

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย เพื่อสร้างความคิดรวบยอด
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพา จังหวัดสงขลา

ศิริพร ไชยศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กันยายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ศิริพร ไชยศรี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

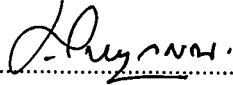
(ดร.รักพร ดอกจันทร์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



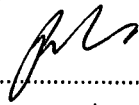
..... ประธาน

(ดร.ช.ชง พวงสุวรรณ)



..... กรรมการ

(ดร.รักพร ดอกจันทร์)



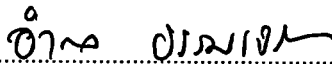
..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์)



..... กรรมการ

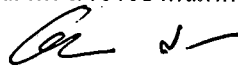
(ดร.วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ)



..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา



..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 9 เดือน กันยายน พ.ศ. 2559

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.รักพร ดอกจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ คุณครูอารียา กาช่า คุณครูสุวรรณา ศรีวัชรวงษ์ และคุณครูเพ็ญ อรุณศรี ที่ได้ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนให้คำแนะนำในการแก้ไขแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 และปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อहरรษา และคุณแม่ละเอียด ไชยศรี ที่คอยเป็นแรงใจให้การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทิตา แม่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จตราบเท่าทุกวันนี้

ศิริพร ไชยศรี

54990019: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: ตรรกศาสตร์/ การสอนแบบอุปนัย/ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ศิริพร ไชยศรี: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย เพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพา จังหวัดสงขลา (THE RESULT OF A LEARNING ACTIVITY ON LOGIC BY USING INDUCTION METHOD TO CREATE THE MATHEMATICAL CONCEPTS FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS, THEPHA SCHOOL) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: รักรพร ดอกจันทร์, Dr.Rer.Nat. อภิสิตี ภคพงษ์พันธุ์, Ph.D. 188 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มีต่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 จำนวน 30 คน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 ชุด

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

54990019: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION; M.Sc.

(MATHEMATICS EDUCATION)

KEYWORDS: LOGIC/ INDUCTION METHOD/ MATHEMATIC CONCEPTS

SIRIPORN CHAISRI: THE RESULT OF A LEARNING ACTIVITY ON LOGIC BY USING INDUCTION METHOD TO CREATE THE MATHEMATICAL CONCEPTS FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS, THEPHA SCHOOL. ADVISORY COMMITTEE: RAKPORN DOKCHAN, Dr.Rer.Nat. APISIT PAKAPONGPUN, Ph.D. 188 P. 2016.

The objective of this research is to study a learning activity on logic by using induction method to create the mathematic concepts. The target group is 30 mathayomsuksa 4 students who study additional mathematics in 1st semester of 2015 academic year. Research instruments are 9 induction method lesson plans, 4 mathematical concept tests, and 1 learning achievement test.

The results are

1. More than half of students pass 50 percent test result on mathematic concepts the logic.
2. More than half of students pass 50 percent test result on learning achievement the logic.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	26
การสอนแบบอุปนัย.....	30
ความคิดรวบยอด.....	38
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย.....	57
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	70
4 ผลการวิจัย.....	74
ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จำแนกตามความคิดรวบยอด.....	75
ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จากคะแนนรวมทั้ง 4 ชุด.....	82
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย.....	83
5 สรุปและอภิปรายผล.....	84
สรุปผลการวิจัย.....	84
อภิปรายผลการวิจัย.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	96
ภาคผนวก ก.....	97
ภาคผนวก ข.....	99
ภาคผนวก ค.....	126
ภาคผนวก ง.....	171
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	188

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1-1	ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติดั้งพื้นฐาน (O – NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	2
1-2	ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติดั้งพื้นฐาน (O – NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	2
2-1	โครงสร้างเวลาเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย..	17
3-1	จำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนรู้.....	58
3-2	ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้.....	59
3-3	จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นและจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์.....	65
3-4	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์..	67
4-1	แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์และการหาค่าความจริงของประพจน์.....	75
4-2	แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน.....	77
4-3	แสดงคะแนนที่ได้ ร้อยละของคะแนนการทำแบบทดสอบ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล.....	78
4-4	แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ.....	80
4-5	แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ.....	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-6 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ.....	83
ข-1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ.....	100
ข-2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา จำนวน 34 คน ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรียงจากมากไปน้อย จำนวน 40 ข้อ.....	102
ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ.....	104
ข-4 ค่า X_i และค่า X_i^2 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ.....	106
ข-5 แสดงค่า p, ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ.....	108
ข-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์กับข้อคำถาม ชุดที่ 1 จำนวน 11 ข้อ.....	110
ข-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ กับข้อคำถาม ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ.....	110
ข-8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ กับข้อคำถาม ชุดที่ 3 จำนวน 6 ข้อ.....	111
ข-9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ กับข้อคำถาม ชุดที่ 4 จำนวน 10 ข้อ.....	111
ข-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 1 จำนวน 11 ข้อ.....	112
ข-11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ.....	112

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 3 จำนวน 6 ข้อ.....	113
ข-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 4 จำนวน 10 ข้อ.....	113
ข-14 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 1 จำนวน 4 ข้อ.....	114
ข-15 แสดงค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบ ยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 2 ข้อ.....	117
ข-16 แสดงค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบ ยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 3 จำนวน 3 ข้อ.....	120
ข-17 แสดงค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบ ยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 4 จำนวน 5 ข้อ.....	123

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ง-1	แสดงตัวอย่างการแยกแยะประโยชน์ที่ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 1..... 172
ง-2	แสดงตัวอย่างความเข้าใจที่ผิดพลาดว่าประโยชน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จไม่เป็นประพจน์ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 1..... 173
ง-3	แสดงตัวอย่างการใส่ค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 2..... 174
ง-4	แสดงตัวอย่างการเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 2..... 174
ง-5	แสดงตัวอย่างการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 3..... 175
ง-6	แสดงตัวอย่างการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 4..... 175
ง-7	แสดงตัวอย่างการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยถูก แต่เชื่อมประพจน์หาค่าความจริงของประพจน์ผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 4..... 176
ง-8	แสดงตัวอย่างการสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 1..... 176
ง-9	แสดงตัวอย่างการเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 1..... 177
ง-10	ภาพที่ ง-10 แสดงตัวอย่างการสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 2..... 177
ง-11	แสดงตัวอย่างการเชื่อมค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 2..... 178
ง-12	แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการหาข้อขัดแย้งที่มีการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่ไม่ถูกต้องในข้อ 1 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1..... 178

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง-13 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการสร้างตารางค่าความจริงที่มีการเชื่อม ค่าความจริงของประพจน์ผัดในข้อ 1 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด ชุดที่ 3 ข้อที่ 1.....	179
ง-14 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการหาข้อขัดแย้งที่มีการสมมติค่าความจริง ของประพจน์ผัดเพี้ยนในข้อ 2 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด ชุดที่ 3 ข้อที่ 1.....	179
ง-15 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการหาข้อขัดแย้งที่ไม่ถูกต้องในข้อ 2 ย่อยของ แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1.....	180
ง-16 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการสร้างตารางค่าความจริงที่ไม่ถูกต้องในข้อ 2 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1.....	180
ง-17 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สมมติการแทนค่าตัวแปรของ แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 2.....	181
ง-18 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผัดของ แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 2.....	181
ง-19 แสดงตัวอย่างการนำเหตุและผลไปเชื่อมโยงให้เป็นประพจน์ใหญ่ไม่ถูกต้องของ แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3.....	182
ง-20 แสดงตัวอย่างการแตกค่าความจริงของประพจน์ไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัด ความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3.....	182
ง-21 แสดงตัวอย่างการทำให้เกิดข้อขัดแย้งของประพจน์ย่อยของแบบทดสอบวัด ความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3.....	183
ง-22 แสดงตัวอย่างการสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิด รวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3.....	183
ง-23 แสดงตัวอย่างการแยกแยะประโยคที่กำหนดให้ว่าเป็นประโยคเปิดหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด ชุดที่ 4 ข้อที่ 1.....	184

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
ง-24	แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 2.....	184
ง-25	แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณที่ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 3.....	185
ง-26	แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่ไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 3.....	185
ง-27	แสดงตัวอย่างการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 1 ตัวที่ไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 4.....	186
ง-28	แสดงตัวอย่างการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 2 ตัวได้ถูกต้องแต่ยกเหตุผลมาประกอบไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 5.....	187

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะการเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคตต้องอาศัยวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน จึงอาจกล่าวได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยในการพัฒนาประเทศให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เจริญขึ้น เพราะวิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีระเบียบแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ทำให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์จึงกลายเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ในทุกยุคทุกสมัย

นอกจากนี้ วิชาคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นพลเมืองที่ดีอย่างสมบูรณ์ เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความเป็นคนมีเหตุผล ช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในความคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบต่อกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม (สิริพร ทิพย์คง, 2536 อ้างถึงใน สุดารัตน์ หมั่นไธสง, 2553)

ดังนั้น การเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เข้าใจอย่างแท้จริงจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ แต่ในยุคปัจจุบันจะเห็นได้ว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่าที่ควร ซึ่งเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O – NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2551 ถึงปีการศึกษา 2556 ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 1-1 และตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-1 ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O – NET)
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปีการศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	มัธยฐาน	ฐานนิยม
2551	100	32.66	97	0	31	29
2552	100	26.05	100	0	24	18
2553	100	24.18	100	0	24	20
2554	100	32.08	100	4	29.60	29.60
2555	100	26.95	100	0	25.60	22.40
2556	100	25.45	100	0	23.20	19.20

ที่มา สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ตารางที่ 1-2 ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O – NET)
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ปีการศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	มัธยฐาน	ฐานนิยม
2551	100	36.08	100	0	32.50	27.50
2552	100	28.56	100	0	25	22.50
2553	100	14.99	100	0	11	8
2554	100	22.73	100	0	20	17.50
2555	100	22.73	100	0	20	17.50
2556	100	20.48	100	0	17.50	15

ที่มา สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

จากตารางที่ 1.1 และตารางที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำทุกปีการศึกษา โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละปีการศึกษาไม่ถึงร้อยละ 50 ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจมีหลายปัจจัยที่ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อม นับตั้งแต่สภาพแวดล้อม คุณลักษณะนิสัยโดยส่วนตัวของผู้เรียน ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนของครูผู้สอน

โรงเรียนเทพาเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาประจำอำเภอ มีการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยยึดตามโครงสร้างหลักสูตรที่ทางโรงเรียนได้จัดทำขึ้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะอยู่ในลักษณะครูเป็นผู้อธิบายเนื้อหา กฎ หลักการ และยกตัวอย่างประกอบ แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยลอกเลียนแบบตัวอย่างที่ให้ ส่งผลให้ผู้เรียนประสบปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์เมื่อเจอโจทย์คณิตศาสตร์ที่แตกต่างออกไปจากตัวอย่างที่ครูให้ แม้แต่เนื้อหาในเรื่องตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่บรรจุเป็นส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมของวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเนื้อหาที่ไม่ยากและไม่มีความซับซ้อนมากนัก ผู้เรียนก็ยังประสบปัญหาในการเรียนเช่นกัน ปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูที่เป็นทั้งผู้อธิบายและผู้สรุปผลเอง แล้วให้นักเรียนท่องจำรูปแบบต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนไม่เข้าใจความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งวิชาตรรกศาสตร์เป็นการเรียนวิธีการและหลักการของกระบวนการของเหตุและผล โดยพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลมากกว่าข้อเท็จจริงผ่านประ โยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่ยากต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียนและยากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู

การจัดกระบวนการเรียนการสอนของครูผู้สอนถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ครูผู้สอนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ได้เหมาะสม ซึ่งวิธีที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำได้โดยการสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้องให้กับผู้เรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน ซึ่ง สิริพร ทิพย์คง (2539, อ้างถึงใน ชูบายคะ สือแม, 2554) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสอนคณิตศาสตร์ครูไม่ควรทำหน้าที่บรรยายแต่เพียงผู้เดียว แต่นักเรียนควรได้ลงมือกระทำและสร้างความคิดรวบยอด หากคำตอบด้วยตัวเองและรู้จักถาม ตลอดจนใช้กลวิธีต่าง ๆ เพื่อค้นหาหลักทั่วไปอันเป็นแนวทางนำไปสู่ความคิดรวบยอด เพราะความคิดรวบยอดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ ผู้ที่มีความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนผู้ที่มีความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดต่ำจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไปด้วย ดังนั้นการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอดที่ถูกต้องจึงมีความจำเป็นและสำคัญในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนต้องทำให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สุรางค์ โคว์ตระกูล (2553) ได้กล่าวไว้ว่า

การสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดนั้นถือเป็นงานสำคัญยิ่งของครูทุกระดับการศึกษา เพราะความคิดรวบยอดเป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐาน โดยความคิดรวบยอดจะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ที่ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

ความคิดรวบยอดเป็นผลสรุปจากการรับรู้ที่มีผลต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบอันเดียว การเรียนรู้ความคิดรวบยอดนั้น ผู้เรียนต้องสร้างจินตนาการได้ เพราะการสร้างจินตนาการเป็นการนำไปสู่ความเข้าใจ โดยแต่ละคนอาจไม่เท่ากันและไม่เหมือนกัน ผู้เรียนจะสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ก็ต่อเมื่อสามารถแยกแยะและสามารถสรุปรวบยอดได้ ซึ่งการสร้างความคิดรวบยอดเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การรับรู้ ความจำ การคิดหาเหตุผล การจัดระเบียบของความคิดให้เป็นหมวดหมู่ และการหาคุณลักษณะร่วม ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับความรู้ต่าง ๆ ผ่านการสัมผัสของอวัยวะรับสัมผัส และระบบประสาทส่วนกลางเป็นผู้ทำหน้าที่จัดระเบียบ ประสาน แยกแยะความแตกต่าง และเลือกความรู้ที่เข้าสู่สมอง ทำให้เกิดการรับรู้ขึ้น (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2553)

