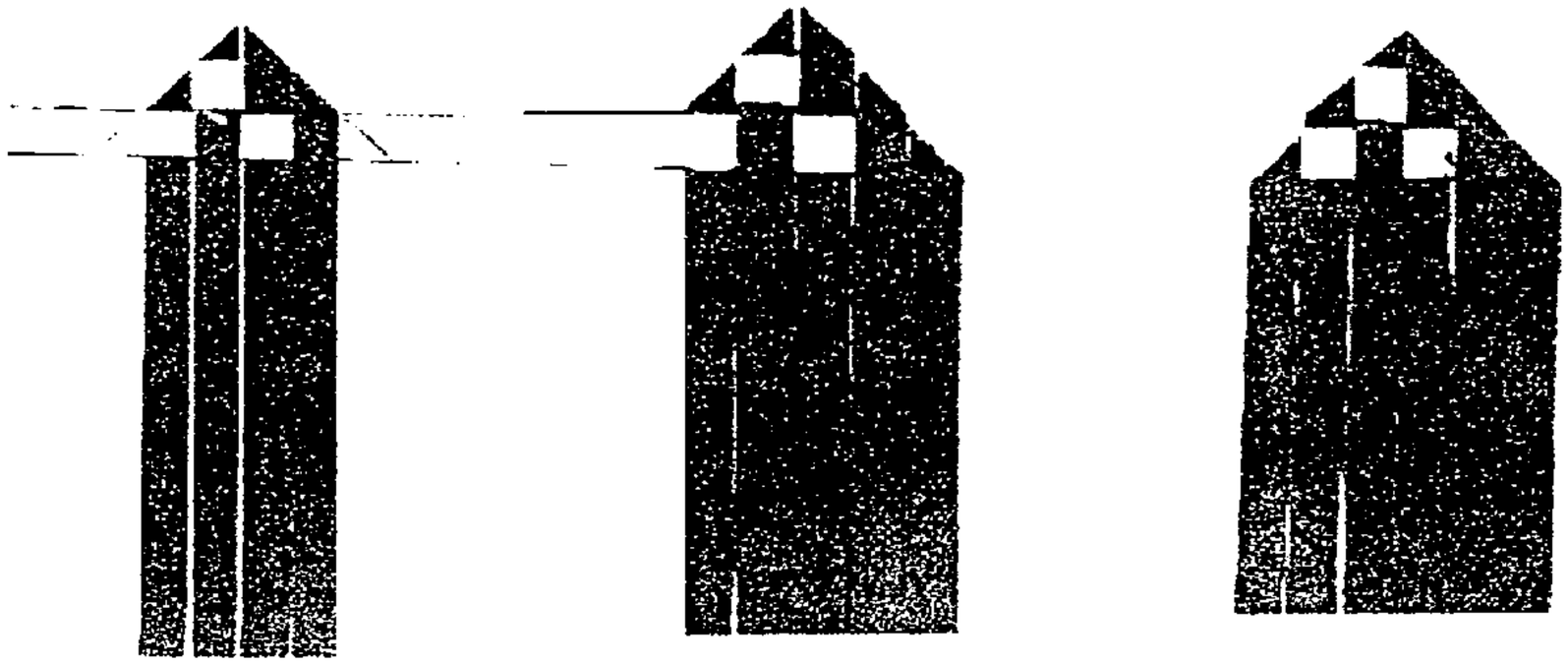


ภาพ 2



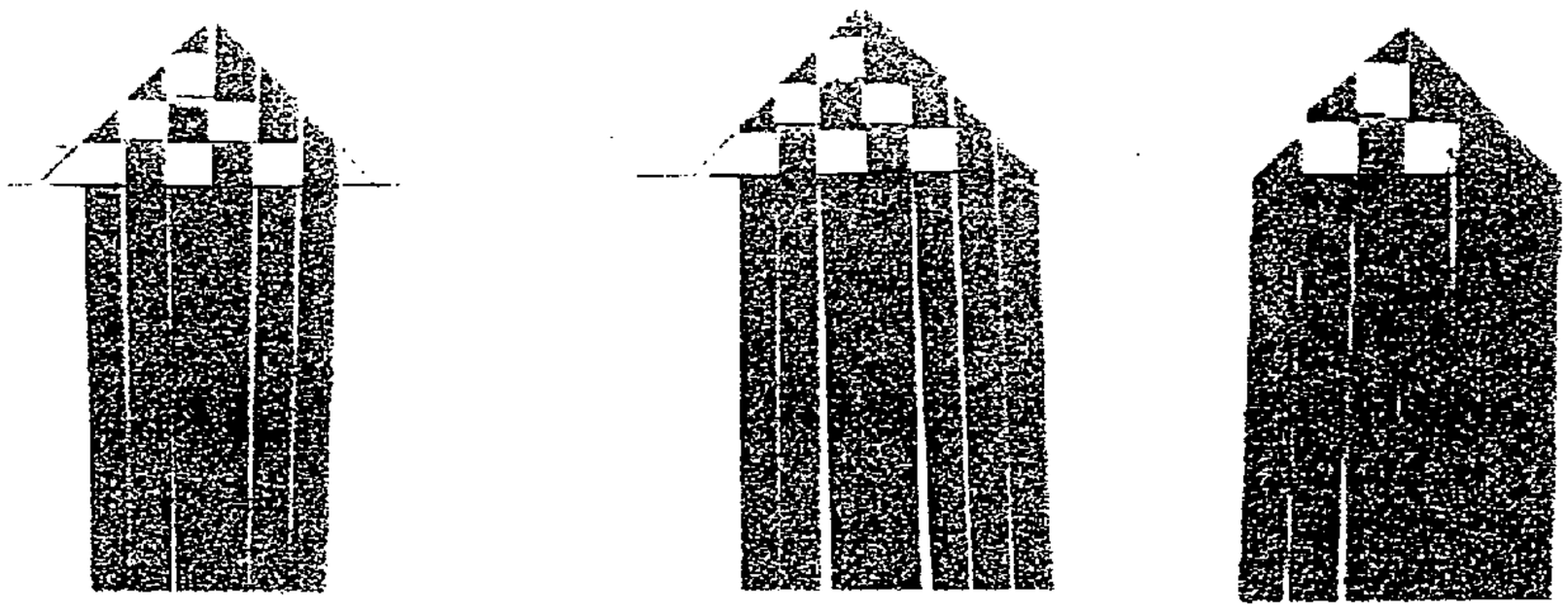
ภาพ 3

4. ใส่เส้นในแนวนอนเส้นที่ 2 โดยให้เส้นที่ 2, 4 แนวตั้ง อยู่ด้านบนแล้วพับมุมด้านขวาและด้านซ้าย ด้านละ 45 องศา ดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3



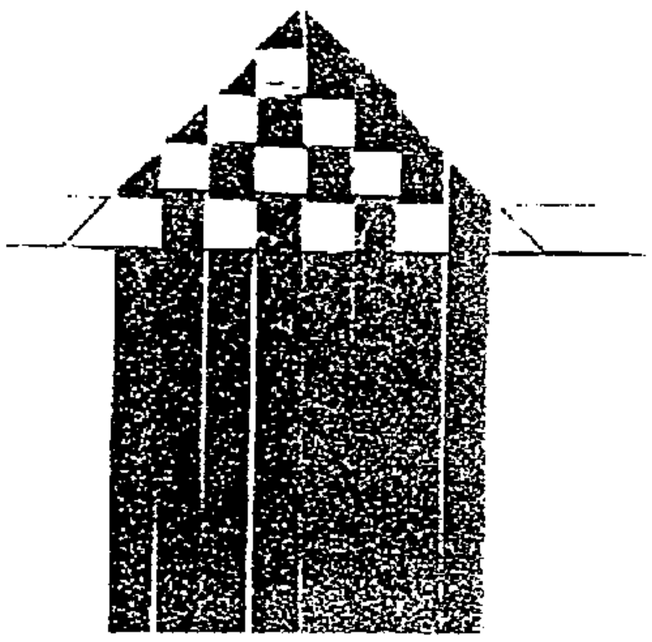
ภาพ 1 ภาพ 2 ภาพ 3

5. สอดเส้นในแนวนอนเส้นที่ 3 โดยให้เส้นที่ 2, 4, 6 ในแนวตั้งอยู่ด้านบน และพับเส้นริมสุดทางซ้ายและขวามือเข้ามาชิดกับเส้นที่ 2, 6 ด้านละ 45 องศา ดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3

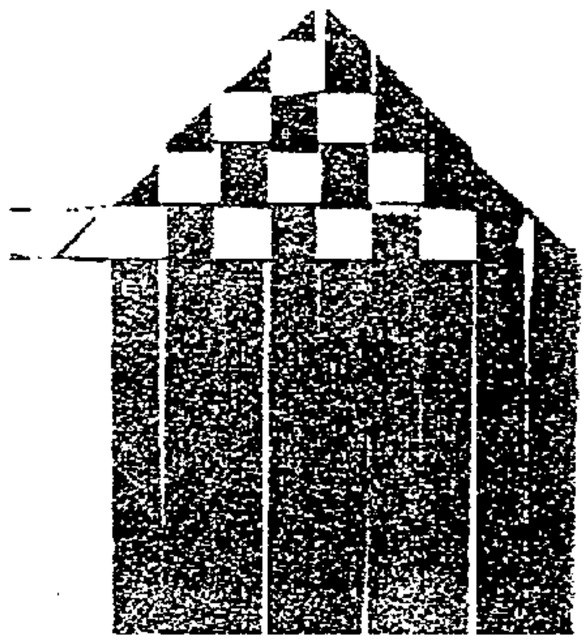


ภาพ 1 ภาพ 2 ภาพ 3

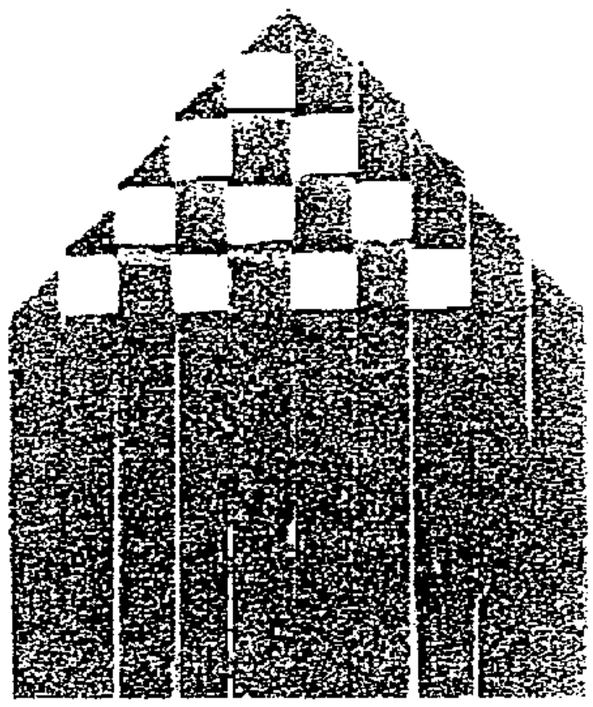
6. สอดเส้นในแนวนอนเส้นที่ 4 โดยให้เส้นที่ 2, 4, 6 และ 8 อยู่ด้านบน แล้วพับริมซ้ายและขวามือเข้ามาด้านละ 45 องศา ดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3