จากการศึกษาวิธีการสอนในรูปแบบต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า วิธีการสอนวิธีหนึ่งที่สามารถสร้างให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ คือ วิธีการสอนแบบอุปนัย (Induction Method) ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการค้นพบกฎเกณฑ์หรือหลักการที่สำคัญต่าง ๆ ด้วยตัวเอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเริ่มจากการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้ผู้เรียนค่อย ๆ คิดและสังเกตไปพร้อมกัน จนสามารถค้นหารูปแบบและสรุปเป็นกฎเกณฑ์ การจัดกิจกรรมเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดรวบยอด มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ชัดเจน และสามารถจดจำได้ยาวนาน (วิณา ประชากุล และ ประสาท เนิ่องเฉลิม, 2553) ซึ่ง ชาวลัย ชมดี (2551) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย พบว่า การพัฒนาแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย เป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สามารถนำไปใช้พัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนและพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถเต็มตามศักยภาพ ส่วนวันทนีย์ กะตะศิลา (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะ

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดน้ำคืบ จังหวัดลำพูน พบว่า นักเรียนที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยมีคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีคะแนนอัตราพัฒนาการด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น 0.52 คะแนนต่อครั้งจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และวิโรจน์ ดุเหว่า (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 51.92 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.69 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่โรงเรียนกำหนด ซึ่งสอดคล้องกับ จรรยา วงศ์วิทย์ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนส่วนมากมีความคงทนทางการเรียนรู้

จากการศึกษาข้างต้น จะเห็นได้ว่า วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิด ความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการติดตามค้นหาเหตุผลและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนและจดจำได้นาน สามารถนำวิธีการในการเรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ วิธีการสอนแบบอุปนัยจึงเหมาะสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสร้างความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียน

วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนต้องค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิธีการสอนแบบอุปนัยจึงไม่เหมาะกับเนื้อหาที่เข้าใจยากและมีความซับซ้อน เพราะอาจจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสรุปกฎเกณฑ์เองได้ ประกอบกับเป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ตามหลักตรรกศาสตร์ วิธีการสอนแบบอุปนัยจึงเหมาะสมในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ดังเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย เพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยจะส่งผลให้ผู้เรียนได้สร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้องทางคณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งจะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มีต่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้สอนได้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่สามารถสร้างความคิดรวบยอดให้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลที่ได้สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียน
3. ผลที่ได้สามารถนำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 จำนวน 30 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 9 หัวข้อ ได้แก่

เรื่องที่ 1 ประพจน์

เรื่องที่ 2 การเชื่อมประพจน์

เรื่องที่ 3 การหาค่าความจริงของประพจน์

เรื่องที่ 4 ตารางค่าความจริง

เรื่องที่ 5 สมมูลและนิเสธของประพจน์

เรื่องที่ 6 สัจนิรันดร์

เรื่องที่ 7 การอ้างเหตุผล

เรื่องที่ 8 ประโยคเปิดและตัวบ่งปริมาณ

เรื่องที่ 9 ค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวบ่งปริมาณ

3. ตัวแปรที่ศึกษาในการทำวิจัยนี้ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้ผู้เรียนได้สังเกต ศึกษา วิเคราะห์ไปพร้อม ๆ กัน จนสามารถค้นหารูปแบบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นเตรียม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม
- 2) ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นการเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณา
- 3) ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้ผู้เรียนสังเกต เพื่อค้นหาและรวบรวมองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากตัวอย่าง
- 4) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรจากตัวอย่างด้วยตนเอง
- 5) ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ในการปฏิบัติการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบอุปนัย

3. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นต่ำที่ยอมรับหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบอุปนัยว่านักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์

4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ของผู้เรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย จนสามารถสรุปออกมาเป็นนิยาม กฎ หรือขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ได้ อย่างเหมาะสม สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีค่าความยากง่ายและความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

5. คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนำคะแนนมาคิดค่าร้อยละแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดร้อยละ 50

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนของผู้เรียนในเนื้อหา คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีค่าความยากง่ายและความ

เชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยนำคะแนนที่ได้มาคิดค่าร้อยละแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดร้อยละ 50

7. นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องตรรกศาสตร์โดยใช้การสอนแบบอุปนัย เพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. การสอนแบบอุปนัย
4. ความคิดรวบยอด
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียน การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

หลักการ

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ โดยให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เป็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความ

ขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลกดังนี้

2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.2 ซื่อสัตย์สุจริต

2.3 มีวินัย

2.4 ใฝ่เรียนรู้

2.5 อยู่อย่างพอเพียง

2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

2.7 รักความเป็นไทย

2.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุลต้องคำนึงถึงหลักการพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ดังนี้

1. ภาษาไทย

2. คณิตศาสตร์

3. วิทยาศาสตร์

4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ปฏิบัติ ได้มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไรและประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา โดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษาและการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษา ว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจง และมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปีเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปี ในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. ตัวชี้วัดช่วงชั้นเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4 – มัธยมศึกษาปีที่ 6)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะ หรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์
2. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม การอยู่ร่วมกันในสังคมไทยและสังคมโลกอย่างสันติสุข การเป็นพลเมืองที่ดีศรัทธาในหลักธรรมของศาสนา การเห็นคุณค่าของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ความรักชาติและภูมิใจในความเป็นไทย
3. ศิลปะความรู้และทักษะในการคิดริเริ่มจินตนาการสร้างสรรค์งานศิลปะ สุนทรียภาพ และเห็นคุณค่าทางศิลปะ
4. ภาษาไทย ความรู้ ทักษะ และวัฒนธรรมการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร ความชื่นชมการเห็นคุณค่าภูมิปัญญาไทย และภูมิใจในภาษาประจำชาติ
5. ภาษาต่างประเทศ ความรู้ ทักษะ เจตคติ และวัฒนธรรมในการใช้ภาษาต่างประเทศ ในการสื่อสาร การแสวงหาความรู้ และประกอบอาชีพ
6. การงานอาชีพและเทคโนโลยี ความรู้ ทักษะ และเจตคติในการทำงาน การจัดการ การดำรงชีวิต การประกอบอาชีพและการใช้เทคโนโลยี
7. สุขศึกษาและพลศึกษา ความรู้ ทักษะ เจตคติในการสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยของตนเองและผู้อื่น การป้องกันและปฏิบัติต่อสิ่งต่าง ๆ ที่มีผลต่อสุขภาพอย่างถูกวิธี และทักษะในการดำรงชีวิต
8. คณิตศาสตร์ การนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตและศึกษาต่อการมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์
9. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ พัฒนาอย่างรอบด้าน เพื่อความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกาย สติ ปัญญา อารมณ์ และสังคม เสริมสร้างให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคม สามารถจัดการตนเองได้ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข แบ่งเป็น 3 ลักษณะดังนี้
 - 9.1 กิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักตนเอง รู้รักษ์สิ่งแวดล้อม สามารถคิดตัดสินใจ คิดแก้ปัญหา กำหนดเป้าหมาย วางแผนชีวิตทั้งด้านการเรียน และ

อาชีพ สามารถปรับตนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูรู้จักและเข้าใจผู้เรียน ทั้งยังเป็นกิจกรรมที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ผู้ปกครองในการมีส่วนร่วมพัฒนาผู้เรียน

9.2 กิจกรรมนักเรียน เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาความเป็นระเบียบวินัย ความเป็นผู้นำผู้ตามที่ดี ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกัน การรู้จักแก้ปัญหา การตัดสินใจที่เหมาะสม ความมีเหตุผล การช่วยเหลือแบ่งปันกัน เอื้ออาทรและสมานฉันท์ โดยจัดให้สอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนให้ได้ปฏิบัติด้วยตนเองในทุกขั้นตอน ได้แก่ การศึกษา วิเคราะห์ วางแผน ปฏิบัติ ตามแผน ประเมิน และปรับปรุงการทำงาน เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับบุคลิกภาวะของผู้เรียน บริบทของสถานศึกษา และท้องถิ่น กิจกรรมนักเรียนประกอบด้วย กิจกรรมลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด ผู้บำเพ็ญประโยชน์ และนักศึกษาวิชาทหาร กิจกรรมชุมนุม ชมรม

9.3 กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ ต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่นตามความสนใจในลักษณะอาสาสมัคร เพื่อแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสังคม ความตั้งใจ ความเสียสละต่อสังคม มีจิตสาธารณะ เช่น กิจกรรมอาสาพัฒนาต่าง ๆ กิจกรรมสร้างสรรค์สังคม

ระดับการศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจัดระดับการศึกษาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับประถมศึกษา (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 6) การศึกษาระดับนี้เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ ทักษะการคิดพื้นฐาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการเรียนรู้ทางสังคมและพื้นฐานความเป็นมนุษย์ การพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างสมบูรณ์และสมดุลทั้งทางด้านร่างกาย สติ ปัญญา อารมณ์ สังคม และวัฒนธรรม โดยเน้นจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

2. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตัว มีทักษะในการคิดวิจารณ์ญาณ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา มีทักษะในการดำเนินชีวิต มีทักษะการใช้เทคโนโลยีเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบต่อสังคม มี

ความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความดีงาม และมีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ

3. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) การศึกษาระดับนี้เน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน สนองตอบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน แต่ละคนทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำและผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่าง ๆ

การจัดเวลาเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มและกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้ตามความพร้อมและจุดเน้น โดยสามารถปรับให้เหมาะสมตามบริบทของสถานศึกษาและสภาพของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) ให้จัดเวลาเรียนเป็นรายภาค มีเวลาเรียนวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง คำนวณหน้าของรายวิชาเป็นหน่วยกิต ใช้เกณฑ์ 40 ชั่วโมงต่อภาคเรียน มีค่าน้ำหนักวิชาเท่ากับ 1 หน่วยกิต (นก.)

โครงสร้างเวลาเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดกรอบโครงสร้างเวลาเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างเวลาเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน			
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น		ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4 – 6
ภาษาไทย	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
คณิตศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน			
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น			ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4 – 6
วิทยาศาสตร์	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
สุขศึกษาและพลศึกษา	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ศิลปะ	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
การงานอาชีพและเทคโนโลยี	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	80 (2 นก.)	120 (3 นก.)
ภาษาต่างประเทศ	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	120 (3 นก.)	240 (6 นก.)
รวมเวลาเรียน (พื้นฐาน)	840 (21นก.)	840 (21นก.)	840 (21นก.)	1,560 (39 นก.)
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	120	120	120	360
รายวิชา/กิจกรรมที่สถานศึกษาจัดเพิ่มเติมตามความพร้อมและจุดเน้น	ปีละไม่เกิน 240 ชั่วโมง			ไม่น้อยกว่า 1,560 ชั่วโมง
รวมเวลาเรียนทั้งหมด	ไม่เกิน 1,200 ชั่วโมง/ปี			รวม 3 ปี ไม่น้อยกว่า 3,600 ชั่วโมง

การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนเป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน ในการพัฒนา

ผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายหลักสูตร ผู้สอนพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย

1. หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมองเน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม

2. กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้ แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ การเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียนควรมีบทบาท ดังนี้

3.1 บทบาทของผู้สอน

3.1.1 ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

3.1.2 กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนด้านความรู้และทักษะกระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1.3 ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย

3.1.4 จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้

3.1.5 จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.1.6 ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน

3.1.7 วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

3.2 บทบาทของผู้เรียน

3.2.1 กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

3.2.2 เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อความรู้ ตั้งคำถามคิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ

3.2.3 ลงมือปฏิบัติจริง สร้างสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเองและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3.2.4 มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

3.2.5 ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และสื่อขยายการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและลีลาการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน การจัดหาสื่อการเรียนรู้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเอง หรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัว เพื่อนำมาประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างเพียงพอ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษาเขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการดังนี้

1. จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้ และสื่อขยายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งในสถานศึกษาและในชุมชน เพื่อการศึกษาค้นคว้าและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก
2. จัดทำและจัดหาสื่อการเรียนรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอนรวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้
3. เลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลายสอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
4. ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ
5. ศึกษาค้นคว้าวิจัย เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. จัดให้มีการกำกับติดตามประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับสื่อและการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ ในการจัดทำ การเลือกใช้ และการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในสถานศึกษาควรคำนึงถึงหลักการสำคัญของสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสอดคล้องกับหลักสูตร จุดประสงค์ การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เนื้อหา มีความถูกต้องและทันสมัย ไม่กระทบความมั่นคงของชาติ ไม่ขัดต่อศีลธรรม มีการใช้ภาษาที่ ถูกต้องรูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินผลตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตาม มาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งเป็น เป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับ สถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการ พัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ

1. การประเมินระดับชั้นเรียน เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการ เรียนรู้ ผู้สอนดำเนินการเป็นปกติ และสม่ำเสมอในการจัดการเรียนการสอน ใช้เทคนิคการประเมิน อย่างหลากหลาย เช่น การซักถาม การสังเกต การตรวจการบ้าน การประเมิน โครงการ การประเมิน ชิ้นงาน/ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ ฯลฯ โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินเองหรือเปิด โอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน ในกรณีที่ไม่มีผ่าน ตัวชี้วัดให้มีการสอนซ่อมเสริม

2. การประเมินระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินที่สถานศึกษาดำเนินการเพื่อตัดสินผล การเรียนของผู้เรียนเป็นรายปี/รายภาค ผลการประเมินการอ่าน คณิตวิเคราะห์ และเขียนคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของ สถานศึกษาว่าส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายหรือไม่ ผู้เรียนมีจุดพัฒนาในด้านใด รวมทั้งสามารถนำผลการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับชาติ ผลการ ประเมินระดับสถานศึกษาจะเป็นข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการปรับปรุงนโยบาย หลักสูตร โครงการ หรือวิธีการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเพื่อการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของ สถานศึกษาตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษาและการรายงานผลการจัดการศึกษาต่อ คณะกรรมการสถานศึกษาสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้ปกครองและชุมชน

3. การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับเขตพื้นที่การศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา ตามภาระความรับผิดชอบ สามารถดำเนินการโดยประเมินคุณภาพผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานที่จัดทำและดำเนินการโดยเขตพื้นที่การศึกษา หรือด้วยความร่วมมือกับหน่วยงานต้นสังกัดในการดำเนินการจัดสอบ นอกจากนี้ยังได้จากการตรวจสอบทบทวนข้อมูลจากการประเมินระดับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

4. การประเมินระดับชาติ นับเป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชาติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้ารับการประเมิน ผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ ข้อมูลการประเมินในระดับต่าง ๆ ข้างต้นเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาในการตรวจสอบทบทวน พัฒนาคุณภาพผู้เรียน ถือเป็นภาระความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่จะต้องจัดระบบดูแลช่วยเหลือ ปรับปรุงแก้ไข ส่งเสริมสนับสนุน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคลที่จำแนกตามสภาพปัญหาและความต้องการ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนทั่วไป กลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาด้านวินัยและพฤติกรรม กลุ่มผู้เรียนที่ปฏิเสธโรงเรียน กลุ่มผู้เรียนที่มีปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม กลุ่มพิการทางร่างกายและสติปัญญา เป็นต้น ข้อมูลจากการประเมินจึงเป็นหัวใจของสถานศึกษาในการดำเนินการช่วยเหลือผู้เรียนได้ทันทั่วถึง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและประสบความสำเร็จในการเรียน สถานศึกษาในฐานะผู้รับผิดชอบจัดการศึกษา จะต้องจัดทำระเบียบว่าด้วยการวัดและประเมินผลการเรียนของสถานศึกษาให้สอดคล้องและเป็นไปตามหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติที่เป็นข้อกำหนดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายถือปฏิบัติร่วมกัน

เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา

1. การตัดสินผลการเรียน ในการตัดสินผลการเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้ การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนนั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงการพัฒนาผู้เรียนแต่ละคนเป็นหลัก และต้องเก็บข้อมูลของผู้เรียนทุกด้านอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องในแต่ละภาคเรียน รวมทั้งสอนซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาจนเต็มตามศักยภาพ การตัดสินผลการเรียนเป็นรายวิชาผู้เรียนต้องมีเวลาเรียนตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมดในรายวิชานั้น ๆ

1.1 ผู้เรียนต้องได้รับการประเมินทุกตัวชี้วัดและผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

1.2 ผู้เรียนต้องได้รับการตัดสินผลการเรียนทุกรายวิชา

1.3 ผู้เรียนต้องได้รับการประเมินและมีผลการประเมินผ่านตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนดในการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน การพิจารณาเลื่อนชั้นทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาถ้าผู้เรียนมีข้อบกพร่องเพียงเล็กน้อยและสถานศึกษาพิจารณาเห็นว่าสามารถพัฒนาและสอนซ่อมเสริมได้ ให้อยู่ในดุลพินิจของสถานศึกษาที่จะผ่อนผันให้เลื่อนชั้นได้ แต่หากผู้เรียนไม่ผ่านรายวิชาจำนวนมากและมีแนวโน้มว่าจะเป็นปัญหาต่อการเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น สถานศึกษาอาจตั้งคณะกรรมการพิจารณาให้เรียนซ้ำชั้นได้ ทั้งนี้ให้คำนึงถึงวุฒิภาวะและความรู้ ความสามารถของผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. การให้ระดับผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษา ในการตัดสินผลเพื่อให้ระดับผลการเรียนรายวิชาให้ใช้ตัวเลขแสดงระดับผลการเรียนเป็น 8 ระดับ การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์นั้นให้ระดับผลการประเมินเป็น ดีเยี่ยม ดี และผ่าน การประเมินกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนจะต้องพิจารณาทั้งเวลาการเข้าร่วมกิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรม และผลงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด และให้ผลการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นผ่านและไม่ผ่าน

3. การรายงานผลการเรียน การรายงานผลการเรียนเป็นการสื่อสารให้ผู้ปกครองและผู้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาต้องสรุปผลการประเมินและจัดทำเอกสารรายงานให้ผู้ปกครองทราบเป็นระยะ ๆ หรืออย่างน้อยภาคเรียนละ 1 ครั้ง การรายงาน

ผลการเรียนสามารถรายงานเป็นระดับคุณภาพการปฏิบัติของผู้เรียนที่สะท้อนมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้

4. เกณฑ์การจบ

4.1 ผู้เรียนเรียนรายวิชาพื้นฐานและเพิ่มเติมไม่น้อยกว่า 81 หน่วยกิต โดยเป็นรายวิชา พื้นฐาน 39 หน่วยกิต และรายวิชาเพิ่มเติมตามที่สถานศึกษากำหนด

4.2 ผู้เรียนต้องได้หน่วยกิตตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 77 หน่วยกิต โดยเป็นรายวิชา พื้นฐาน 39 หน่วยกิต และรายวิชาเพิ่มเติมไม่น้อยกว่า 38 หน่วยกิต

4.3 ผู้เรียนมีผลการประเมิน การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนในระดับผ่านเกณฑ์การ ประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด

4.4 ผู้เรียนมีผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในระดับผ่านเกณฑ์การประเมิน ตามที่สถานศึกษากำหนด

4.5 ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนและมีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ การประเมิน ตามที่สถานศึกษากำหนด สำหรับการจบการศึกษาสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ เช่น การศึกษาเฉพาะ ทางการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ การศึกษาทางเลือก การศึกษาสำหรับผู้ด้อยโอกาส การศึกษาตามอัธยาศัยให้คณะกรรมการสถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องดำเนินการ วัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักเกณฑ์ในแนวปฏิบัติการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ของ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สรุปได้ว่าเป็น หลักสูตรที่มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็น ไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ การศึกษาตลอดชีวิต จึงกำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยจัด แบ่งเป็น 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ โดย จัดระดับการศึกษาเป็น 3 ระดับ คือ ระดับประถมศึกษา (ป.1-6) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1-3) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-6) เพื่อให้เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน ทำให้ผู้ศึกษาเข้าใจ

ถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เพื่อนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกใช้วิธีสอน เทคนิคการ สอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551) ได้กำหนดความสำคัญ สาระหลัก สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและ สถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สาระหลัก

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่าง ต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวน จริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับ จำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
2. การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัด ระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และ การนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
3. เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิก ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

4. พีชคณิต : แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรม เลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนีกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้วงเวียนและเส้นตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎี บทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์ หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ มีความสามารถในการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ทำให้ผู้ศึกษาได้ทราบถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพของผู้เรียน

การสอนแบบอุปนัย

ในการศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนแบบอุปนัยนั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบการคิดอุปนัย ความหมายของการสอนแบบอุปนัย วัตถุประสงค์ของการสอนแบบอุปนัย ขั้นตอนการสอนแบบอุปนัย ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบการคิดอุปนัย

ทิสนา เขมณี (2555) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัยว่าเป็นรูปแบบที่จอยส์และวิล (Joyce & Weil) พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดของทาบ่า (Taba) ซึ่งเชื่อว่าการคิดเป็นสิ่งที่สอนได้ การคิดเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับข้อมูล และกระบวนการนี้มีลำดับขั้นตอนดังเช่นการคิดอุปนัย จะต้องเริ่มจากการสร้างความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ก่อน แล้วจึงถึงขั้นการตีความข้อมูลและสรุป ต่อไปจึงนำข้อสรุปหรือหลักการที่ได้ไปประยุกต์ใช้ รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาการคิดแบบอุปนัยของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดดังกล่าวในการสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบนี้จะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 ให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่จะศึกษาและเขียนรายการสิ่งที่สังเกตเห็น หรืออาจใช้วิธีอื่น ๆ เช่น ตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องได้รายการของสิ่งต่าง ๆ ที่ใช่หรือไม่ใช่ตัวแทนของมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

1.2 จากรายการของสิ่งที่เป็นตัวแทนและไม่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้น ให้ผู้เรียนจัดหมวดหมู่ของสิ่งเหล่านั้น โดยการกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ซึ่งก็คือคุณสมบัติที่เหมือนกันของสิ่งเหล่านั้น ผู้เรียนจะจัดสิ่งที่มีคุณสมบัติเหมือนกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน

1.3 ตั้งชื่อหมวดหมู่ที่จัดขึ้น ผู้เรียนจะต้องพิจารณาว่าอะไรเป็นหัวข้อใหญ่ อะไรเป็นหัวข้อย่อย และตั้งชื่อหัวข้อให้เหมาะสม

ขั้นที่ 2 การตีความและสรุปข้อมูล ประกอบด้วย 3 ขั้นย่อย ดังนี้

2.1 ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและตีความข้อมูลเพื่อให้เข้าใจข้อมูลและเห็นความสัมพันธ์ที่สำคัญ ๆ ของข้อมูล

2.2 ตำรวจความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์ในลักษณะของเหตุและผล ความสัมพันธ์ของข้อมูลในหมวดนี้กับข้อมูลในหมวดอื่น จนสามารถอธิบายได้ว่าข้อมูลต่าง ๆ สัมพันธ์กันอย่างไรและด้วยเหตุผลใด

2.3 สรุปอ้างอิง เมื่อค้นพบความสัมพันธ์หรือหลักการแล้ว ให้ผู้เรียนสรุปอ้างอิงโดยโยงสิ่งที่ค้นพบไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การประยุกต์ใช้ข้อสรุปหรือหลักการ

3.1 นำข้อสรุปมาใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ และฝึกตั้งสมมติฐาน

3.2 อธิบายให้เหตุผลและข้อมูลสนับสนุนการทำนายและสมมติฐานของตน

3.3 พิสูจน์ ทดสอบ การทำนายและสมมติฐานของตน

ความหมายของการสอนแบบอุปนัย

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า วิธีสอนแบบอุปนัย หมายถึง วิธีจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการศึกษารายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์หรือส่วนรวม เป็นการสอนจากตัวอย่างไปหากฎเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป โดยให้ผู้เรียนทำการศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบ แล้วพิจารณาค้นหาองค์ประกอบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

วิณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม (2553) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า การสอนแบบอุปนัย เป็นการสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์ การสอนแบบ

นี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักค้นหาข้อเท็จจริงและหลักการต่าง ๆ จากการสังเกตตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน

สุदारตัน หมิ่น ไชสง (2553) ได้สรุปความหมายของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า วิธีสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีสอนที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม หรือสอนจากตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบ คิดพิจารณาค้นหาลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อนำมาเป็นข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์

ทิสนา เขมมณี (2555) ได้กล่าวถึงความหมายของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย คือ กระบวนการสอนที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียน มาให้ผู้เรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการหรือแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย หมายถึง กระบวนการเรียนรู้จากส่วนย่อยไปส่วนใหญ่ โดยผู้เรียนสังเกต ศึกษา เปรียบเทียบหรือวิเคราะห์จากตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่แฝงมโนทัศน์ จนสามารถสรุปมโนทัศน์ที่ค้นพบด้วยตนเอง

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนแบบอุปนัย เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากส่วนย่อย ๆ โดยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้ผู้เรียนได้สังเกต ศึกษา วิเคราะห์ จนสามารถค้นหารูปแบบและสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการ ซึ่งเป็นความคิดรวบยอดที่ค้นพบได้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์ของการสอนแบบอุปนัย

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบอุปนัย สรุปได้ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์หรือความจริงที่สำคัญ ๆ ด้วยตนเอง
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจอย่างมีความหมายและสร้างความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ อย่างชัดเจน
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

สุดารัตน์ หมั่นไธสง (2553) ได้สรุปวัตถุประสงค์ของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสังเกตความแตกต่างแล้วสรุปความคล้ายคลึงขององค์ประกอบในตัวอย่าง เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือข้อสรุป เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถค้นคว้า สรุปกฎหลักการสมบัติต่าง ๆ หรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง ทำให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการหรือกฎเกณฑ์เหล่านั้นอย่างแจ่มแจ้งและจดจำได้นาน

ทิสนา เขมมณี (2555) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ แนวคิด หรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ

ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง (2556) ได้สรุปวัตถุประสงค์ของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ มโนทัศน์จากการวิเคราะห์ด้วยตนเองจนมีความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้

สรุปได้ว่า การสอนแบบอุปนัยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างความเข้าใจและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของความคิด จนสามารถค้นพบและสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ ได้ด้วยตนเอง ทำให้มีความเข้าใจในหลักการหรือกฎเกณฑ์นั้น ๆ ได้อย่างแจ่มแจ้งและจดจำได้นาน

ขั้นตอนการสอนแบบอุปนัย

การเรียนการสอนแบบอุปนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการค้นหารูปแบบหรือข้อสรุปจากตัวอย่าง ซึ่งการสอนแบบอุปนัยมีลำดับขั้นตอนแตกต่างไปจากการสอนแบบอื่น ๆ โดยได้มีผู้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคะนอง (2546) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การอุปนัยไว้ดังนี้

1. ขั้นการรับงาน เป็นขั้นที่ผู้สอนมอบหมายงานให้ผู้เรียน ซึ่งลักษณะของงานที่ให้ผู้เรียนควรเป็นงานที่จัดประเภทหรือค้นหาลักษณะเฉพาะ
2. ขั้นการทำงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือทำงานด้วยตัวเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมสิ่งแวดล้อม และคอยให้คำแนะนำ

3. ขั้นไตร่ตรองเกี่ยวกับงาน เป็นขั้นของการคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำอธิบาย ในขั้นนี้ผู้สอนจะถามคำถามกระตุ้นความคิด และเพิ่มเติมคำอธิบายของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น
4. ขั้นการอ้างอิงผล เป็นขั้นที่ผู้เรียนควรบอกได้ว่าลักษณะของสิ่งที่เรียนคืออะไร เรียกว่าอะไร
5. ขั้นสรุป เป็นขั้นการสรุปสิ่งที่ได้ในการเรียนให้เป็นกฎเกณฑ์หรือข้อสรุป
6. ขั้นการพิสูจน์ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนใช้กฎเกณฑ์หรือข้อสรุปที่สรุปได้มาทดสอบกับตัวอย่างว่าเป็นจริงตามข้อสรุปหรือไม่
7. ขั้นการปรับ เป็นขั้นการปรับกฎเกณฑ์หรือข้อสรุปหากการพิสูจน์ไม่เป็นไปตามขั้นการสรุป การปรับจะทำให้กฎเกณฑ์หรือข้อสรุปถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมตัวผู้เรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม กำหนดจุดมุ่งหมายและอธิบายความมุ่งหมายของการเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจน
 2. ขั้นสอนหรือขั้นแสดง เป็นการเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้พิจารณา เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์ได้ การเสนอตัวอย่างควรเสนอหลาย ๆ อย่างให้มากพอที่ผู้เรียนจะสามารถสรุปกฎเกณฑ์ได้ ไม่ควรเสนอเพียงตัวอย่างเดียว
 3. ขั้นเปรียบเทียบและรวบรวม เป็นขั้นหาลักษณะประกอบรวม โดยให้ผู้เรียนพิจารณาความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่าง เพื่อเตรียมสรุปกฎเกณฑ์ ในขั้นนี้ผู้สอนไม่ควรเร่งเร้าผู้เรียนจนเกินไป
 4. ขั้นสรุป เป็นการนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่าง โดยนำมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตร ด้วยตัวผู้เรียนเอง
 5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือข้อสรุปที่ได้ทำมาแล้วว่าสามารถที่จะนำไปใช้ในปัญหาหรือแบบฝึกหัดอื่น ๆ ได้หรือไม่
- เบญจวรรณ กี่สุขพันธ์ (2551) อ้างถึงใน วิद्या ประชากุล และประสาธ เนิองเฉลิม, 2553) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบอุปนัย ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้
- ขั้นที่ 1 การเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับที่จะรับความรู้ใหม่ที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 การสอน ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ตัวอย่างแก่ผู้เรียนจำนวนหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่ผู้เรียนจะสังเกต พิจารณา และหาข้อสรุปจากตัวอย่างนั้น ๆ ได้ นอกจากการให้ตัวอย่างแล้วผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนสังเกตจากการทดลองด้วยตนเองก็ได้

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้จากการพิจารณาสังเกตตัวอย่างต่าง ๆ หรือจากการทดลองมาวิเคราะห์ แยกแยะข้อแตกต่าง เพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ของรายละเอียดในส่วนที่เหมือนกัน เพื่อนำไปสู่การสรุป การให้คำนิยามและการตั้งเป็นกฎเกณฑ์

ขั้นที่ 4 การสรุป ขั้นนี้เป็นการสรุปจากตัวอย่างต่าง ๆ หรือการทดลองมาเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หรือสูตร

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในกฎเกณฑ์หรือขั้นที่สรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้หรือไม่

กล่าวโดยสรุปได้ว่าขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นเตรียมการ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม
2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นการเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณา
3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นให้ผู้เรียนสังเกต เพื่อค้นหาและรวบรวมองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกันจากตัวอย่าง
4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปหลักการ กฎ นิยาม หรือสูตรจากตัวอย่างด้วยตนเอง
5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำหลักการ กฎ นิยามหรือสูตรเหล่านั้นไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัย

ไสว พักขาว (2544 อ้างถึงใน วันทนีย์ กะตะศิลา, 2554) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนจะได้ฝึกความรอบคอบในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ได้
2. ผู้เรียนได้สรุปความรู้เป็นกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง
3. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนอย่างแจ่มแจ้งและจำได้ เพราะเป็นสิ่งที่คิดเองจนเกิดความเข้าใจและสรุปได้ด้วยตนเอง

ข้อจำกัด

1. ไม่เหมาะกับวิชาทางด้านศิลปะที่เน้นด้านสุนทรียภาพ
2. ใช้เวลามาก
3. ไม่เหมาะกับเนื้อหาที่เข้าใจยากเพราะผู้เรียนอาจสรุปกฎเกณฑ์เองไม่ได้
4. ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคที่จะนำมาเสริมให้ผู้เรียนสรุปความรู้เองได้ ไม่เช่นนั้นการสอนจะไม่ได้ผล ครูจะต้องเป็นฝ่ายบอกความรู้เอง

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจนและจำได้นาน
2. ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ตามหลักตรรกศาสตร์และหลักวิทยาศาสตร์
3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและรู้จักวิธีการทำงานที่ถูกต้อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. ไม่เหมาะสมที่จะสอนวิชาที่มีคุณค่าทางสุนทรียะ
3. ผู้สอนต้องเข้าใจในเทคนิควิธีสอนแบบนี้อย่างดีจึงจะได้ผลสัมฤทธิ์ในการสอน เพราะผู้สอนต้องจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรที่เรียน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่างสังเกต
2. นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดีและจำได้นาน
3. ทำให้นักเรียนคิดหาเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ
4. นักเรียนมีความมั่นใจ รู้จักคิดค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

ข้อจำกัด

1. อาจทำให้เสียเวลา
2. ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจจึงจะสอนได้ดี และสามารถนำวิธีการอื่นมาใช้ประกอบอย่าง

ถูกต้อง

3. ครูต้องวางแผนและเตรียมการสอนอย่างดี
 4. การดำเนินการสอนถ้าจัดขั้นตอนไม่ถูกต้องสัมพันธ์กันอาจทำให้นักเรียนไขว้เขวได้
- ทศนา แคมมณี (2555) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และกระบวนการ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของหลักการ/แนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ
3. เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอาจไม่เกิดผลที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสอนแบบอุปนัยมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งข้อดีของการสอนแบบอุปนัย คือ เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบกฎเกณฑ์หรือหลักการได้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถเข้าใจสิ่งที่เรียนได้อย่างชัดเจน จดจำได้นาน และนำไปใช้ประโยชน์หรือประยุกต์ใช้ได้ ส่วนข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัย คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก หากผู้เรียนขาดทักษะการคิด อาจทำให้ไม่เกิดผล และครูผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างเป็นอย่างดี ซึ่งถ้าตัวอย่างไม่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรที่เรียน อาจส่งผลให้ผู้เรียนไขว้เขวได้

ความคิดรวบยอด

ในการศึกษาความคิดรวบยอดนั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับความหมายของความคิดรวบยอด ประเภทของความคิดรวบยอด ความสำคัญของความคิดรวบยอด กระบวนการเกิดความคิดรวบยอด หลักการสอนความคิดรวบยอด และความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความหมายของความคิดรวบยอด

ความคิดรวบยอด มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Concept” ซึ่งอาจมีชื่อเรียกได้หลายชื่อ เช่น สังกัป มโนภาพ มโนทัศน์ มโนคติ ความคิดรวบยอดเป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมและเป็นกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นภายในสมอง ซึ่งมีผู้ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

มาลี จูทา (2542) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความเข้าใจในลักษณะของสิ่งเร้า และสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าได้

โสรดา ไชยชนะ (2549) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปรวมของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่จะทำให้นักเรียนสามารถจับบอกลักษณะแล้วจัดเข้าเป็นพวก โดยอาศัยลักษณะร่วมบางประการ สิ่งเร้าเหล่านั้นอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ลักษณะร่วมของสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือของเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เคยเกิดขึ้นหลาย ๆ ครั้ง หรือมีสิ่งเหล่านั้นหลาย ๆ อย่าง

ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดรวบยอดเป็นผลสรุปจากการรับรู้ของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปเป็นแบบอันเดียวกัน

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง คำจำกัดความ ความหมาย หรือแนวความคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะร่วมของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ และความคิดที่เป็นผลจากประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่

วรรณพร ทสะสังคินทร์ (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ลักษณะ ร่วมของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเมื่อมีความคิดรวบยอดแล้วก็จะสามารถระบุได้ว่าสิ่งใดที่มีความสัมพันธ์หรือไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดนั้น

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอด หมายถึง ความคิดความเข้าใจในขั้นสุดท้ายของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยลักษณะร่วมบางประการมาประมวลเข้าด้วยกัน ให้เป็นข้อสรุป อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ถือเป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่จะทำให้บุคคลสามารถแยกแยะสิ่งเร้าได้

ประเภทของความคิดรวบยอด

มาลี จุฑา (2542) ได้แบ่งความคิดรวบยอดเป็น 2 ประเภท คือ

1. ความคิดรวบยอดที่ง่าย ๆ (Simple Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่เด่นในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น การบวก เป็นคุณลักษณะที่เด่นในเรื่องการเพิ่มจำนวนหรือปริมาณให้มากขึ้น เป็นต้น

2. ความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน (Complex Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่เด่นมากกว่า 1 ด้านขึ้นไป แบ่งเป็น 3 ประเภทย่อย คือ

2.1 ความคิดรวบยอดเชื่อมต่อกัน (Conjunctive Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่เด่น ๆ มาเชื่อมต่อกัน เช่น ความคิดรวบยอดในเรื่องที่ตั้งของประเทศไทยซึ่งระบุทั้งเส้นรุ้งและเส้นแวง เป็นต้น

2.2 ความคิดรวบยอดที่ไม่เชื่อมต่อกัน (Disjunctive Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่มีคุณลักษณะตรงข้ามกัน เช่น ความคิดรวบยอดในเรื่องบรรพบุรุษของชนชาวไทย แนวคิดหนึ่งระบุ

ว่าอพยพมาจากเทือกเขาอัลไตทางตอนใต้ของจีน แต่อีกแนวคิดหนึ่งระบุว่ามัตถิณิกามีถิ่นกำเนิด ณ บริเวณดินแดนที่ประเทศไทยตั้งอยู่ในปัจจุบัน เป็นต้น

2.3 ความคิดรวบยอดชนิดสัมพันธ์ (Relative Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่ต้องใช้ความสัมพันธ์ของลักษณะเด่นของสิ่งเร้ามากกว่า 2 สิ่งขึ้นไป เช่น ความคิดรวบยอดชนิดสัมพันธ์ในเรื่องรถไฟ กระแสน้ำ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

เดล มาร์ (1971 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2553) ได้จำแนกความคิดรวบยอดเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ความคิดรวบยอดที่มีลักษณะร่วมกัน (Superordinate Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่แทนคุณลักษณะร่วมระหว่างสิ่งของ เช่น เด็กที่จัดกลุ่มมะม่วง ขนุน กัลยง แอปเปิ้ลเข้าด้วยกันภายใต้ชื่อรวม ๆ ว่า “ผลไม้” เป็นต้น

2. ความคิดรวบยอดที่เป็นเชิงสัมพันธ์ (Relational Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่อาศัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนประกอบของกลุ่ม เป็นลักษณะของการจัดกลุ่ม เช่น เด็กนักเรียนชายและหญิง ไม่จืดไฟและบุหรี เป็นต้น

3. ความคิดรวบยอดที่เป็นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่วางอยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้ เช่น กลุ่มที่จัดสัตว์สี่เท้าเข้าด้วยกัน

ความสำคัญของความคิดรวบยอด

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523 อ้างถึงใน สันติ อิทธิพลนาวกุล, 2550) กล่าวถึงความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

1. ช่วยลดความซ้ำซ้อนของสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่มากมายในโลกลี้จัดรวมเข้าเป็นพวกเป็นกลุ่มได้ เพราะมนุษย์ไม่มีความสามารถที่จะไปจดจำรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในโลกได้
2. ความคิดรวบยอดช่วยแบ่งแยกประเภท กำหนดชื่อสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว
3. เชื่อมโยงความรู้หรือความคิดเดิมกับความคิดรวบยอดใหม่ได้ ถ้าความคิดรวบยอดเดิมแจ่มชัดและถูกต้องจะช่วยให้การเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่สะดวกง่ายขึ้น
4. เป็นตัวกำหนดความยากง่ายของเนื้อหาแก่ผู้เรียน

5. ความคิดรวบยอดช่วยให้มนุษย์รู้จักกำหนดวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ เพราะสามารถแบ่งแยกและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ แล้วพิจารณาหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

โศรดา ไชยชนะ (2549) ได้สรุปความสำคัญของความคิดรวบยอดไว้ว่า ความคิดรวบยอดช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย ความคิดรวบยอดลดเวลาในการเรียนรู้ เพราะมนุษย์ใช้ความคิดรวบยอดในการจัดแบ่งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ทำให้เกิดความเข้าใจ สามารถสื่อความหมายได้ง่ายขึ้นและตรงกัน

สมนึก กัททิษณี (2551) ได้กล่าวถึงคุณค่าของความคิดรวบยอดไว้ว่า

1. เมื่อไปพบปัญหาใหม่ทำนองนั้นเข้าอีกก็ไม่ต้องเสียเวลาไปศึกษาค้นคว้ากันใหม่
2. ช่วยให้เข้าใจสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นได้ง่ายและชัดเจนขึ้น
3. ถ้าใครจับหลักการของเรื่องใดได้แล้ว ก็สามารถวางแผนหรือโครงการของเรื่องนั้นได้ง่ายและถูกต้องมากขึ้น
4. เสริมสร้างความคิดให้เป็นคนมีเหตุผล หากมีความคิดรวบยอดในวิชาการใด ๆ ก็ตาม จะช่วยให้ผู้นั้นแก้ปัญหา คาดการณ์ จัดอันดับความสำคัญและความสัมพันธ์ของเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลมากขึ้น