ภาพ 1

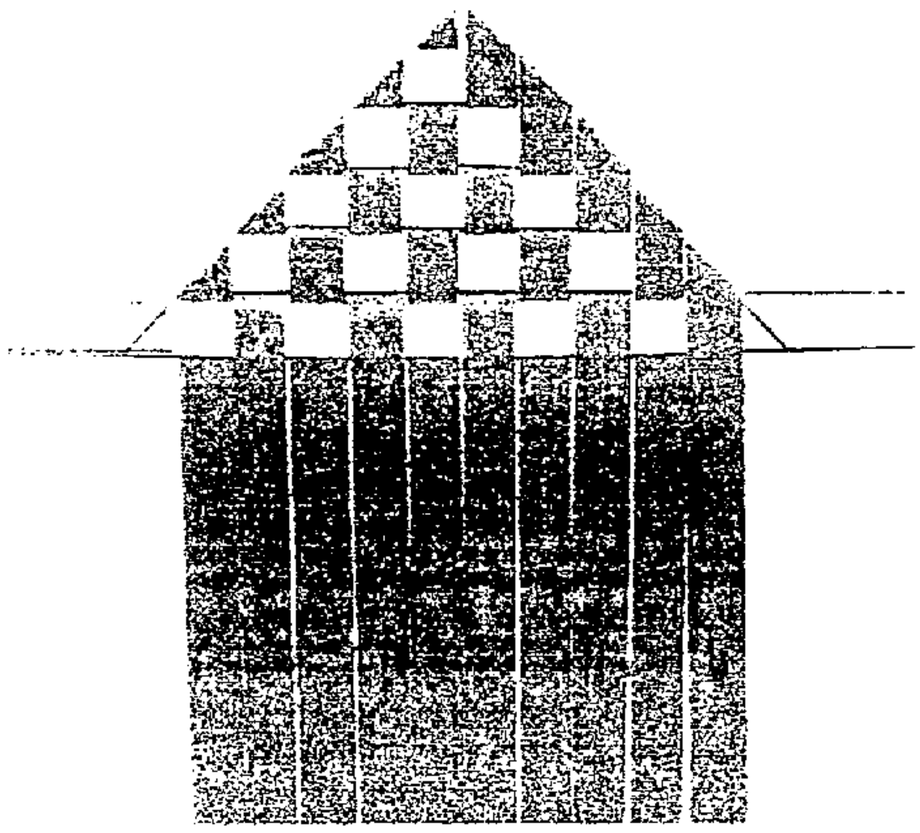


ภาพ 2

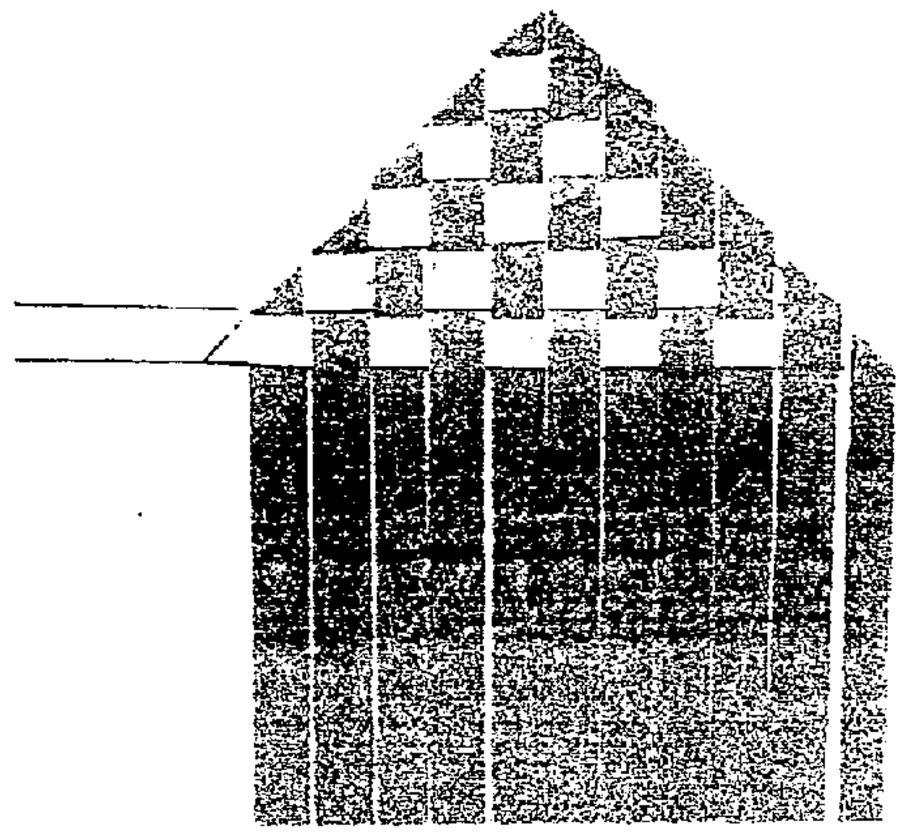


ภาพ 3

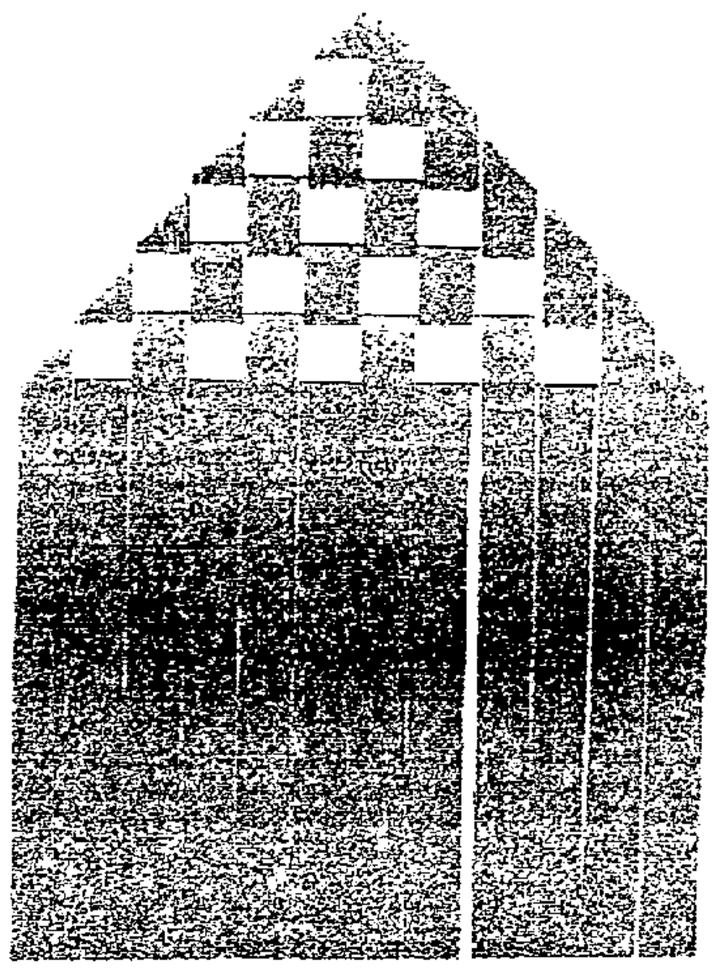
7. สอดเส้นในแนวนอนเส้นที่ 5 โดยให้เส้นที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 อยู่ด้านบน และพับริมซ้ายและขวามือเข้ามาด้านละ 45 องศา เอาด้านสีออกดังภาพ 1 ภาพ 2 และภาพ 3



ภาพ 1

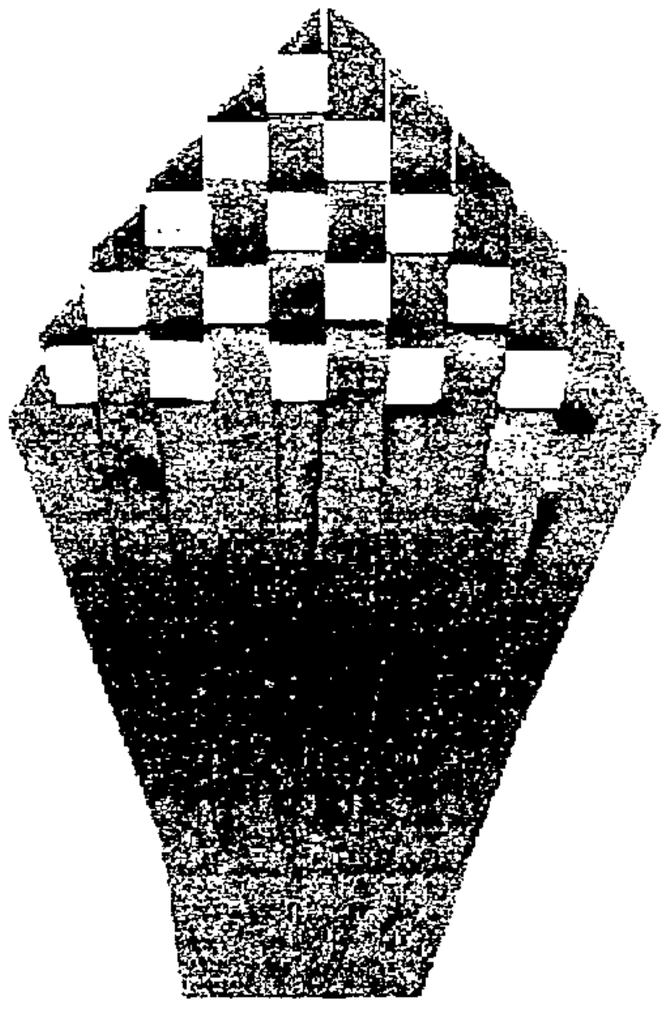


ภาพ 2



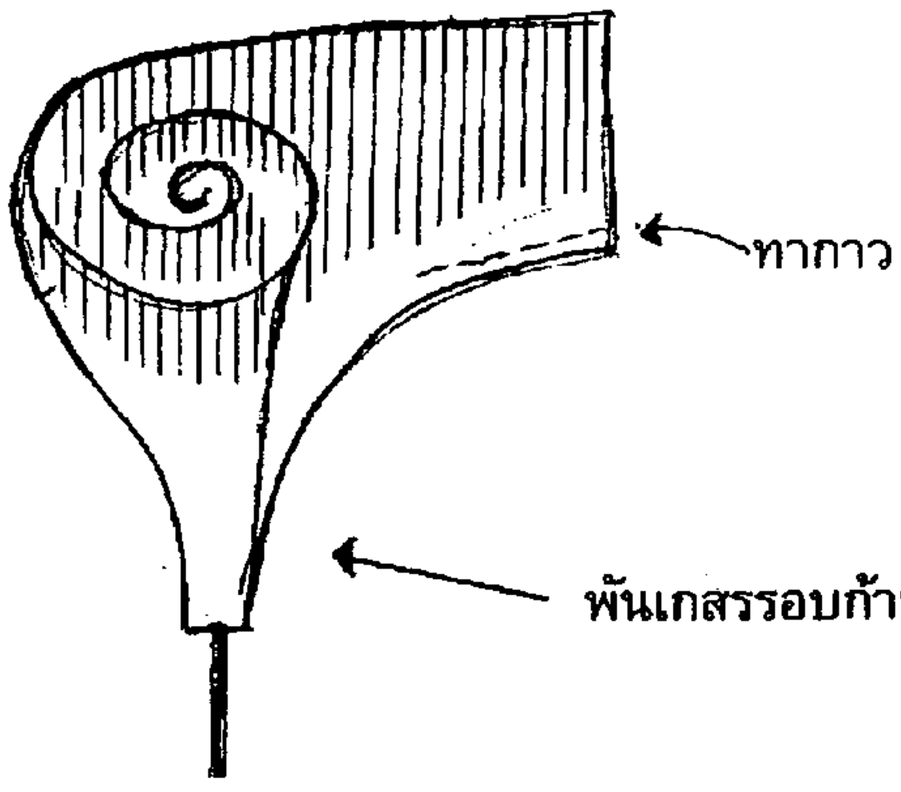
ภาพ 3

8. จากข้อ 7 นำกระดาษในแนวตั้งแต่ละ มารวมกัน ให้ใช้กาวแตะเล็กน้อยของแต่ละเส้น ดังภาพ



ขั้นตอนการทำเกสร

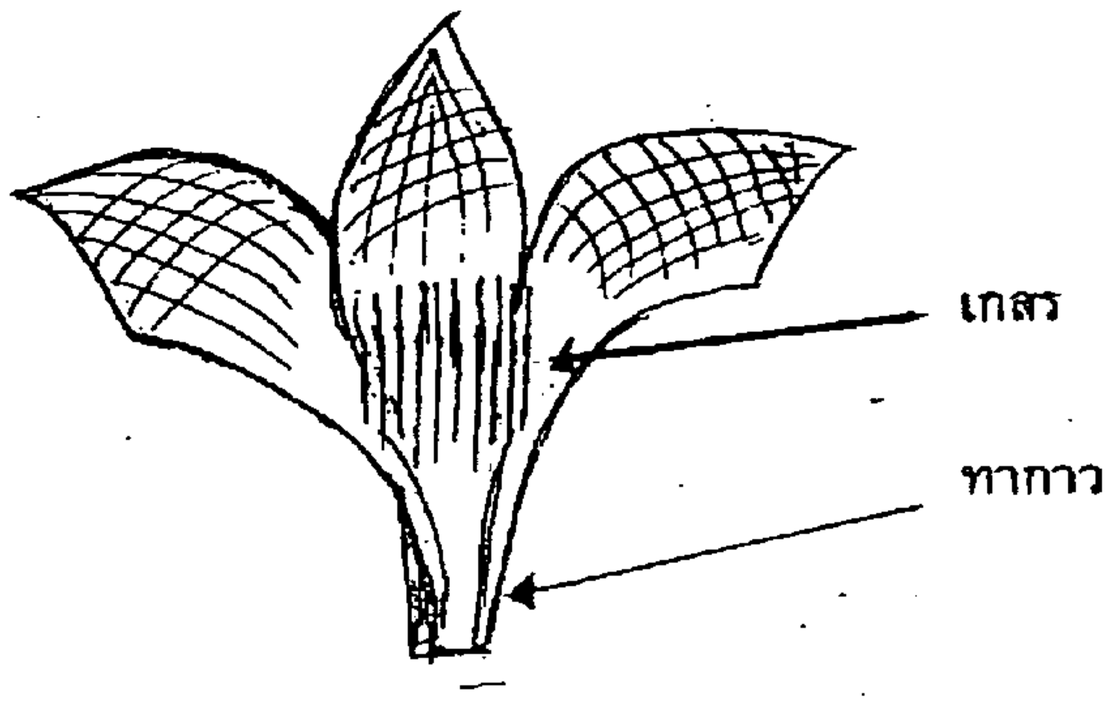
เกสรตัดเป็นเส้นเล็ก ๆ
กว้าง 2 นิ้ว x ยาว 6 นิ้ว



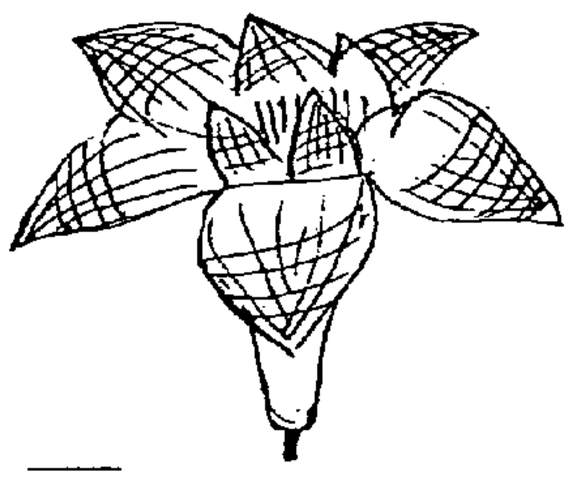
ขั้นตอนการเข้าดอก

กลีบดอก

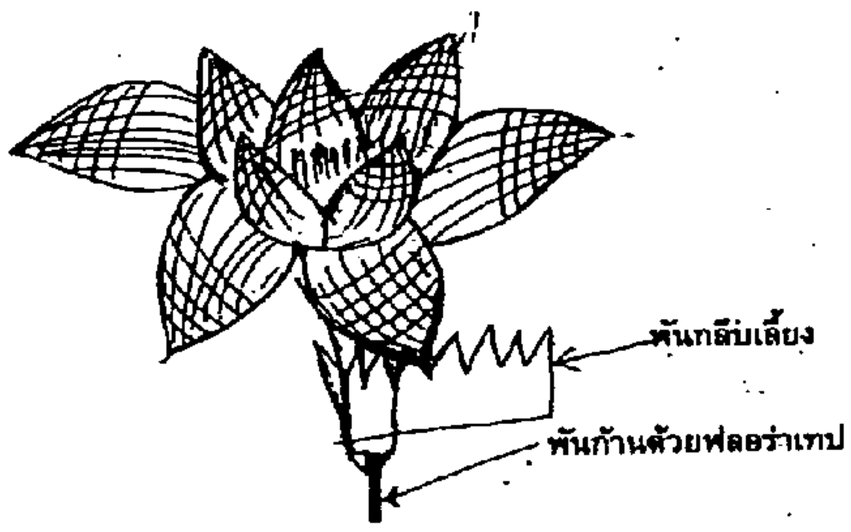
1. ดอก มีกลีบเล็ก 5 กลีบ กลีบใหญ่ 5 กลีบ



การเข้ากลีบเล็กชั้นแรก โดยเรียงกลีบต่อกันกลีบต่อกลีบจนครบ 5 กลีบ



2. การเข้ากลีบใหญ่ชั้นที่ 2 โดยปิดช่วงต่อระหว่างกลีบของกลีบเล็กจนครบ 5 กลีบ



3. พันกลีบเลี้ยงและพันก้านโดยทับกลีบเลี้ยงช่วงล่างลงมา

4. ดิดใบให้เรียบร้อยและพันก้านทับส่วนที่คิดใบอีกครั้ง และนำไปใส่แจกันตามต้องการ

คู่มือการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่

2. เนื้อหา การหาพื้นที่ การหาปริมาตร

3. ความคิดรวบยอด บ้านเล็กในป่าใหญ่ เป็นกล่องอเนกประสงค์ซึ่งประกอบด้วยรูปเรขาคณิต สามารถแสดงการหาพื้นที่ การหาปริมาตรได้อย่างสะดวก เป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>ด้านความรู้</u>

1. หาพื้นที่ผิวของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่
2. หาปริมาตรของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้

<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>

3. มีความคิดสร้างสรรค์
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
5. ประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้อย่างถูกต้องสวยงาม

<u>ด้านคุณลักษณะ</u>

6. มีความรับผิดชอบ
7. ทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะได้
8. มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน

5. เวลา 50 นาที

6. อุปกรณ์

5. กระดาษโปสเตอร์แข็งสีต่าง ๆ ตามต้องการ
6. กาว
7. คัตเตอร์ กรรไกร
8. ปากกาที่หมึกหมดแล้ว วงเวียน

7. ขั้นตอนการประดิษฐ์ บ้านเล็กในป่าใหญ่ มีดังนี้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับผู้เรียนเกี่ยวกับการประดิษฐ์กล่องใส่ของที่ใช้ในโอกาสต่าง ๆ เพื่อให้ถูกใจผู้รับ และมีคุณค่า สามารถทำได้หลายรูปแบบ บอกความสำคัญและประโยชน์ของงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. ผู้เรียนพิจารณาผลงานที่เสร็จแล้ว และร่วมอภิปรายถึงขั้นตอนการประดิษฐ์ บ้านเล็กในป่าใหญ่

3. ครูอธิบายขั้นตอนการประดิษฐ์บ้านเล็กในป่าใหญ่ การตกแต่ง เพื่อให้เกิดความสวยงาม และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4. ผู้เรียนรับชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ พร้อมทั้งเลือกอุปกรณ์ สีของกระดาษ สำหรับให้ส่วนประกอบของบ้านดูสวยงาม เช่น สีของหลังคา สีของด้านข้าง สีของด้านหน้า – ด้านหลัง

ขั้นปฏิบัติ

5. ผู้เรียนศึกษาชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และออกแบบบ้านเล็กในป่าใหญ่ของแต่ละคนก่อน พร้อมตกแต่งให้สวยงามแล้วเขียนเป็นลายเส้นไว้

6. ผู้เรียนร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อเลือกบ้านเล็กในป่าใหญ่ที่สวยงามที่สุด

7. ผู้เรียนลงมือประดิษฐ์งานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้รับเลือกแบบจากกลุ่ม

8. ผู้เรียนบันทึกปัญหาในการปฏิบัติ การแก้ปัญหา และผลที่ได้

9. ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย และบันทึกผลเกี่ยวกับงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่กลุ่มร่วมกันสร้าง นำไปปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นสรุป

10. ผู้เรียนเสนอผลงาน ซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการสร้าง ปรับปรุง

11. ผู้เรียนร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม โดยนำข้อดี และจุดเด่นของแต่ละกลุ่มที่ออกมารายงาน จะได้นำมาปรับปรุงประดิษฐ์ใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

12. ครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหาพื้นที่รูปสองมิติ และการหาปริมาตรของรูปทรงสามมิติ

13. ผู้เรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2

14. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม

8. ประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางระดับคุณภาพตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับคุณภาพ		
	1	2	3
<u>ด้านความรู้</u>			
1. ผู้เรียนหาพื้นที่ผิวของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่	.....	.....	.....
2. ผู้เรียนหาปริมาตรของกลุ่มบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้	.....	.....	.....
<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>			
3. มีความคิดสร้างสรรค์	.....	.....	.....
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน	.....	.....	.....
5. ประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้อย่างสวยงาม	.....	.....	.....
<u>ด้านคุณลักษณะ</u>			
6. มีความละเอียดรอบคอบในการทำงาน	.....	.....	.....
7. การทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะได้	.....	.....	.....
8. มีสมาธิและมีจินตนาการในการทำงาน	.....	.....	.....

9.ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>

ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
<u>ด้านความรู้</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำใบงานได้ถูกต้อง ด้วยตนเองอย่างมั่นใจ
2 (ดี)	ผู้เรียนทำใบงานต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนทำใบงานต้องการคำอธิบาย แนะแนวทางบ่อย ๆ
<u>ด้านทักษะกระบวนการ</u>	
◆ <u>ความคิดสร้างสรรค์</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์จากการประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้ 3 ด้านขึ้นไป
2 (ดี)	ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์จากการประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้ 1 – 2 ด้าน
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่แสดงความคิดสร้างสรรค์จากการประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่เลย
◆ <u>สื่อสาร/นำเสนอ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้องชัดเจน
2 (ดี)	ผู้เรียนนำเสนอผลงาน ต้องการคำแนะแนวทางบ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนนำเสนอผลงานไม่ชัดเจน ต้องการคำแนะแนวทางค่อนข้างมาก
◆ <u>การประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนสามารถประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้อย่างสวยงาม
2 (ดี)	ผู้เรียนต้องการคำแนะแนวทางการประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่บ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนไม่สามารถประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้ ต้องการความช่วยเหลือหรือแนะแนวทางบ่อย ๆ

ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่พึงประสงค์
<u>ด้านคุณลักษณะ</u>	
◆ <u>ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้อย่างรอบคอบ ถูกต้องทุกขั้นตอน
2 (ดี)	ผู้เรียนประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่มีผิดพลาดบ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนต้องการคำอธิบายการประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่บ่อย ๆ
◆ <u>การทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนมีความสามัคคี ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันดี
2 (ดี)	ผู้เรียนมีความสามัคคี มีเหตุผลขัดแย้งกันบ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนมีความสามัคคี ไม่ยอมรับฟังเหตุผลซึ่งกันและกัน
◆ <u>มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน</u>	
3 (ดีมาก)	ผู้เรียนทำงานด้วยความสงบเรียบร้อย และมีสมาธิดี ผลงานออกมาแปลกใหม่
2 (ดี)	ผู้เรียนทำงานด้วยความสงบเรียบร้อย และมีสมาธิ ผลงานมีความแปลกใหม่บ้างเล็กน้อย
1 (ต้องปรับปรุง)	ผู้เรียนขาดสมาธิในการทำงาน มีเสียงเป็นระยะ ๆ ผลงานไม่มีความแปลกใหม่

ใบงานที่ 1

ชุดงานที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง การหาพื้นที่ผิว ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หาพื้นที่ผิวของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้

คำชี้แจง ผู้เรียนช่วยกันหาพื้นที่ผิวของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ ที่กลุ่มของตนเองประดิษฐ์

ใบงานที่ 2

ชุดงานที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ม.1

เรื่อง การหาปริมาตร ชื่อผู้เรียน/กลุ่ม.....