5. ความคิดรวบยอดทำให้เกิดการรู้จริง การรู้แจ้งเห็นจริงทำให้เกิดความเชื่อและความมั่นใจ ส่งผลให้ผู้นั้นประพฤติปฏิบัติตามหลักวิชา เป็นคนมีจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ เป็นคนมีแก่นสาร มีเจตคติที่พึงปรารถนาของสังคมหรือของประเทศชาติ

กล่าวโดยสรุปคือ ความคิดรวบยอดมีความสำคัญในการลดความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ ช่วยแบ่งแยกประเภทสิ่งที่อยู่รอบตัว ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นและลดระยะเวลาในการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดทำให้มนุษย์เป็นคนมีเหตุผลสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

กระบวนการเกิดความคิดรวบยอด

เดอ เซกโก (1968 อ้างถึงใน มาลี จุฑา, 2542) ได้กล่าวถึงกระบวนการเกิดความคิดรวบยอดว่ามีขั้นตอนดังนี้

1. การสัมผัส (Sensation) ผู้เรียนอาจเกิดความคิดรวบยอดได้เมื่อได้สัมผัสสิ่งเร้า โดยใช้อวัยวะรับสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น ตาหู ฟัง ลิ้นชิมรส จมูกดม และผิวหนังสัมผัสในสิ่งเร้านั้น ๆ เป็นต้น
2. การรับรู้ (Perception) เมื่อผู้เรียนได้สัมผัสในสิ่งเร้าแล้วย่อมมีการแปลความหมายในสิ่งที่สัมผัสนั้น เพื่อจะได้เกิดความคิดรวบยอดขึ้น
3. การจำ (Remember) หลังจากที่ผู้เรียนได้สัมผัสในสิ่งเร้าแล้ว ย่อมจะจำสิ่งเร้านั้นได้ว่ามีลักษณะอย่างไร
4. การคิดหาเหตุผล (Discrimination) เมื่อผู้เรียนจำสิ่งเร้าได้ ย่อมจะพินิจพิจารณาและคิดหาเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น ๆ ว่าอะไร ทำไม และอย่างไร
5. การสรุปรวบยอด (Generalization) หลังจากที่ผู้เรียนพินิจพิจารณาและคิดหาเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นแล้ว ก็จะเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจในสิ่งเร้านั้น ๆ เรียกว่าเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น ๆ

ออสบูเพลและซัลลิเวน (1970 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2553) ได้สรุปกระบวนการเกิดความคิดรวบยอดไว้ว่า

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการสิ่งเร้า
2. ตั้งสมมุติฐานโดยพิจารณาลักษณะร่วมของส่วนย่อย
3. ทดสอบสมมุติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ
4. เลือกข้อสมมุติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการรวมกันได้
5. หาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวความคิด
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างความคิดรวบยอดที่รับมาใหม่กับความคิดรวบยอดเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน
7. สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของความคิดรวบยอดใหม่ให้ครอบคลุมยังส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม

8. หาสัญลักษณ์ทางภาษาเป็นความคิดรวบยอดที่รับมาใหม่

จากกระบวนการเกิดความคิดรวบยอดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเกิดความคิดรวบยอดเป็นกระบวนการของจิตใจที่ประกอบไปด้วยการรับรู้ ความจำ การคิดหาเหตุผล การจัดระเบียบของความคิดให้เป็นหมวดหมู่ และสรุปเป็นความคิดรวบยอด

หลักการสอนความคิดรวบยอด

เคลาส์ไมเออร์และริปเปิล (1971 อ้างถึงใน มาลี จูฑา, 2542) ได้เสนอวิธีสอนให้เกิดความคิดรวบยอด คือ

1. การเน้นลักษณะของความคิดรวบยอดทั้งลักษณะเฉพาะที่เด่น ๆ รวมทั้งคุณค่าของสิ่งเรานั้น ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดได้ง่ายขึ้น
2. การใช้ถ้อยคำที่เหมาะสม ครูจำเป็นต้องใช้และให้ผู้เรียนใช้ถ้อยคำที่ถูกต้องและเหมาะสมกับความหมายของสิ่งเรานั้น ๆ
3. การชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของความคิดรวบยอดในสิ่งเรานั้น ๆ การสอนความคิดรวบยอดจะได้ผลดีเมื่อครูได้สร้างความรู้พื้นฐานให้ผู้เรียนได้ทราบถึงโครงสร้าง หรือคำจำกัดความ หรือหลักการของสิ่งเรานั้น ๆ ก่อน
4. การพิจารณาจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง การสอนความคิดรวบยอดจะประสบความสำเร็จได้เมื่อครูได้ยกตัวอย่างของสิ่งเร้าที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน และตัวอย่างของสิ่งเร้าที่ตรงกันข้ามตามลำดับ
5. การมอบหมายให้ผู้เรียนค้นคว้าด้วยตนเอง ครูจะต้องจูงใจให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจในสิ่งเรานั้น ๆ ดียิ่งขึ้น
6. การนำไปใช้ประโยชน์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมหรือแบบฝึกหัด เพื่อฝึกทักษะของผู้เรียน ตลอดจนให้สามารถนำความคิดรวบยอดในเรื่องหนึ่ง ๆ ไปสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ด้วย
7. การวัดและประเมินผล ครูจะต้องวัดและประเมินผลว่าผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสิ่งเร้านั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกต้องจะต้องเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป

วิชย์ วงษ์ใหญ่ (2532 อ้างถึงใน มาลี จูฑา, 2542) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนความคิดรวบยอดไว้ดังนี้

1. การให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง (Data or Fact) ครูจะเป็นผู้ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนรับรู้และคิดถึงสาระที่แท้จริงของข้อมูล เพื่อจะนำไปสู่การสังเคราะห์เป็นความรู้ความเข้าใจต่อไป
2. การสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ครูจะต้องจงใจให้ผู้เรียนพินิจพิจารณาที่สิ่งเร้า เช่น ลักษณะร่วม คุณสมบัติ ประเภทและชนิดของสิ่งเร้า เพื่อให้เกิดเป็นความคิดรวบยอดขึ้น
3. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด (Generalization) ครูจะต้องจงใจให้ผู้เรียนสามารถนำความคิดรวบยอดในสิ่งเร้าต่าง ๆ มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าต่าง ๆ เหล่านั้น เพื่อเป็นแนวทางในการสรุปเป็นหลักการหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น
4. การสร้างหลักการ (Principles) ครูจะเป็นผู้กำหนดหรือจงใจให้ผู้เรียนนำความคิดรวบยอดที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา สร้างสรรค์ และนำหลักการที่ได้นี้ไปตั้งสมมติฐาน เพื่อแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไป

เดอ เซลโก (1974 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2553) ได้แนะนำวิธีการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดไว้ 9 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ครูตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าผู้เรียนควรจะแสดงพฤติกรรมอะไรบ้างหลังจากที่ได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดนั้นไปแล้ว
2. ลดจำนวนคุณลักษณะในความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน แล้วเน้นคุณลักษณะที่สำคัญให้ชัดเจน
3. ครูควรจะได้อธิบายด้วยคำพูดที่เป็นประโยชน์ เพราะการให้ผู้เรียนเห็นถึงการเรียนรู้ในการใช้คำพูดและความคิดรวบยอดว่าจะแสดงออกได้อย่างไร จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นและเข้าใจความคิดรวบยอดนั้น
4. การแสดงตัวอย่างความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันให้แก่ผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนจำแนกความแตกต่างและสรุปเป็นความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

5. เสนอตัวอย่างแต่ละตัวอย่างในเวลาใกล้เคียงกันหรือพร้อมกัน เพราะการรับรู้ในลักษณะใกล้เคียงกันหรือพร้อมกันจะทำให้ได้ผลดีกว่าวิธีการอื่น ๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่จำเป็นต้องอาศัยความจำในตัวอย่างเก่า ๆ

6. การเสนอตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน แล้วให้ผู้เรียนได้คิดว่าเป็นความคิดรวบยอดของสิ่งเรานั้นหรือไม่ เป็นการสอนโดยเน้นการสรุปความคิดทั่วไปและดูความสามารถของผู้เรียนในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

7. การทดสอบการเรียนรู้ความคิดรวบยอดของผู้เรียน โดยการนำตัวอย่างใหม่ของความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันมาสอบถามผู้เรียน

8. ให้ผู้เรียนให้คำนิยามหรือคำจำกัดความของความคิดรวบยอดนั้น

9. ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนองและครูควรให้การเสริมแรงในการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียน

กลอสไมเออร์และเฟรเซอร์ (ม.ป.ป. อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553) ได้แบ่งการสอนความคิดรวบยอดออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การสอนความคิดรวบยอดขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน มีขั้นตอนดังนี้

1.1 แสดงตัวอย่างซึ่งอาจจะเป็นของจริงหรือรูปภาพ พร้อมกับมีของที่เหมือนกับตัวอย่างไว้หลาย ๆ อย่าง

1.2 ในขณะที่แสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนครูต้องบอกชื่อความคิดรวบยอดไปพร้อมกับตัวอย่าง

1.3 ครูจะต้องบอกข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด

1.4 ครูควรที่จะแสดงตัวอย่างที่มีขนาดต่างไปหรือมีสีต่างไปให้นักเรียนดู

1.5 ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องสอนนักเรียนซ้ำตั้งแต่ขั้น 1 ถึงขั้น 4 ก็ควรจะทำเพื่อความแน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอด

2. การสอนความคิดรวบยอดประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้น มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ครูยกตัวอย่างความคิดรวบยอดที่ต้องการเสนอพร้อมกับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

2.2 ช่วยหรือแนะนำให้นักเรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมาน เพื่อหาคุณลักษณะพิเศษ

2.3 ลองให้นักเรียนให้คำจำกัดความด้วยตนเอง

3. การสอนความคิดรวบยอดขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความสนใจและใส่ใจในความคิดรวบยอดที่จะเรียนรู้ โดยบอกชื่อความคิดรวบยอดที่จะเรียน

3.2 ให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดที่จะให้นักเรียนเรียนรู้

3.3 ช่วยนักเรียนให้ใช้ความคิด โดยการตั้งคำถามที่สามารถบอกความคิดรวบยอดที่กำลังเรียนรู้

3.4 ช่วยผู้เรียนให้จำกัดความของความคิดรวบยอดและคุณลักษณะที่สำคัญ โดยคำพูดของนักเรียนเอง ในขั้นนี้ครูควรตั้งความคาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถรวมคุณลักษณะทั้งหมดไว้ในคำจำกัดความได้

3.5 ครูควรพยายามให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความคิดรวบยอดที่เรียนรู้แล้วในการแก้ปัญหาต่อไป

3.6 ครูควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนให้มานั้นถูกหรือผิด

จากหลักการสอนความคิดรวบยอดที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า วิธีสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและกำหนดลักษณะของสิ่งเร้าหรือบทเรียนให้ชัดเจน เสนอตัวอย่างที่ชัดเจนพร้อมกับการอธิบายด้วยคำพูดที่ง่ายต่อการเข้าใจในความคิดรวบยอดนั้น ๆ จากนั้นให้ผู้เรียนได้สรุปเป็นหลักการ โดยครูเป็นผู้วัดผลและประเมินผล

ความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความหมายของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ได้มีผู้ที่ให้ความหมายไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคะนอง (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เช่น ความคิดรวบยอดของการเท่ากัน ความคิดรวบยอดของการเป็นสับเซต ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะของสามเหลี่ยม เป็นต้น

สันติ อธิพิณาวากุล (2550) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายที่เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความที่ระบุลักษณะร่วมหรือลักษณะเฉพาะ

ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วส่งผลให้สามารถแยกประเภทหรือจัดให้อยู่ในประเภทเดียวกัน ตลอดจนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

Deans (ม.ป.ป. อ้างถึงใน ชนิกา ดวงจักร์, 2554) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์ หมายถึง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 อย่าง คือ

1. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ เกี่ยวข้องกับการจัดประเภทของจำนวน ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน และการใช้สัญลักษณ์แทนจำนวน
2. ความคิดรวบยอดทางสัญกรณ์ เกี่ยวข้องกับข้อตกลงในการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความหมายและสมบัติของจำนวน
3. ความคิดรวบยอดในการประยุกต์ เป็นการใช้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ กับความคิดรวบยอดทางสัญกรณ์ไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ความยาว พื้นที่ ปริมาตร เป็นต้น

วรรณพร ทสะสังคินทร์ (2556) ได้สรุปความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ กฎหรือนิยาม ซึ่งสรุปได้จากการเรียนรู้ โดยสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นนิยาม กฎ สูตร ทฤษฎีบท หรือขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Wilson (1971 อ้างถึงใน นันทพร ระกาคดี, 2551) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวความคิดของบลูม (Bloom Taxonomy) ไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. การคิดคำนวณด้านความรู้ความจำ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุดแบ่งเป็น 3 ชั้น

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithm) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะเป็นมโนคติ เป็นธรรมชาติที่ประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหมายหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปผลอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principle, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นการวิเคราะห์ได้

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบปัญหาจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง (Ability to Transform Problem Element From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่คำนึงถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms)

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางด้านสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างการเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่มียาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งเป็นปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยก

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยหรือเคยกระทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ที่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้เป็นที่ทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และพิสูจน์ว่าใช้เป็นที่ทั่วไปได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านสติปัญญาของนักเรียนแต่ละบุคคลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยประเมินจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ณยศ สงวนสิน (2546) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า มีปัจจัยและองค์ประกอบทั้งทางตรง คือ ตัวนักเรียน และทางอ้อม ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางสังคม ครอบครัว ตัวครู และรวมถึงการสอนของครู