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยม (กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่)

คำชี้แจง ผู้เรียนหาปริมาตรของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ ที่ประดิษฐ์ (โดยใช้ตามความเหมาะสม)

ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. ชุดงานที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่

2. เนื้อหา การหาพื้นที่ การหาปริมาตร

3. ความคิดรวบยอด บ้านเล็กในป่าใหญ่ เป็นกล่องอเนกประสงค์ซึ่งประกอบด้วยรูปเรขาคณิต สามารถแสดงการหาพื้นที่ การหาปริมาตรได้อย่างสะดวก เป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

<u>ด้านความรู้</u>

1. ผู้เรียนหาพื้นที่ผิวของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่
2. ผู้เรียนหาปริมาตรของกล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้

<u>ด้านทักษะ / กระบวนการ</u>

3. มีความคิดสร้างสรรค์
4. สื่อสาร/นำเสนอผลงานได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
5. ประดิษฐ์กล่องบ้านเล็กในป่าใหญ่ได้อย่างถูกต้องสวยงาม

<u>ด้านคุณลักษณะ</u>

6. มีความละเอียดรอบคอบในการทำงาน
7. ทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะได้
8. มีสมาธิและจินตนาการในการทำงาน

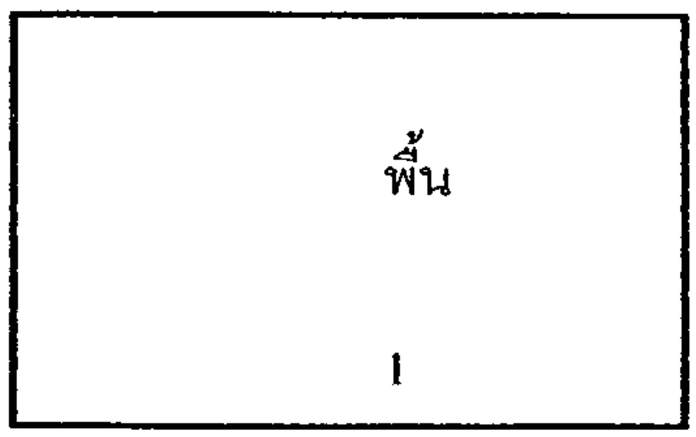
5. เวลา 50 นาที

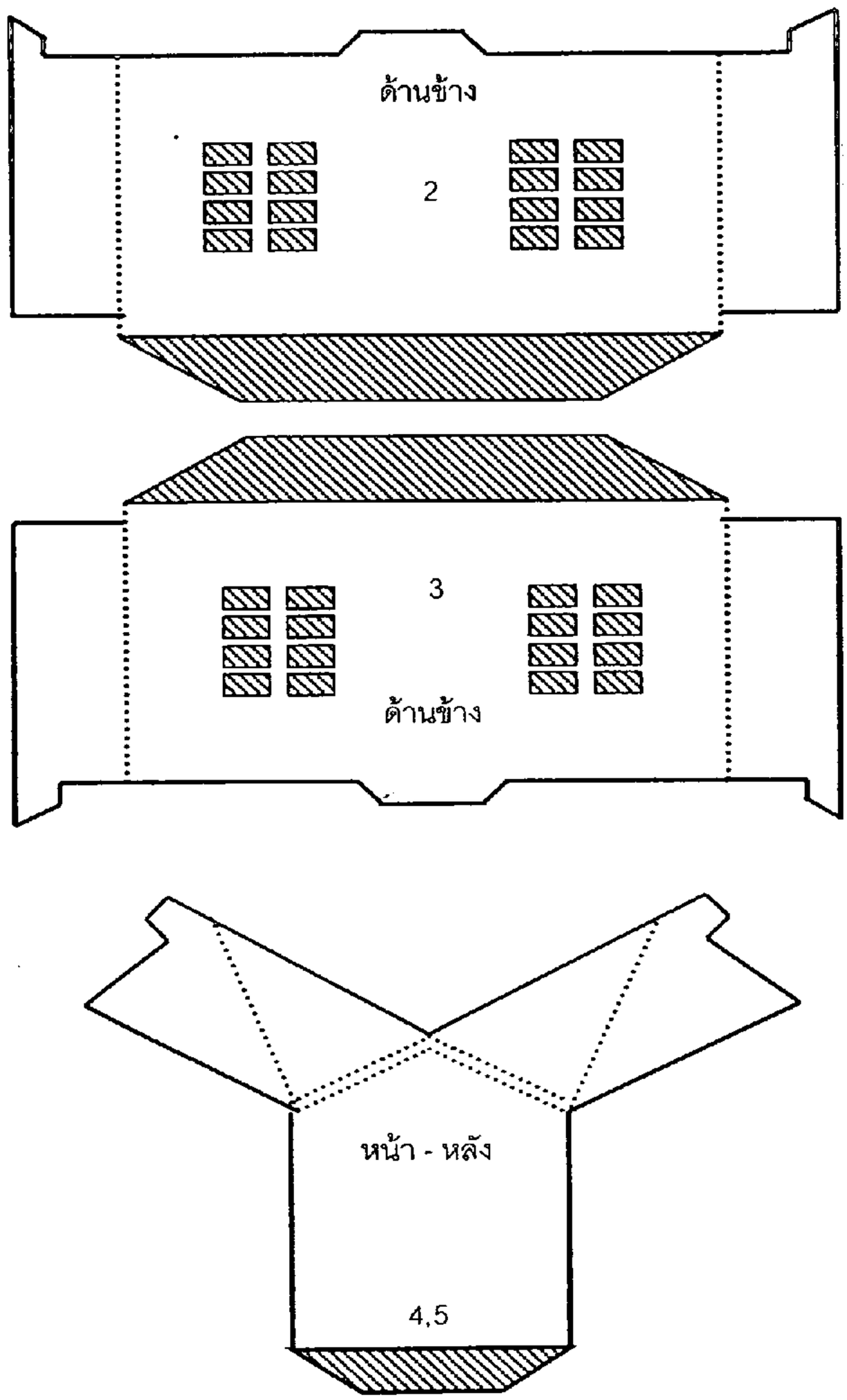
6. อุปกรณ์

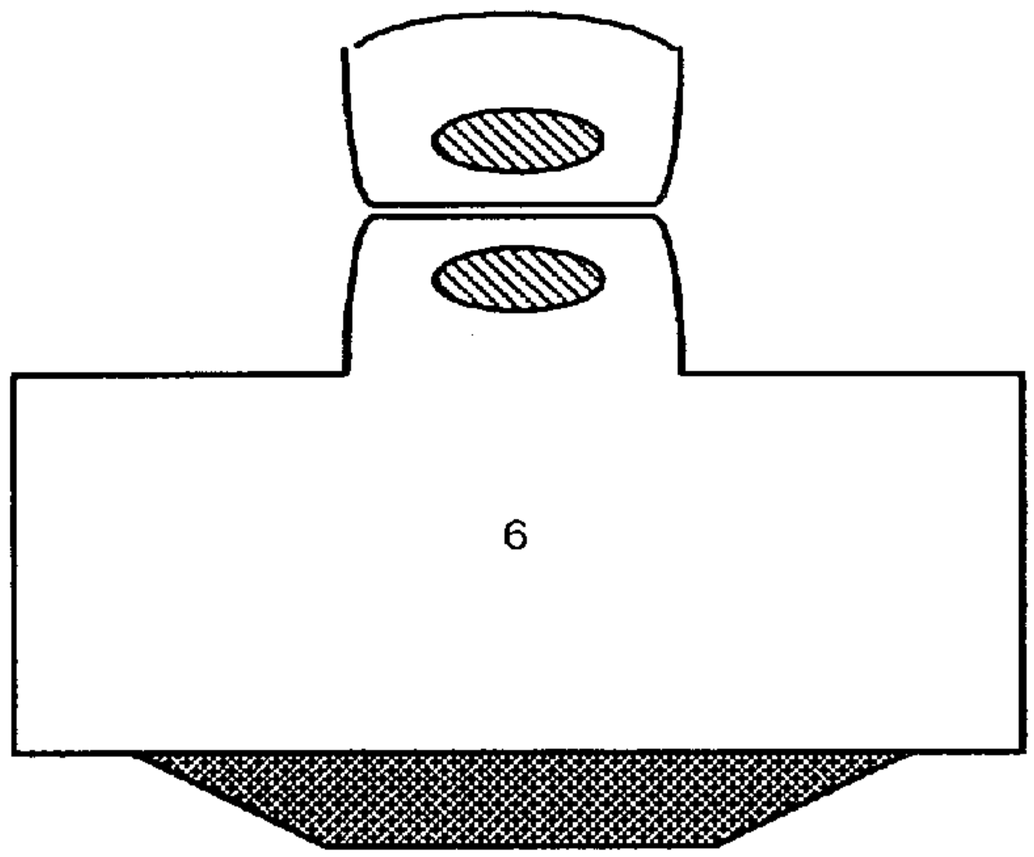
5. กระดาษโปสเตอร์แข็งสีต่าง ๆ ตามต้องการ
6. กาว
7. คัตเตอร์ กรรไกร
8. ปากกาที่หมึกหมดแล้ว วงเวียน

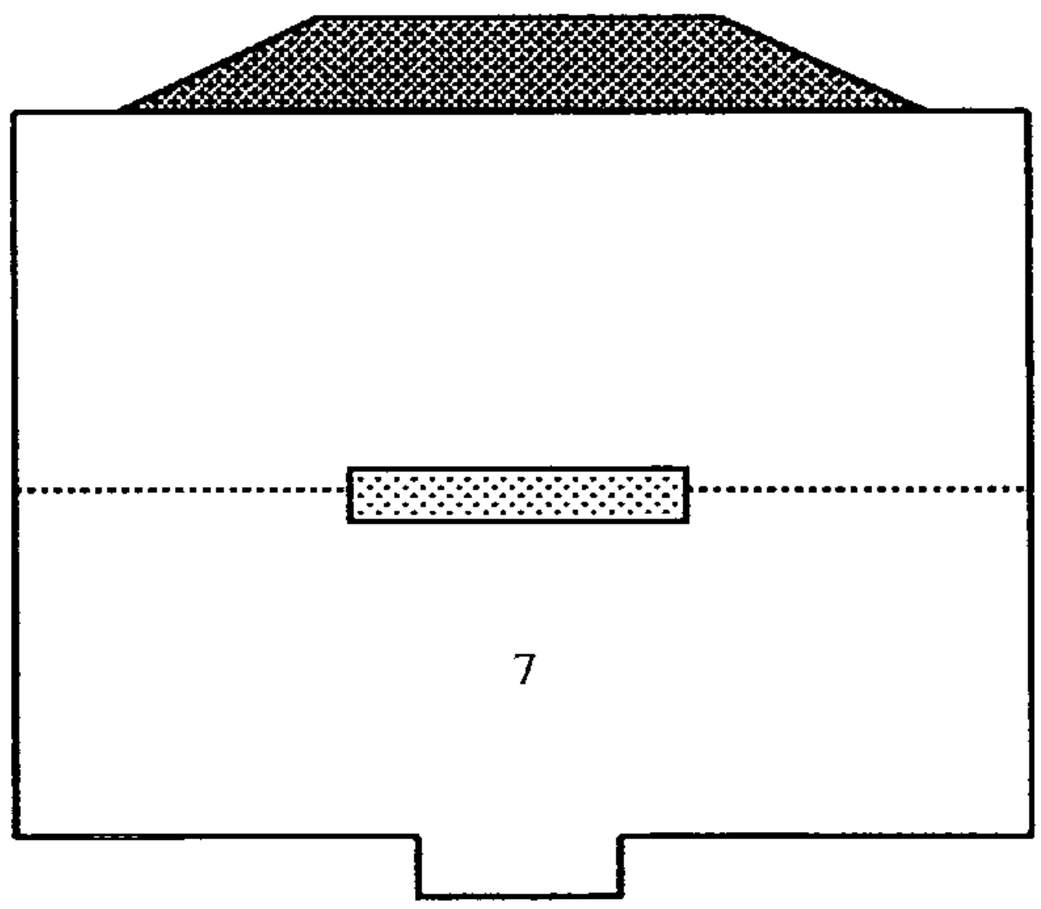
7. ขั้นตอนการประดิษฐ์บ้านเล็กในป่าใหญ่

1. ประกอบชิ้นส่วนของบ้านแต่ละส่วนที่กำหนดให้ โดยทากาวส่วนที่เป็นสีดำทึบ

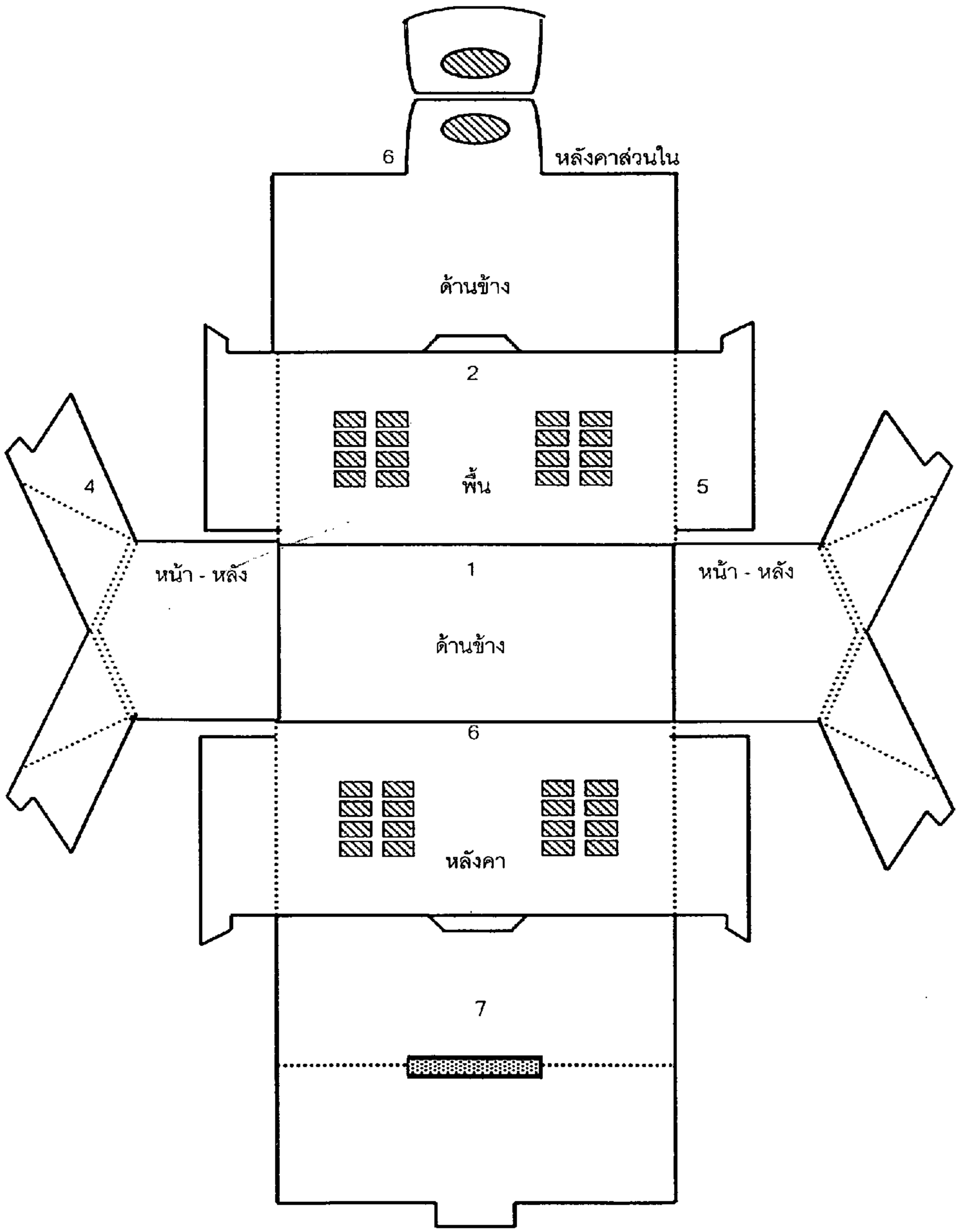



ด้านข้าง
2
3
ด้านข้าง
หน้า - หลัง
4,5

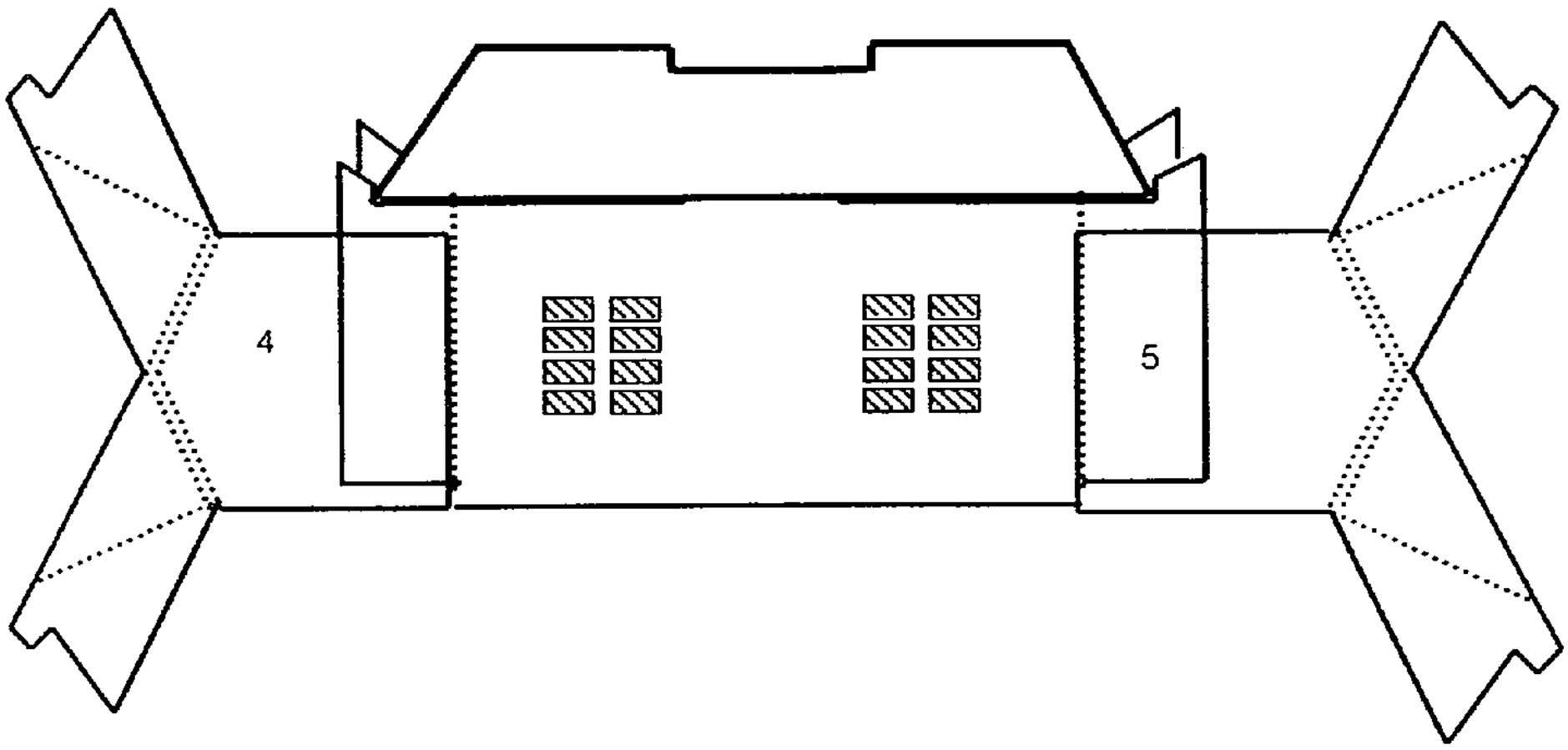

6


7

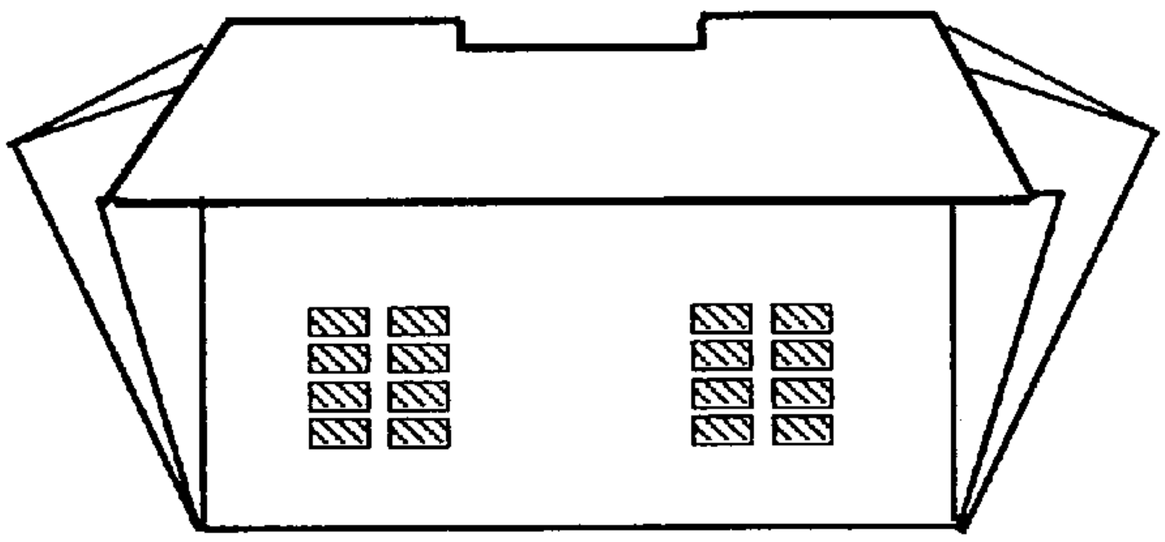
ภาพที่ประกอบเสร็จ



1. ใช้ปากกาที่หมึกหมดแล้ว หรือวงเวียน ขีดตามรอยเส้นประทั้งหมด
2. เจาะส่วนที่แรเงาทุกที่
3. พับหมายเลข 2 และ 3 ขึ้นมา