Prescott (1961 อ้างถึงใน นันทพร ระภักดี, 2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกาย และบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ นักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตน ได้แก่ ปัญหาการปรับตน การแสดงออกทางอารมณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีอยู่ 2 ทาง ได้แก่ ทางตรง คือ ตัวนักเรียนเองในด้านสติปัญญา สุขภาพ ร่างกาย ความสนใจ รวมทั้งเจตคติต่อการเรียน และทางอ้อม คือ ครอบครัว ห้องเรียน สังคม วัฒนธรรม การบริหารจัดการของโรงเรียน ครู สื่อการสอน วิธีการสอนของครู รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้นทั้งในและนอกห้องเรียน

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Rawat and Gupta (1970 อ้างถึงใน นิคล ไชยช่วย, 2549) กล่าวว่า สาเหตุของการสอบตก และออกจากโรงเรียนของนักเรียนมาจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกลงในการมีส่วนร่วมที่โรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาของบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้น เพราะระบบการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก อพยพย้ายถิ่นที่อยู่

นิคล ไชยช่วย (2549) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์จะมีลักษณะดังนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75 ถึง 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้อ่อนกว่านักเรียนคนอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการเรียนต่ำ
4. จำหลักเกณฑ์หรือความคิดรวบยอดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป
7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกในวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความกดดันและสับสนต่อความล้มเหลวทางด้านการศึกษาของตนเอง และบางครั้ง

รู้สึกถูกตัวเอง

10. ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง

10.1 อาจมาจากสภาพครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนคนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

10.2 ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจเรียนหรือมีความตั้งใจเรียนเพียงช่วงระยะเวลาสั้น

10.3 มีข้อบกพร่องด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาทางการฟัง และข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ

10.4 ไม่ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนทั่ว ๆ ไป

10.5 ขาดความสามารถในการแสดงออกทางการพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ

10.6 มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปสาเหตุหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ
2. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย
3. นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. ระบบการวัดผลไม่ดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ณยศ สวงวนสิน (2546) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง พหุนามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัยสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาวลัย ชมดี (2551) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย เป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สามารถนำไปใช้พัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนและพัฒนานักเรียน ให้มีความรู้ความสามารถเต็มตามศักยภาพ

วันทนี กะตะศิลา (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดน้ำดิบ จังหวัดลำพูน ผลการศึกษาพบว่า (1) นักเรียนที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยมีคะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนมีคะแนนอัตราพัฒนาการด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น 0.52 คะแนนต่อครั้งจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยอยู่ในระดับมาก

วิโรจน์ ดูเหว่า (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า (1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 51.92 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.69 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่โรงเรียนกำหนด (3) เจตคติโดยภาพรวมของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัยอยู่ในระดับมาก และ (4) พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัยอยู่ในระดับมาก

จรรยา วงศ์วิทย์ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย ผลการศึกษาพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) พฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนขณะที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัยโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และ (3) ความคงทนทางการเรียนของนักเรียนที่สามารถจำเนื้อหาเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย นักเรียนส่วนมากมีความคงทนทางการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

Ronald (2005) ได้ศึกษา เรื่อง การวิเคราะห์ที่ที่เป็นเหตุเป็นผลของความสัมพันธ์ของลักษณะนักเรียน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ภายใต้การสอนแบบอุปนัยที่ใช้ข้อมูลคอมพิวเตอร์ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์และกระแสแห่งความคิดของนักศึกษามหาวิทยาลัยอินเดียในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัย พบว่า กระบวนการสอนแบบอุปนัยเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาและการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์ และพบว่าความสามารถเชิงเหตุผลที่ใช้การสอนแบบอุปนัย และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Prince and Felder (2006) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบการสอนแบบอุปนัยกับการสอนโดยวิธีการอื่น พบว่า วิธีการเรียนการสอนมีหลายแบบที่จะเลือกใช้ โดยวิธีการสอนที่ใช้กันมากที่สุดคือ วิธีการสอนแบบอุปนัย ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสอนแบบดั้งเดิม วิธีการสอนแบบอุปนัยช่วยให้ผลการเรียนรู้บรรลุตามความคาดหมาย ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าการดูดซับความรู้จากครู

Wong, Lam, Sun, and Chan (2009) ได้ศึกษากรอบหลักสูตรการปรับปรุงเกี่ยวกับการเรียนการสอนอุปนัย เรื่อง เศษส่วน ความเร็ว และปริมาณ โดยเรียนรู้แนวคิดและทัศนคติต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อเทียบกับการใช้ตำรามาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนที่เรียนแบบอุปนัยดีกว่าผู้เรียนใช้ตำรามาตรฐาน การเรียนรู้ของผู้เรียนมี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Petr and Jiri (2510) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัยในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยในการเพิ่มความรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบอุปนัยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนดี กว่าทดสอบก่อนเรียน สรุปได้ว่าวิธีการสอนแบบอุปนัยทำให้วิธีการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และน่าสนใจสำหรับผู้เรียนมากกว่าวิธีการสอนแบบเดิม

Sokolowski and Rackley (2011) ได้ทำการวิจัยการเรียนการสอนตรีโกณมิติ เพื่อใช้ในการจำลองทางฟิสิกส์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มหาวิทยาลัยโคโลราโด แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้สูงขึ้น คะแนนการทดสอบสูงขึ้น และสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของการสร้างแบบจำลองฟังก์ชันพหุนามเรขาคณิต นอกจากนี้ยังใช้ในการเก็บรวบรวม การวิเคราะห์ การคำนวณเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการเรียนการสอนของอนุพันธ์และปริพันธ์ รวมทั้งทฤษฎีบทหลักมูลของแคลคูลัส ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนสำหรับการเรียนวิศวกรรมในมหาวิทยาลัย

จากการศึกษาข้างต้น จะเห็นได้ว่า วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิด ความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการติดตามค้นหาเหตุผลและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจนและจดจำได้นาน สามารถนำวิธีการในการเรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ วิธีการสอนแบบอุปนัยจึงเหมาะสมสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มีต่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งผู้วิจัยประเมินความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยจากคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ส่วนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภเทพา จังหวัดสงขลา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 จำนวน 30 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการทำวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จำนวน 9 แผน
2. แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ชุด
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบอุปนัย

1.2 ศึกษาจุดมุ่งหมายของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3 ศึกษารายละเอียดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 9 หัวข้อ แล้วกำหนดจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 จำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	จำนวนคาบเรียน
เรื่องที่ 1 ประพจน์	1
เรื่องที่ 2 การเชื่อมประพจน์	4
เรื่องที่ 3 การหาค่าความจริงของประพจน์	2
เรื่องที่ 4 ตารางค่าความจริง	1
เรื่องที่ 5 สมมูลและนิเสธของประพจน์	1
เรื่องที่ 6 สัจนิรันดร์	2
เรื่องที่ 7 การอ้างเหตุผล	1
เรื่องที่ 8 ประโยคเปิดและตัวบ่งปริมาณ	2
เรื่องที่ 9 ค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ	5
รวม	19

1.4 ศึกษาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้และวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละเรื่องของเนื้อหาตรรกศาสตร์ในข้อที่ 1.3 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดรวบยอดที่นักเรียนต้องเรียนรู้															
ประพจน์	1) บอกความหมายของประพจน์ได้ 2) จำแนกข้อความที่เป็นประพจน์และ ไม่เป็นประพจน์ได้	ประพจน์ คือ ข้อความที่อยู่ในรูปประโยค บอกเล่าหรือปฏิเสธที่มีค่าความจริงเป็นจริง หรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น															
การเชื่อม ประพจน์	1) หาค่าความจริงของประพจน์ที่มี ตัวเชื่อม 1 ตัวได้ 2) บอกค่าความจริงของประพจน์ย่อย ที่มีตัวเชื่อม 1 ตัวได้	การเชื่อมประพจน์เป็นการสร้างประพจน์ ใหม่จากประพจน์ย่อยตั้งแต่ 2 ประพจน์ขึ้น ไปด้วยตัวเชื่อมทางตรรกศาสตร์ ซึ่งมี 4 ชนิด ได้แก่ 1) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “และ” 2) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “หรือ” 3) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “ถ้า...แล้ว”															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>p</th> <th>Q</th> <th>$p \wedge q$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>T</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>T</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table>	p	Q	$p \wedge q$	T	T	T	T	F	F	F	T	F	F	F	F
p	Q	$p \wedge q$															
T	T	T															
T	F	F															
F	T	F															
F	F	F															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>p</th> <th>Q</th> <th>$p \vee q$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>T</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>F</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>T</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> </tbody> </table>	p	Q	$p \vee q$	T	T	T	T	F	T	F	T	T	F	F	F
p	Q	$p \vee q$															
T	T	T															
T	F	T															
F	T	T															
F	F	F															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>p</th> <th>Q</th> <th>$p \rightarrow q$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>T</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>T</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F</td> <td>T</td> </tr> </tbody> </table>	p	Q	$p \rightarrow q$	T	T	T	T	F	F	F	T	T	F	F	T
p	Q	$p \rightarrow q$															
T	T	T															
T	F	F															
F	T	T															
F	F	T															

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดรวบยอดที่นักเรียนต้องเรียนรู้															
การเชื่อม ประพจน์ (ต่อ)		4) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม“ก็ต่อเมื่อ” <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>p</th> <th>Q</th> <th>$p \leftrightarrow q$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T</td> <td>T</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>T</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>F</td> <td>T</td> </tr> </tbody> </table>	p	Q	$p \leftrightarrow q$	T	T	T	T	F	F	F	T	F	F	F	T
p	Q	$p \leftrightarrow q$															
T	T	T															
T	F	F															
F	T	F															
F	F	T															
การหาค่า ความจริงของ ประพจน์	1) หาค่าความจริงของประพจน์ที่มี ตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัวได้ 2) บอกค่าความจริงของประพจน์ย่อย ที่มีตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัวได้	การหาค่าความจริงของประพจน์ที่มี ตัวเชื่อมหลาย ๆ ตัวเชื่อมจะต้องรู้ค่าความจริง ของประพจน์ย่อย แล้วหาค่าความจริงของ ประพจน์ผสม โดยหาค่าความจริงที่อยู่ใน วงเล็บก่อน จากนั้นหาค่าความจริงตาม ลำดับ ความสำคัญของตัวเชื่อม ดังนี้ 1) \sim 2) \wedge หรือ \vee 3) \rightarrow 4) \leftrightarrow															
การสร้าง ตารางค่า ความจริง	1) สร้างตารางค่าความจริงจาก ประพจน์ที่กำหนดให้ได้ 2) หาค่าความจริงของประพจน์ที่ กำหนดทุกกรณีโดยสร้างตารางค่า ความจริงได้	การหาค่าความจริงของประพจน์โดยที่ โจทย์ไม่บอกค่าความจริงของประพจน์ย่อย มาให้ ต้องมีการพิจารณาค่าความจริงที่อาจจะ เกิดขึ้นได้ทั้งหมดจากประพจน์ย่อย เหล่านั้น แล้วหาค่าความจริงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ทั้งหมด โดยการสร้างตารางค่าความจริง															
สมมูลและ นิเสธของ ประพจน์	1) อธิบายรูปแบบประพจน์ที่สมมูลกัน และประพจน์ที่เป็นนิเสธกันได้ 2) ตรวจสอบความสมมูลหรือการเป็น นิเสธกันของประพจน์ได้	รูปแบบประพจน์ที่สมมูลกัน คือ รูปแบบ ของประพจน์สองรูปแบบที่มีค่าความจริง เหมือนกันกรณีต่อกรณี รูปแบบประพจน์ที่เป็นนิเสธกัน คือ รูปแบบของประพจน์สองรูปแบบที่มีค่าความ จริงตรงข้ามกันทุกกรณี															

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดรวบยอดที่นักเรียนต้องเรียนรู้
สัจนิรันดร์	1) อธิบายรูปแบบของประพจน์ที่เป็นสัจนิรันดร์ได้ 2) ตรวจสอบความเป็นสัจนิรันดร์ของประพจน์ได้	สัจนิรันดร์ คือ ประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริงทุกกรณีไม่ว่าประพจน์ย่อยจะมีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ
การอ้างเหตุผล	1) บอกได้ว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนดให้สมเหตุสมผลหรือไม่	การตรวจสอบการอ้างเหตุผลทำได้โดยใช้ตัวเชื่อม \wedge เชื่อมเหตุทั้งหมดเข้าด้วยกันและใช้ตัวเชื่อม \rightarrow เชื่อมส่วนที่เป็นเหตุกับผล ถ้ารูปแบบของประพจน์เป็นสัจนิรันดร์ แล้วการอ้างเหตุผลนั้นสมเหตุสมผล
ประโยคเปิดและตัวบ่งปริมาณ	1) อธิบายความหมายของประโยคเปิดได้ 2) สามารถแยกแยะระหว่างประโยคเปิดและประพจน์ได้ 3) สามารถเปลี่ยนข้อความให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์และเปลี่ยนสัญลักษณ์ให้อยู่ในรูปข้อความได้	ประโยคเปิด คือ ประโยคบอกเล่าหรือประโยคปฏิเสธที่มีตัวแปรและเมื่อแทนค่าของตัวแปรด้วยสมาชิกในเอกภพสัมพัทธ์แล้วได้ประพจน์ ตัวบ่งปริมาณประกอบด้วย 2 ตัว ได้แก่ 1) \forall ใช้แทนข้อความ “สำหรับ ... ทุกตัว” 2) \exists ใช้แทนข้อความ “สำหรับ ... บางตัว” การเขียนสัญลักษณ์แทนประโยคเปิดที่มีตัวบ่งปริมาณจะต้องเขียนเอกภพสัมพัทธ์กำกับไว้เสมอ เพื่อจะได้ทราบขอบเขตของตัวแปร
ค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ	1) หาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวบ่งปริมาณได้	ประพจน์ $\forall x[P(x)]$ มีค่าความจริงเป็นจริงก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ใน $P(x)$ ด้วยสมาชิกแต่ละตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วได้ประพจน์มีค่าความจริงเป็นจริงทั้งหมด