4. พับหมายเลข 4 และ 5 ขึ้นมา และรอยพับตามแนวเส้นประไว้ด้านใน



5. พับหมายเลข 6 เข้ามาใส่หูไปในช่องหมายเลข 7
6. จะได้บ้านเล็กในป่าใหญ่ตามต้องการ

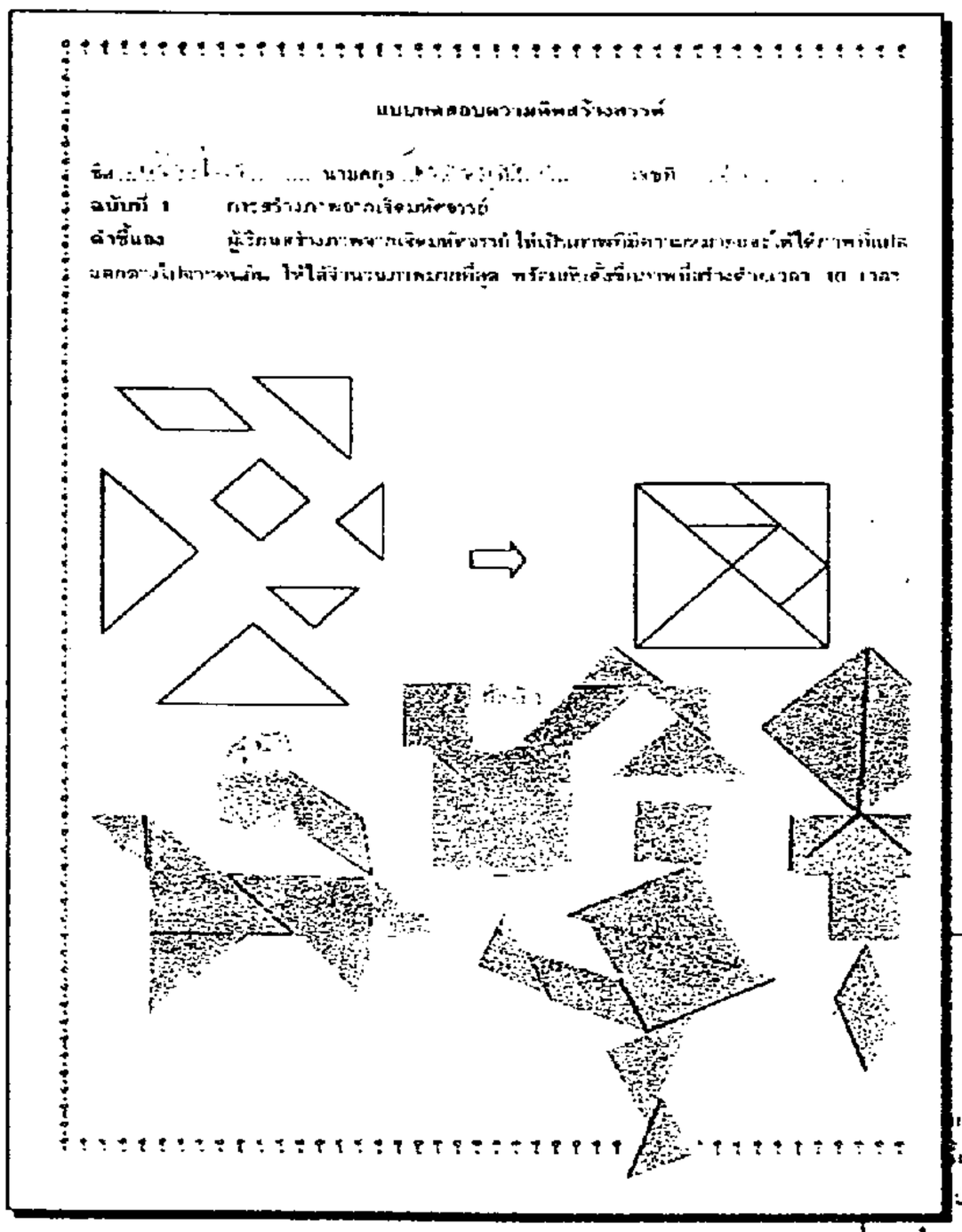
ภาคผนวก ง

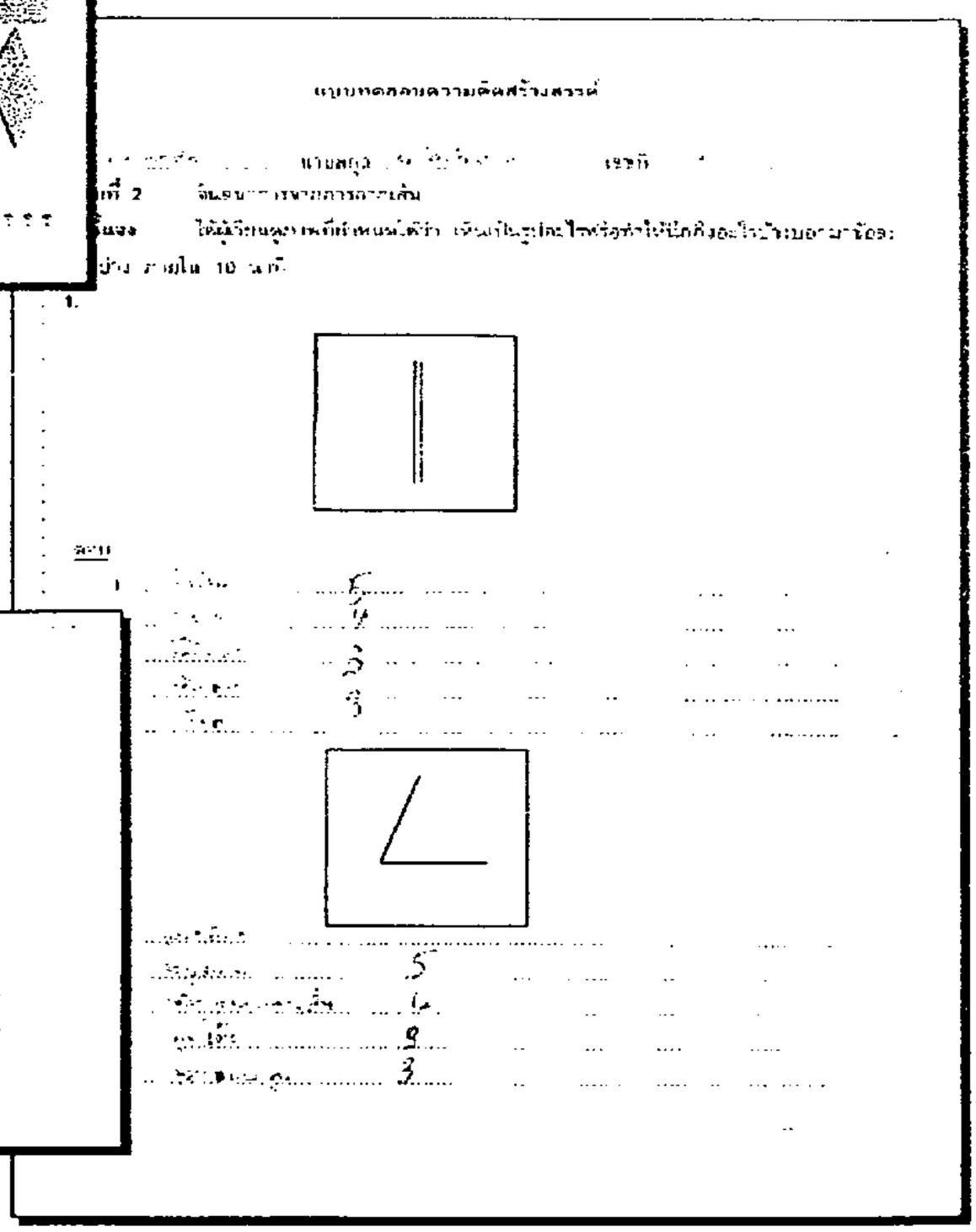
ตัวอย่าง

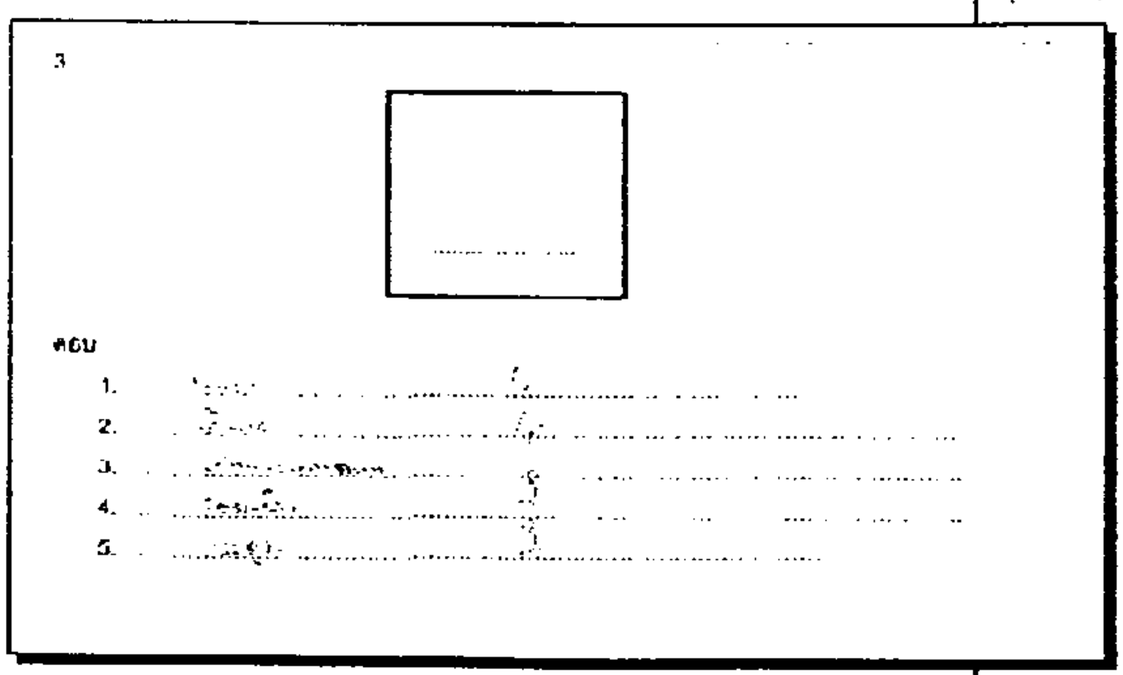
ประมวลภาพ - ผลงาน

แบบทดสอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับที่ 1,2







ตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ฉบับที่ 3,4

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ [illegible] นามสกุล [illegible] เลขที่ [illegible]

ฉบับที่ 3 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนเขียนประโยชน์ของสิ่งของที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด ถ้าเป็นคำตอบที่แปลกแตกต่างจากเพื่อนคนอื่น จะยิ่งได้คะแนนมาก

1. ให้เขียนประโยชน์ของ "บัตรเครดิต" (Credit Card) ว่าใช้ทำประโยชน์อะไรได้บ้าง (5 ข้อ)

ตอบ

1 [illegible]
2 [illegible]
3 [illegible]
4 [illegible]
5 [illegible]

2 ให้เขียนประโยชน์ของ "กระป๋องเครื่องดื่ม" ว่าใช้ทำประโยชน์อะไรได้บ้าง (5 ข้อ)

ตอบ

1 [illegible]
2 [illegible]
3 [illegible]
4 [illegible]
5 [illegible]

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ [illegible] นามสกุล [illegible] เลขที่ [illegible]

ฉบับที่ 4 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ

1 จากข้อความ การพับกระดาษอริกามิ (Origami) เป็นศิลปะการพับกระดาษของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งนิยมพับกระดาษให้เป็นรูปต่าง ๆ เช่น ดอกไม้ ดาวนกกระเรียน ตุ๊กตาญี่ปุ่น ฯลฯ ซึ่งเป็นที่นิยมทุกคน ไม่ว่าคนจน หรือคนรวย เด็กหรือผู้ใหญ่ พวกเขาใช้กระดาษทุกชิ้นอย่างคุ้มค่า แม้แต่ชิ้นเล็ก ๆ ก็สามารถใช้พับด้านบนต่าง ๆ ในการสืบสานได้ การพับกระดาษมีประโยชน์มาก สามารถนำไปใช้ในการเรียน การบำบัดร่างกาย ให้มีสุขภาพจิตดี พลานามัยแข็งแรงได้ด้วย ให้ผู้เรียนตั้งคำถามความคิดสร้างสรรค์ 5 ข้อ (5 นาที)

ตอบ

1 [illegible]
2 [illegible]
3 [illegible]
4 [illegible]
5 [illegible]

2 จากภาพที่กำหนดให้ ให้ผู้เรียนตั้งคำถามความคิดสร้างสรรค์ 5 ข้อ (5 นาที)

ตอบ

1 [illegible]
2 [illegible]
3 [illegible]
4 [illegible]
5 [illegible]

ตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ฉบับที่ 5,6

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ฉบับที่ 5 การแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนคิดวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ให้คำตอบที่แปลกแตกต่างจากคนอื่น ให้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้

1 ผู้เรียนคิดวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ งานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์ ให้รักความคิดเห็น ที่แตกต่างของผู้พบเห็น มากกว่า 5 ข้อ (5 นาที)

ตอบ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

2 ผู้เรียนมีวิธีการอย่างไร เพื่อเพิ่มความสนใจผู้เรียน ทางด้านคณิตศาสตร์ ให้รักและมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ มากกว่า 5 ข้อ (5 นาที)

ตอบ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ ..... นามสกุล ..... เลขที่ .....

ฉบับที่ 6 การสร้างสิ่งใหม่ๆ

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนเขียนสิ่งที่คิดขึ้นมาว่าอะไรจะเกิดขึ้น จากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้ หาคำตอบให้มีมากที่สุด และพยายามหาคำตอบที่แปลก ๆ ภายในเวลาที่กำหนดให้

1. สมมติว่า ถ้าวัวกับ ๆ ตัวแรก ไม่มีสิ่งใดเป็นทรงกลมเลย จะเป็นอย่างไร บอกมา 5 ข้อ (5 นาที)

ตอบ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

2. สมมติว่า ถ้าในโลกนี้ไม่มีใครคิดอะไรสิ่งใหม่ ๆ เลย จะไรจะเกิดขึ้น บอกมา 5 ข้อ (5 นาที)

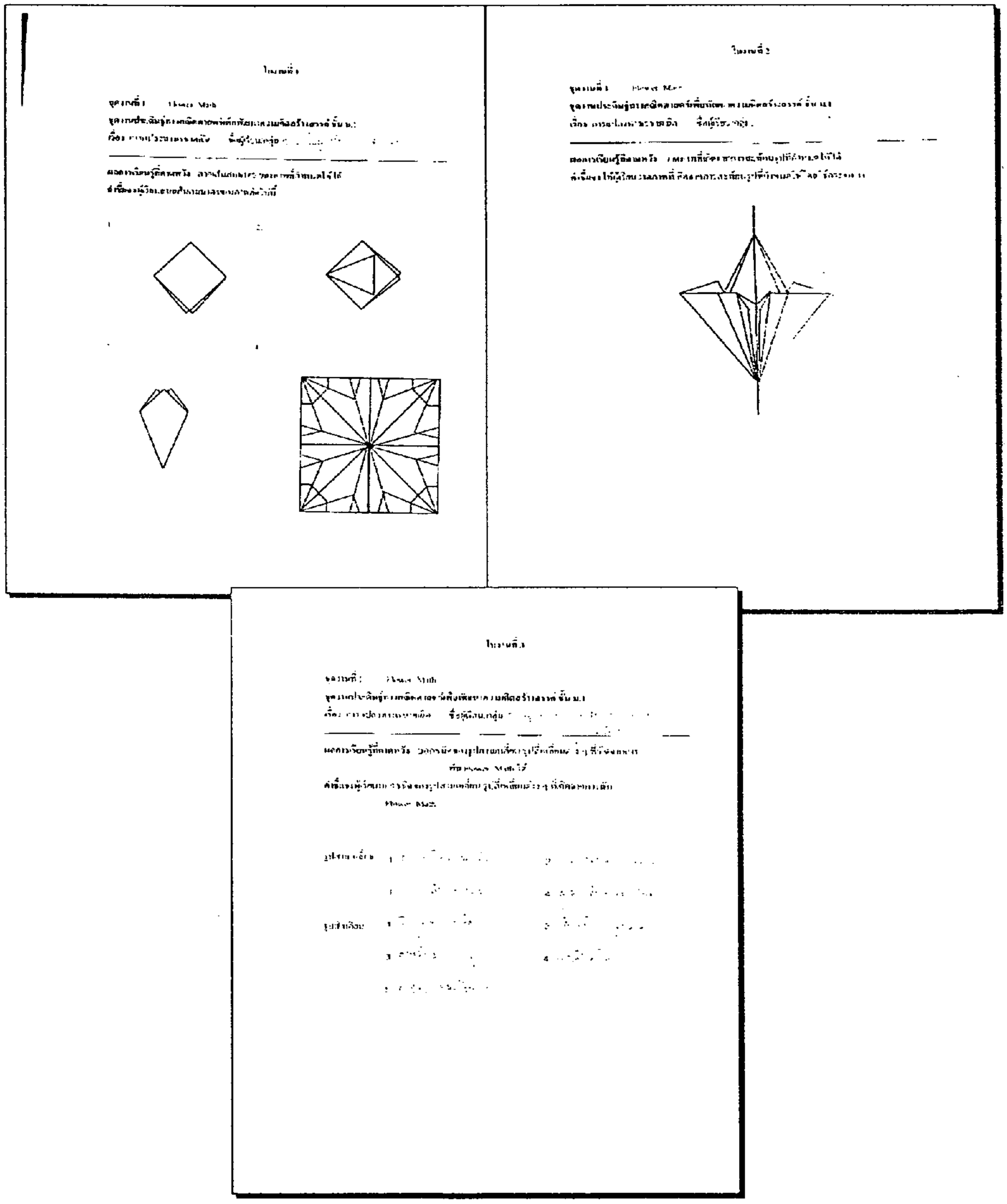
ตอบ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ผู้เรียนประดิษฐ์ "Math Flower" อย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน และภูมิใจในผลงานของตนเอง ดังภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3 กิจกรรม "Math Flower"

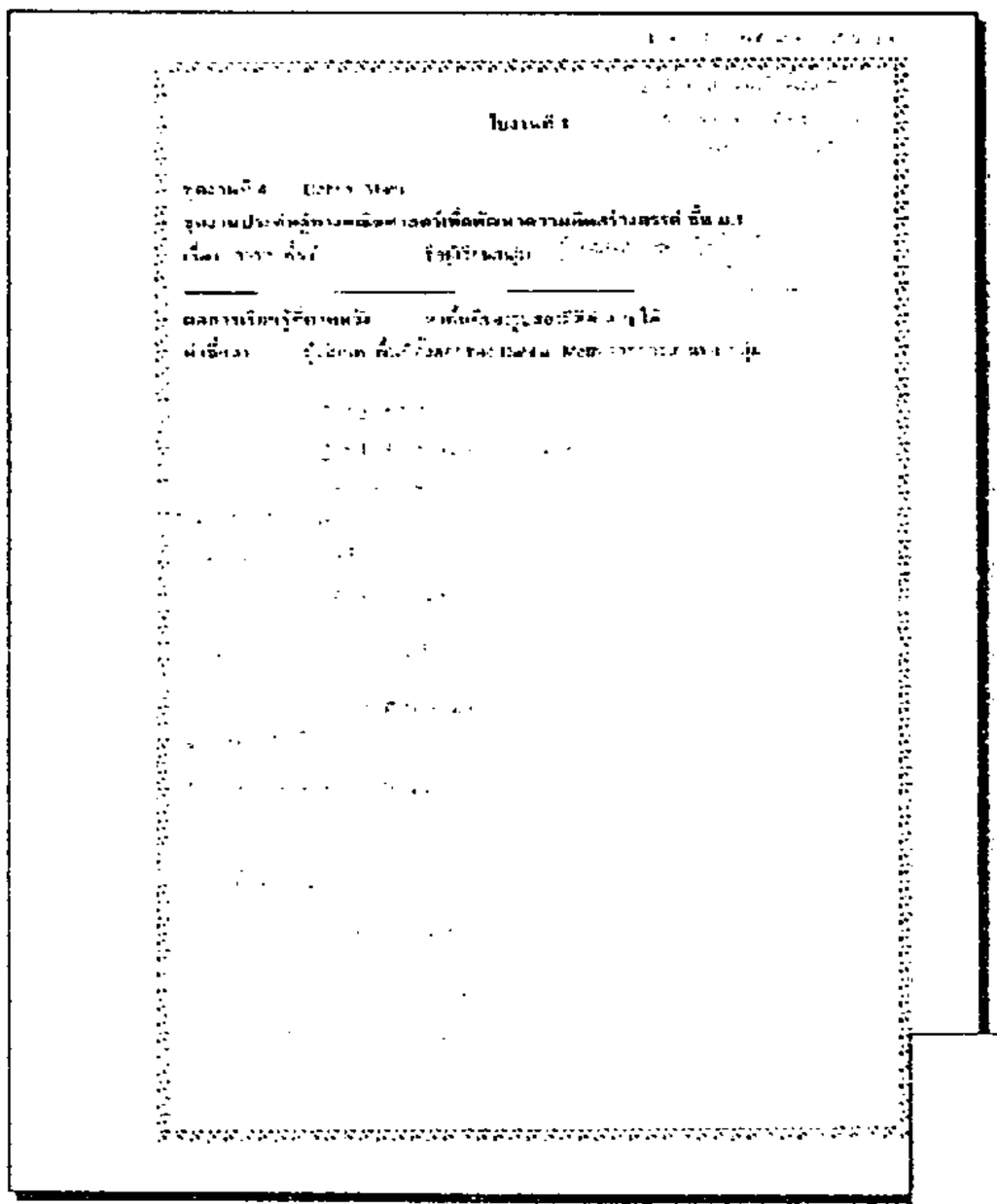
ใบงาน 1,2,3 “Math Flower”



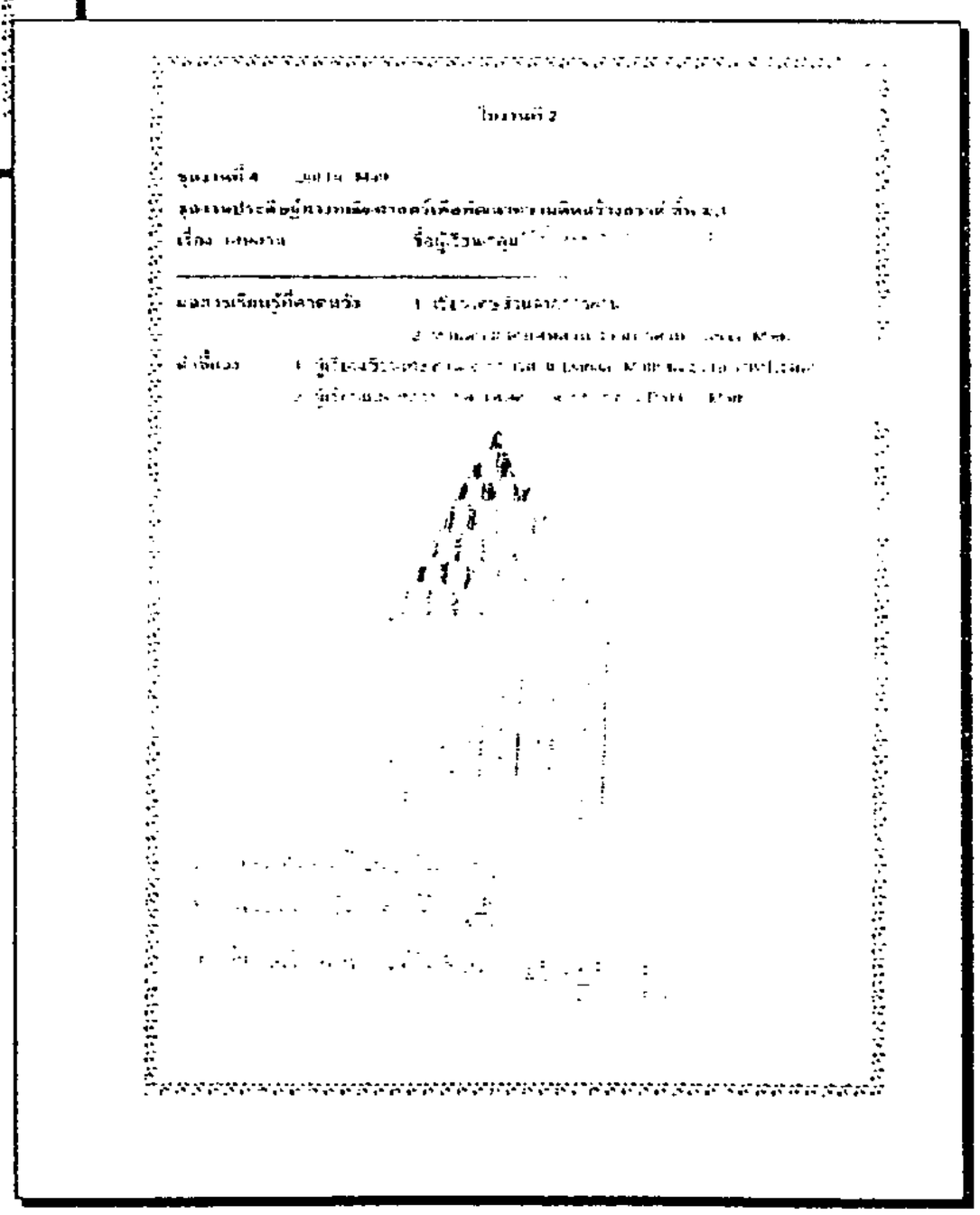
ผู้เรียนประดิษฐ์ "Math Dahlia" อย่างขมักเขมัน ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือกันอย่างดี ผลงานออกมาสวยงามตระการตา ดังภาพประกอบ 5