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดรวบยอดที่นักเรียนต้องเรียนรู้
ค่าความจริง ของประโยค ที่มีตัวบ่ง ปริมาณ (ต่อ)		<p>ประพจน์ $\forall x[P(x)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ใน $P(x)$ ด้วยสมาชิกอย่างน้อยหนึ่งตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วได้ประพจน์มีค่าความจริงเป็นเท็จ</p> <p>ประพจน์ $\exists x[P(x)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ใน $P(x)$ ด้วยสมาชิกอย่างน้อยหนึ่งตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วได้ประพจน์มีค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ประพจน์ $\exists x[P(x)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ใน $P(x)$ ด้วยสมาชิกแต่ละตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วได้ประพจน์มีค่าความจริงเป็นเท็จทั้งหมด</p> <p>ประพจน์ $\forall x\forall y[P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x และ y ด้วยสมาชิก a และ b ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วทำให้ $P(a,b)$ เป็นจริงเสมอ</p> <p>ประพจน์ $\forall x\forall y[P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x และ y ด้วยสมาชิก a และ b บางตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วทำให้ $P(a,b)$ เป็นเท็จ</p> <p>ประพจน์ $\exists x\exists y[P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x และ y ด้วยสมาชิก a และ b บางตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้ว $P(a,b)$ เป็นจริง</p>

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดรวบยอดที่นักเรียนต้องเรียนรู้
ค่าความจริง ของประโยค ที่มีตัวบ่ง ปริมาณ (ต่อ)		<p>ประพจน์ $\exists x \exists y [P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x และ y ด้วยสมาชิก a และ b ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์แล้ว $P(a,b)$ เป็นเท็จ</p> <p>ประพจน์ $\forall x \exists y [P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ด้วยสมาชิก a ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วทำให้ประโยค $\exists y [P(a,y)]$ เป็นจริง</p> <p>ประพจน์ $\forall x \exists y [P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ด้วยสมาชิก a บางตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วทำให้ประโยค $\exists y [P(a,y)]$ เป็นเท็จ</p> <p>ประพจน์ $\exists x \forall y [P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ด้วยสมาชิก a บางตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วทำให้ประโยค $\forall y [P(a,y)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ประพจน์ $\exists x \forall y [P(x,y)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ก็ต่อเมื่อ แทนตัวแปร x ด้วยสมาชิก a ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ แล้วทำให้ประโยค $\forall y [P(a,y)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ</p>

1.5 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จำนวน 9 แผน ดังตารางที่ 3-1

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความสอดคล้องของกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความ

เหมาะสมของกิจกรรมกับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

1.8 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

1.9 นำแผนที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา จำนวน 34 คน ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ซึ่งมีการสับเปลี่ยนเนื้อหา เรื่อง ตรรกศาสตร์ ไปสอนในภาคเรียนที่ 2

1.10 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดรูปแบบข้อสอบ รูปแบบคำถาม และจำนวนข้อสอบ

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน โดยศึกษาจากคู่มือวัดผลและประเมินผล จำนวน 4 ชุด ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย แสดงได้ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นและจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงของแบบทดสอบวัด
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์

เรื่อง	จำนวน ข้อสอบ ที่สร้าง	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้	เวลาที่ใช้ สอบ (นาที)
ชุดที่ 1 ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่า ความจริงของประพจน์	11	4	50
ชุดที่ 2 การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของ ประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน	4	2	50
ชุดที่ 3 สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล	6	3	50
ชุดที่ 4 ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริง ของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ	10	5	50

2.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบข้อสอบและรูปแบบคำถามกับความคิด
รวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ตลอดจนสำนวนภาษาและเกณฑ์การให้คะแนน

2.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาความสอดคล้องระหว่างความคิดรวบ
ยอดทางคณิตศาสตร์กับข้อคำถาม โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัด
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาเป็นแบบทดสอบวัดความคิดรวบ
ยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดที่ได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

2.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา จำนวน 34 คน ที่
เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ซึ่งมีการสับเปลี่ยนเนื้อหา เรื่อง ตรรกศาสตร์ ไปสอนในภาค
เรียนที่ 2

2.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่นักเรียนทำตามเกณฑ์ที่กำหนด นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 50% และวิธีของ ซีเอ เดรก (C.A.Drake) แล้วคัดเลือกปัญหาที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.29 – 0.71 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22 – 0.68 มาเป็นแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์

2.9 นำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1, ชุดที่ 2, ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.75, 0.71, 0.74 และ 0.83 ตามลำดับ

2.10 นำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษา

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ พร้อมทั้งกำหนดจำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นและจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่สร้าง	จำนวน ข้อสอบที่ใช้
ประพจน์	1) จำแนกข้อความที่เป็นประพจน์และ ไม่เป็นประพจน์ได้	4	2
การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความ จริงของประพจน์	2) หาค่าความจริงของประพจน์ใน รูปแบบของตัวเชื่อมแบบต่าง ๆ ได้	4	2
สมมูลและนิเสธของ ประพจน์	3) บอกค่าความจริงของประพจน์ย่อได้	4	2
	4) อธิบายรูปแบบประพจน์ที่สมมูลกัน ได้	4	2
	5) อธิบายรูปแบบประพจน์ที่เป็นนิเสธ กันได้	3	2
สัจนิรันดร์	6) อธิบายรูปแบบของประพจน์ที่เป็น สัจนิรันดร์ได้	4	2
การอ้างเหตุผล	7) บอกได้ว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนด ให้สมเหตุสมผลหรือไม่	3	1
ประ โยคเปิด	8) สามารถแยกแยะระหว่างประ โยคเปิด และประพจน์ได้	4	2
ตัวบ่งปริมาณ	9) เปลี่ยนข้อความให้อยู่ในรูป สัญลักษณ์และเปลี่ยนสัญลักษณ์ให้ อยู่ในรูปข้อความได้	4	2
ค่าความจริงของ ประ โยคที่มีตัว บ่งปริมาณ	10) หาค่าความจริงของประพจน์ที่มี ตัวบ่งปริมาณได้	6	3
	รวม	40	20

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์
ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางที่ 3-4

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา จำนวน 34 คน ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ซึ่งมีการสับเปลี่ยนเนื้อหา เรื่อง ตรรกศาสตร์ ไปสอนในเทอมที่ 2

3.9 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่นักเรียนทำ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 50% แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ข้อที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.47 จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ 0.78

3.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 25 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จำนวน 19 คาบ เวลาที่ใช้ในการทดสอบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 4 คาบ และเวลาที่ใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 2 คาบ ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยด้วยตัวผู้วิจัยเอง ซึ่งดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558
2. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยในแต่ละส่วนที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ โดยใช้เวลาชุดละ 50 นาที
3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เวลา 100 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.1 วิเคราะห์ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จำแนกตามความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละชุดที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

1.2 วิเคราะห์ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จากคะแนนรวมทั้ง 4 ชุด โดยคำนวณร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนรวมแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แล้วแปลผลจากสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย โดยคำนวณร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แล้วแปลผลจากสมมติฐานที่ตั้งไว้

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ค่าความยาก

1.2.1 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของ ซีเอ เดรก (C.A.Drake)

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{P_H + P_L}{2}$$

เมื่อ	P_H	แทน	สัดส่วนของคะแนนที่ผู้สอบในกลุ่มสูงตอบถูก
	P_L	แทน	สัดส่วนของคะแนนที่ผู้สอบในกลุ่มต่ำตอบถูก

1.2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	R_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

1.3 ค่าอำนาจจำแนก

1.3.1 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของ ซีเอ เดรก (C.A.Drake)

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก} = P_H - P_L$$

เมื่อ	P_H	แทน	สัดส่วนของคะแนนที่ผู้สอบในกลุ่มสูงตอบถูก
	P_L	แทน	สัดส่วนของคะแนนที่ผู้สอบในกลุ่มต่ำตอบถูก

1.3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก} = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อ	R_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

1.4 ค่าความเชื่อมั่น

1.4.1 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบราซ (Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

1.4.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

2. สถิติพื้นฐานและสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 ค่าร้อยละ

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X \right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	ข้อมูลแต่ละตัว
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มีต่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 จำนวน 30 คน สำหรับข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จากแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จำแนกตามความคิดรวบยอด โดยคำนวณร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละชุดที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

ส่วนที่ 2 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จากคะแนนรวมทั้ง 4 ชุด โดยคำนวณร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แล้วแปลผลจากสมมติฐานที่ตั้งไว้

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จำแนกตามความคิดรวบยอด

1.1 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์

ตารางที่ 4-1 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์

ช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
0.0 – 4.5	1	3.33
4.6 – 9.0	6	20.00
9.1 – 13.5	11	36.67
13.6 – 18.0	12	40.00

จากตารางที่ 4-1 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 13.6 – 18.0 คะแนน ซึ่งนักเรียนที่ได้คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวน 23 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์

เมื่อวิเคราะห์การทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์ ของนักเรียนเป็นรายข้อ พบตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ยังมีความผิดพลาด ดังนี้

คำถามข้อที่ 1 เป็นการให้นักเรียนแยกแยะประโยคที่เป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ มีนักเรียนจำนวน 20 คน สามารถแยกแยะได้ว่าประโยคใดเป็นประพจน์หรือประโยคใดไม่เป็นประพจน์ได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ทั้งหมด และมีนักเรียนบางส่วนที่เกิดความเข้าใจผิดคิดว่าประโยคที่มีค่าความจริงเป็นเท็จไม่เป็นประพจน์ แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-1 และภาพที่ ง-2 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 2 เป็นการให้นักเรียนหาค่าความจริงของประพจน์โดยการกำหนดค่าความจริงของประพจน์ย่อยมาให้ มีนักเรียนจำนวน 20 คน สามารถทำได้ถูกต้องครบถ้วน และยังมีนักเรียนบางส่วนใส่ค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิดและเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ผิด ส่งผลให้การหาค่าความจริงของประพจน์ผิด แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-3 และภาพที่ ง-4 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 3 เป็นการให้นักเรียนหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยโดยการกำหนดค่าความจริงของประพจน์ใหญ่มาให้ มีนักเรียนจำนวน 18 คน สามารถทำได้ถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิด แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-5 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 4 เป็นการให้นักเรียนหาค่าความจริงของประพจน์โดยการกำหนดค่าความจริงของประพจน์ใหญ่มาให้ แล้วให้นักเรียนหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยเอง เพื่อนำไปหาค่าความจริงของประพจน์ที่กำหนดให้ มีนักเรียนจำนวน 16 คน สามารถทำได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิด และมีบางส่วนที่สามารถหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยได้ แต่ในส่วนของ การหาค่าความจริงของประพจน์มีการเชื่อมประพจน์ผิด แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-6 และภาพที่ ง-7 ในภาคผนวก ง

1.2 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน

ตารางที่ 4-2 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน

ช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ (คะแนนเต็ม 7 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
0.00 – 1.75	10	33.33
1.76 – 3.50	3	10.00
3.51 – 5.25	2	6.67
5.26 – 7.00	15	50.00

จากตารางที่ 4-2 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 5.26 – 7.00 คะแนน โดยนักเรียนที่ได้คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกันที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวน 17 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 56.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน

เมื่อวิเคราะห์การทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน ของนักเรียนเป็นรายข้อ พบตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ยังมีความผิดพลาด ดังนี้

คำถามข้อที่ 1 เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้คู่ใดที่สมมูลกันและคู่ใดที่เป็นนิเสธกันโดยใช้การสร้างตารางค่าความจริง มีนักเรียนจำนวน 17 คน สามารถทำได้ถูกต้อง มีนักเรียนบางคนสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องและบางคนเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ไม่ถูกต้อง แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-8 และภาพที่ ง-9 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 2 เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้สมมูลกันหรือเป็นนิเสธกันโดยใช้การสร้างตารางค่าความจริง มีนักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง สามารถทำได้ถูกต้อง มีนักเรียนบางคนสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องและบางคนเชื่อมค่าความจริงไม่ถูกต้อง แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-10 และภาพที่ ง-11 ในภาคผนวก ง

1.3 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล

ตารางที่ 4-3 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล

ช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
0.00 – 3.75	1	3.33
3.76 – 7.50	4	13.34
7.51 – 11.25	12	40.00
11.26 – 15.00	13	43.33

จากตารางที่ 4-3 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 11.26 – 15.00 คะแนน ซึ่งนักเรียนที่ได้คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผลที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวน 25 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล

เมื่อวิเคราะห์การทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัจนิรันดร์ และการอ้างเหตุผล ของนักเรียนเป็นรายข้อ พบตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ยังมีความผิดพลาด ดังนี้