ภาพประกอบ 5 กิจกรรม "Math Dahlia"

ใบงาน 1,2 "Math Dahlia"



ใบงานที่ 1

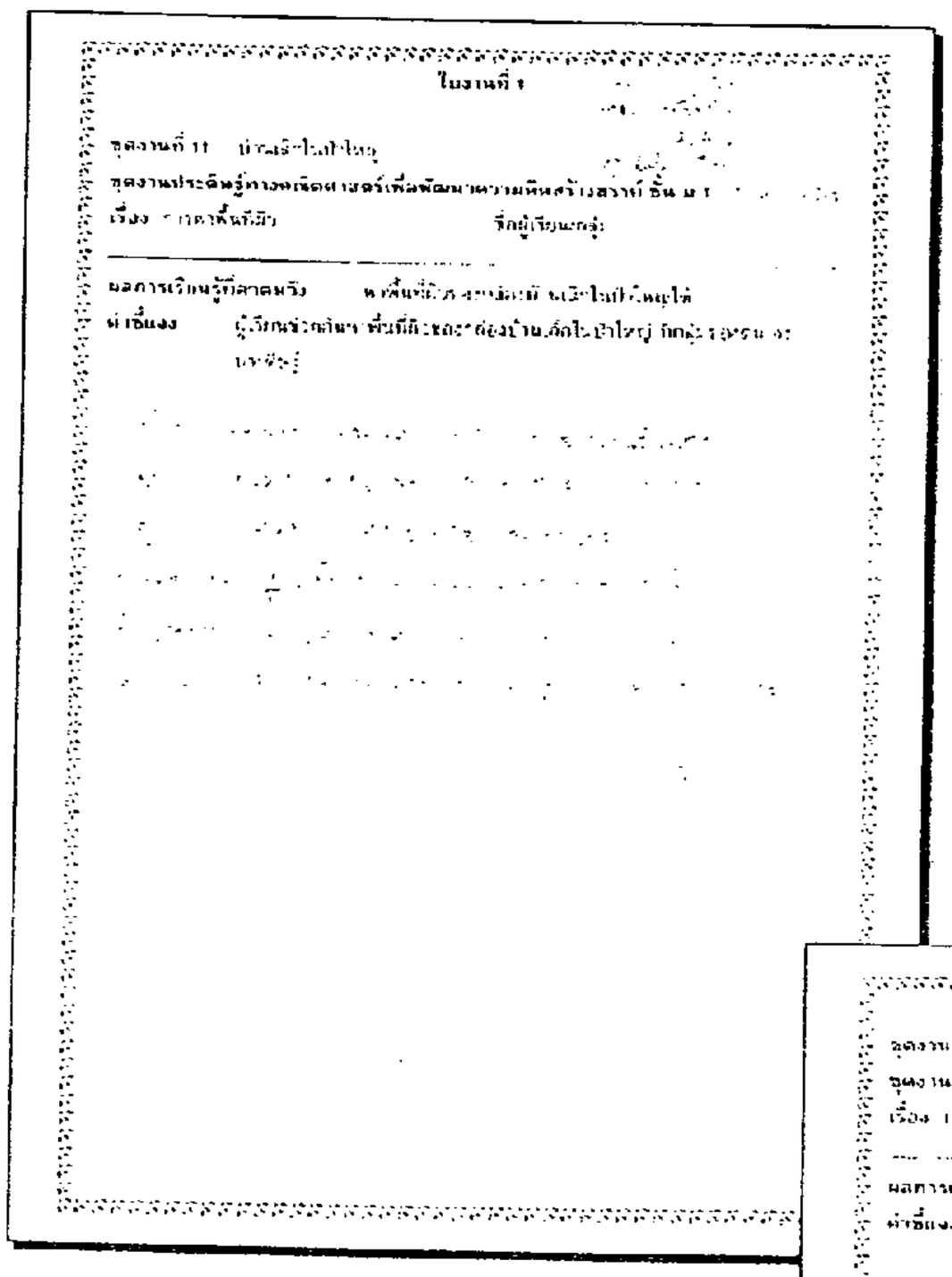


ใบงานที่ 2

ผู้เรียนร่วมกันสร้าง "บ้านเล็กในป่าใหญ่" อย่างตั้งใจ และช่วยกันตกแต่งจนทำให้ผลงานสวยงาม น่าชื่นชม ดังภาพประกอบ 11

ภาพประกอบ 11 กิจกรรม "บ้านเล็กในป่าใหญ่"

ใบงาน 1,2 "บ้านเล็กในป่าใหญ่"


ใบงานที่ 1

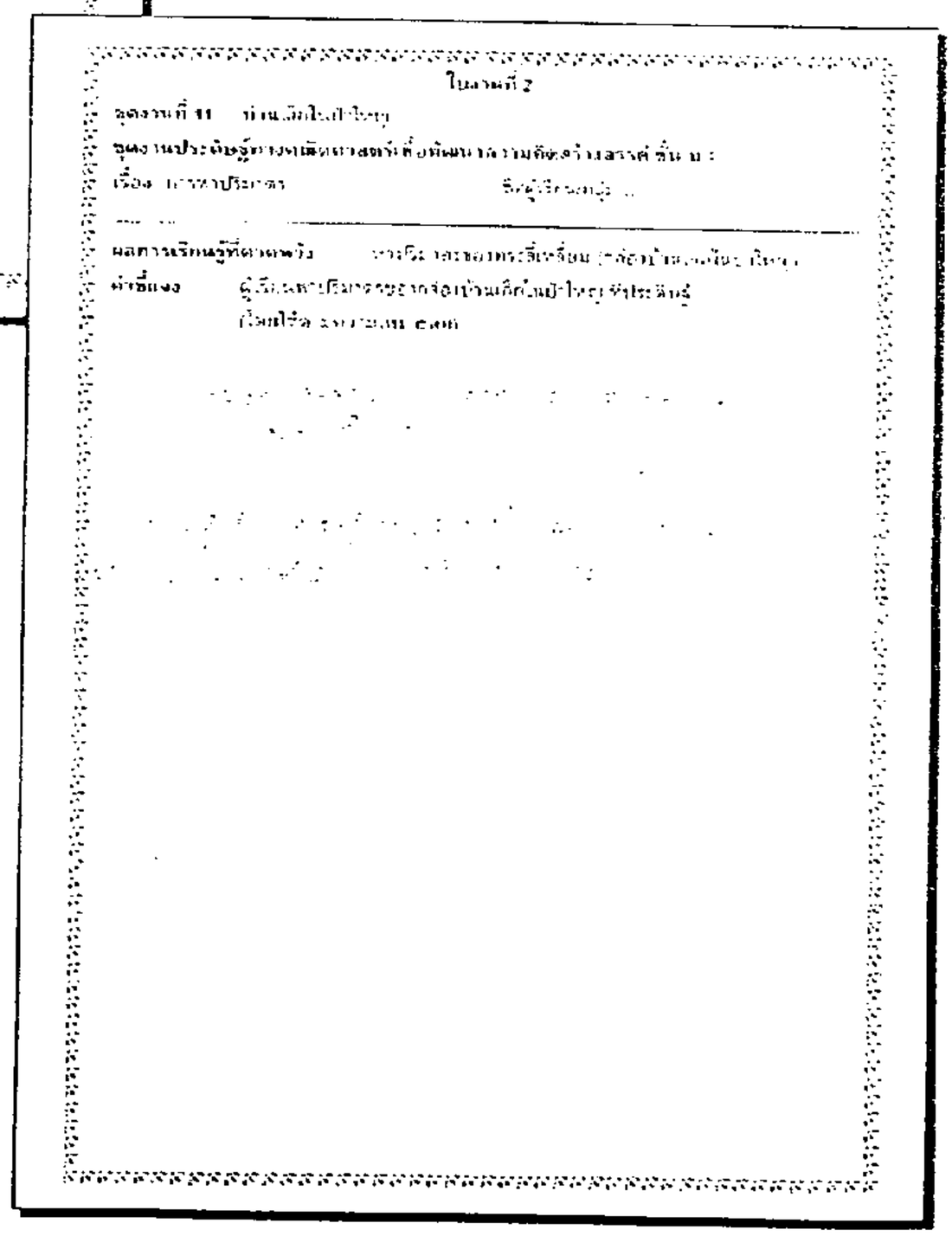
ชุดงานที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่

ชุดงานประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ป.1

เรื่อง การสำรวจพื้นที่ป่า กิจกรรมกลุ่ม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คำชี้แจง ผู้เรียนช่วยกันสำรวจพื้นที่ป่าและสร้างบ้านเล็กในป่าใหญ่ กิจกรรมกลุ่ม


ใบงานที่ 2

ชุดงานที่ 11 บ้านเล็กในป่าใหญ่

ชุดงานประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ชั้น ป.1

เรื่อง การสำรวจประเภท กิจกรรมกลุ่ม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คำชี้แจง ผู้เรียนสำรวจประเภทของบ้านเล็กในป่าใหญ่ ที่ประดิษฐ์ขึ้นเป็นรายกลุ่ม

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือใช้ในการทดลอง

คู่มือการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์จากการใช้ชุดงานประดิษฐ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ
   สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
   โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน และภาควิชาหลักฐานการสอน
   คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์บุญรัก ลาดสูงเนิน
   โปรแกรมวิชา คณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นางสาวพิมพา จันทาแล้ว
วัน เดือน ปีเกิด	30 ตุลาคม 2505
สถานที่เกิด	69 หมู่ที่ 7 ตำบลดอนตะโก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี
สถานที่อยู่อาศัย	69 หมู่ที่ 7 ตำบลดอนตะโก อำเภอเมือง จังหวัดราช

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2526	ปกศ. สูง (คณิตศาสตร์) วิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง
พ.ศ. 2531	ค.บ. (สุขศึกษา) วิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง
พ.ศ. 2543	ค.บ. (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
พ.ศ. 2547	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาการสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