คำถามข้อที่ 1 เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ประพจน์ใดเป็นสัจนิรันดร์โดยไม่มีการบังคับวิธีทำ ในส่วนของข้อ 1 ย่อย มีนักเรียนจำนวน 22 คน จะใช้วิธีการหาข้อขัดแย้งในการตรวจสอบความเป็นสัจนิรันดร์ ซึ่งนักเรียนจำนวน 20 คน สามารถทำได้ถูกต้อง แต่ก็ยังมีนักเรียนบางคนไม่สามารถแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนจำนวน 8 คนที่ใช้วิธีการสร้างตารางค่าความจริงในการตรวจสอบความเป็นสัจนิรันดร์นั้น บางคนยังมีการเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ผิดอยู่ ส่วนในข้อ 2 ย่อยมีจำนวนนักเรียนที่เลือกใช้วิธีในการตรวจสอบความเป็นสัจนิรันดร์ทั้งสองวิธีในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการสร้างตารางค่าความจริงโดยมีนักเรียนจำนวน 11 คน จะทำได้ถูกต้อง แต่ก็ยังมีบางส่วนที่สร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการหาข้อขัดแย้งบางคนไม่สามารถแยกแยะตัวเชื่อมหลักของการเชื่อมประพจน์ได้ ทำให้การสมมติค่าความจริงของประพจน์ผิดเพี้ยนไป และบางคนจะมุ่งไปทางการทำให้เกิดข้อขัดแย้งจนลืมนึกไปว่ายังมีทางที่ไม่ทำให้เกิดข้อขัดแย้งได้เหมือนกัน ทำให้นักเรียนจำนวน 5 คน ที่ใช้วิธีนี้ทำได้ถูกต้อง ซึ่งเป็นนักเรียนส่วนน้อย แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-12 ถึงภาพที่ ง-16 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 2 เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนดให้สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยกำหนดเหตุและผลในรูปแบบของข้อความ นักเรียนจำนวน 25 คน เลือกใช้วิธีการหาข้อขัดแย้งในการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 14 คน ทำได้ถูกต้องสมบูรณ์ มีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่ทำได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการสมมติการแทนค่าตัวแปรเพื่อเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ บางคนมีการสมมติการแทนค่าตัวแปร แต่เปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิด ส่วนนักเรียนอีกจำนวน 5 คน ที่ใช้วิธีการสร้างตารางค่าความจริง มีนักเรียนแค่จำนวน 2 คน ที่ทำได้ถูกต้อง แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-17 และภาพที่ ง-18 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 3 เป็นการให้นักเรียนตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนดให้สมเหตุสมผลหรือไม่ นักเรียนจำนวน 22 คน เลือกใช้วิธีการหาข้อขัดแย้งในการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ซึ่งมีนักเรียนแค่จำนวน 6 คน ที่ทำได้ถูกต้อง นักเรียนบางคนมีการนำเหตุและผลไปเชื่อมโยงให้เป็นประพจน์ใหญ่ไม่ถูกต้อง นักเรียนบางส่วนที่ใช้วิธีการหาข้อขัดแย้งในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลมุ่งไปทางการทำให้เกิดข้อขัดแย้งเสียมาก ทำให้ลืมนึกถึงทางที่ไม่ทำให้เกิดข้อขัดแย้ง บางคนแตกค่าความจริงของประพจน์ไม่ถูกต้อง นักเรียนที่เลือกใช้วิธีสร้างตารางค่าความจริงบางคนสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้อง แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-19 ถึงภาพที่ ง-22 ในภาคผนวก ง

1.4 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ

ตารางที่ 4-4 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ

ช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
0.0 – 5.0	6	20.00
5.1 – 10.0	12	40.00
10.1 – 15.0	12	40.00
15.1 – 20.00	0	0.00

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ในช่วงคะแนน 5.1 – 10.0 คะแนน และ 10.1 – 15.00 คะแนน มีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบในจำนวนที่เท่ากัน ซึ่งนักเรียนที่ได้คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวน 12 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดย

ใช้การสอนแบบอุปนัยไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ

เมื่อวิเคราะห์การทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ ของนักเรียนเป็นรายข้อ พบตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ยังมีความผิดพลาด ดังนี้

คำถามข้อที่ 1 เป็นการให้นักเรียนแยกแยะประโยคที่กำหนดให้ว่าเป็นประโยคเปิดหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ มีนักเรียนเพียง 11 คนเท่านั้น ที่สามารถแยกแยะได้ว่าประโยคใดเป็นประโยคเปิดได้ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) แต่ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบที่ถูกต้องได้ แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-23 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 2 เป็นการให้นักเรียนเปลี่ยนประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนจำนวน 20 คน สามารถเปลี่ยนประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-24 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 3 เป็นการให้นักเรียนเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณ มีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่สามารถเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณได้ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) และมีนักเรียนอีกจำนวน 6 คน ที่ไม่สามารถเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณได้ถูกต้องแม้แต่ข้อเดียว แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-25 และภาพที่ ง-26 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 4 เป็นการให้นักเรียนหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 1 ตัว มีนักเรียนหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 1 ตัวได้ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) จำนวน 13 คน และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ไม่สามารถหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 1 ตัวได้ถูกต้องแม้แต่ข้อเดียว แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-27 ในภาคผนวก ง

คำถามข้อที่ 5 เป็นการให้นักเรียนหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 2 ตัว มีนักเรียนหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 2 ตัวได้ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 4 ข้อขึ้นไป) จำนวน 16 คน ซึ่งนักเรียนบางคนในจำนวนนี้สามารถบอกได้ว่าประโยคที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จได้ถูกต้อง แต่ยกเหตุผลมาประกอบไม่ถูกต้อง แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ ง-28 ในภาคผนวก ง

ส่วนที่ 2 ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จากคะแนนรวมทั้ง 4 ชุด

ตารางที่ 4-5 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ

ช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
0.0 – 15.0	1	3.33
15.1 – 30.0	8	26.67
30.1 – 45.0	15	50.00
45.1 – 60.0	6	20.00

จากตารางที่ 4-5 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 30.1 – 45.0 คะแนน ซึ่งนักเรียนที่ได้คะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 4 ชุด ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวน 21 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยคำนวณร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แล้วแปลผลจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4-6 แสดงช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ และร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนนแบบทดสอบ

ช่วงคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียน
0.0 – 5.0	3	10.00
5.1 – 10.0	7	23.33
10.1 – 15.0	18	60.00
15.1 – 20.0	2	6.67

จากตารางที่ 4-6 พบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 10.1 – 15.00 คะแนน ซึ่งนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 มีจำนวน 20 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยที่มีต่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 จำนวน 30 คน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัยจำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการวิจัยสรุปได้โดยย่อดังนี้

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเอง และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยในแต่ละหัวข้อ ซึ่งประกอบด้วยความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ การหาค่าความจริงของประพจน์ การสร้างตารางค่าความจริง รูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน สัจนิรันดร์ การอ้างเหตุผล ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จำแนกตามหัวข้อ ได้แก่

- ชุดที่ 1 ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์ จำนวน 4 ข้อ
- ชุดที่ 2 การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน จำนวน 2 ข้อ
- ชุดที่ 3 สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล จำนวน 3 ข้อ
- ชุดที่ 4 ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ จำนวน 5 ข้อ

เมื่อทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 4 ชุด ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จากคะแนนรวมทั้ง 4 ชุด และส่วนที่ 2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย มีจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบอุปนัย เพื่อสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นที่จะนำมาอภิปรายดังนี้

1. ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

ผลการสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย จากคะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 4 ชุด พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยมีคะแนนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งมีจำนวน 21 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนได้ดี ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเป็นเพราะรูปแบบการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับ ชาวลัย ชมดี (2551) ที่ได้ศึกษาผลการพัฒนาการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีสอนแบบอุปนัยหรือแบบ นิรนัย ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาแผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย เป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สามารถนำไปใช้พัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนและพัฒนาให้นักเรียนให้มีความรู้ความสามารถเต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการสังเกต ศึกษา วิเคราะห์ จนสามารถค้นหารูปแบบและสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นความคิดรวบยอดที่ค้นพบได้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2555) ที่ได้กล่าวไว้ว่า วิธีสอนโดยใช้การอุปนัย เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ แนวคิด หรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ ซึ่ง ไสว พักขาว (2544 อ้างถึงใน วันทนีย์ กะตะศิลา, 2554) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบอุปนัยสรุปได้ว่า เป็นวิธีที่ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกความรอบคอบในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ จนสามารถสรุปความรู้เป็นกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนอย่างแจ่มแจ้งและจำได้ เพราะเป็นสิ่งที่คิดเองจนเกิดความเข้าใจและสรุปได้ด้วยตนเอง

จากการทดสอบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำแนกตามหัวข้อของนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยในงานวิจัยนี้ พบว่า

1) เรื่องประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์ นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าข้อความแบบใดที่เรียกว่าเป็นประพจน์ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ทั้งหมด และนักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์โดยใช้การเชื่อมประพจน์ทั้ง 5 ตัวเชื่อมได้ถูกต้อง โดยมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2) เรื่องการสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถสร้างตารางค่าความจริงที่ถูกต้อง และสามารถนำผลที่ได้จากการสร้างตารางค่าความจริงมาสรุปผลในรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลหรือเป็นนิเสธกันได้ถูกต้อง โดยมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

3) เรื่องสัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถตรวจสอบความเป็นสัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผลที่สมเหตุสมผลได้ทั้งวิธีการหาข้อขัดแย้งและการสร้างตารางค่าความจริงได้ถูกต้อง โดยมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

4) เรื่องประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ นักเรียนที่สามารถบอกได้ว่าข้อความแบบใดที่เรียกว่าประโยคเปิดมีจำนวนน้อย และโดยส่วนมากนักเรียนสามารถเปลี่ยนประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่เมื่อให้เปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณกลับมีนักเรียนน้อยคนที่สามารถทำได้ถูกต้อง ส่วนในเรื่องการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณนักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณหนึ่งตัวได้ถูกต้อง แต่เมื่อเป็นประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณสองตัวมีนักเรียนจำนวนน้อยที่บอกได้ว่าประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณที่กำหนดให้มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จ และไม่สามารถให้เหตุผลประกอบที่ถูกต้องได้ โดยมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่พบจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ชุด จะเห็นได้ว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ได้ถูกต้อง ซึ่งมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละชุด มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แต่ในชุดที่ 4 มีนักเรียนเป็นส่วนน้อยที่สามารถทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อเจาะลึกลงไปในเรื่องที่นักเรียนไม่สามารถทำได้ คือ การหาค่าความจริงของว่าประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ โดยเฉพาะประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณสองตัว ทั้งนี้

อาจเนื่องมาจากเนื้อหาส่วนนี้มีความซับซ้อนมากกว่าเรื่องอื่น ๆ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมน้อยเกินไป ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถค้นพบกฎเกณฑ์หรือหลักการในเรื่องการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณสองตัวได้ ซึ่ง ไสว พิกขาว (2544 อ้างถึงใน วันทนีย์ กะตะศิลา, 2554) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดในการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่ไม่เหมาะกับเนื้อหาที่เข้าใจยากและต้องใช้เวลาในการสอนค่อนข้างมาก ประกอบกับนักเรียนแต่ละคนสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ ตามศักยภาพที่ไม่เท่ากันของแต่ละคน ซึ่ง ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดรวบยอดเป็นผลสรุปจากการรับรู้ที่มีผลต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบอันเดียว การเรียนรู้ความคิดรวบยอดนั้น ผู้เรียนต้องสร้างจินตนาการได้ เพราะการสร้างจินตนาการเป็นการนำไปสู่ความเข้าใจ โดยแต่ละคนอาจไม่เท่ากันและไม่เหมือนกัน ผู้เรียนจะสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ก็ต่อเมื่อสามารถแยกแยะและสามารถสรุปรวบยอดได้ เพราะฉะนั้นถ้านักเรียนขาดทักษะในการคิดก็ไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แจมมณี (2555) ที่ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอาจไม่เกิดผลที่ต้องการ

จากข้อความที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จนั้น ไม่สามารถใช้วิธีการสอนเพียงวิธีเดียวได้ เนื้อหาในแต่ละเรื่องจะมีวิธีการสอนที่แตกต่างกันไป วิธีสอนมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายวิธีแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย วิธีการสอนแต่ละวิธีอาจจะเหมาะสมกับสถานการณ์บางอย่าง ซึ่งจะถือว่าวิธีการสอนวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดไม่ได้ ในบางครั้งอาจต้องผสมผสานวิธีสอนหลาย ๆ วิธีเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ดังนั้นในการเรียนการสอนแต่ละครั้งต้องมีการเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา (สำนักบริหารวิชาการ, 2557) จะเห็นได้ว่าวิธีการสอนแต่ละอย่างอาจเหมาะสมหรือใช้ได้ผลดีในสภาพการณ์ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาที่ใช้สอน ในการดำเนินการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรใช้หลาย ๆ วิธีผสมผสานกัน ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้สอนเอง เพราะผู้สอนจะทราบดีว่าเนื้อหาในแต่ละช่วงนั้นควรจะใช้เทคนิคการสอนแบบใด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธรรมชาติ ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งมีจำนวน 20 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 66.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธรรมชาติของนักเรียนได้ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเป็นเพราะรูปแบบการสอนแบบอุปนัยเป็นรูปแบบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการค้นพบกฎเกณฑ์หรือหลักการที่สำคัญต่าง ๆ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ชัดเจน และสามารถจดจำได้ยาวนาน ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ จรรยา วงศ์วิทย์ (2556) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย ซึ่งพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) พฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียนขณะที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัยโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และ (3) ความคงทนทางการเรียนของนักเรียนที่สามารถจำเนื้อหาเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย นักเรียนส่วนมากมีความคงทนทางการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ วิโรจน์ คุหว่า (2554) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่า (1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 51.92 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.69 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่โรงเรียนกำหนด (3) เจตคติโดยภาพรวมของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการคูณและการหารเศษส่วนโดยใช้วิธีการอุปนัยอยู่ในระดับ

มาก และ (4) พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องการคูณและการหารเศษส่วนโดยใช้วิธีการอุปนัยอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำประโยชน์จากงานวิจัยไปใช้ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยควรเป็นความคิดรวบยอดที่ไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการสร้างความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนต้องค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิธีการสอนแบบนี้จึงไม่เหมาะกับเนื้อหาที่เข้าใจยากและมีความซับซ้อน เพราะอาจจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสรุปกฎเกณฑ์เองได้

2. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยต้องครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรที่เรียนทั้งหมด จึงจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างเป็นอย่างดี ซึ่งถ้าตัวอย่างไม่ครอบคลุมอาจส่งผลให้ผู้เรียนไขว้เขวได้

3. ครูผู้สอนควรมีการปรับเวลาในแต่ละกิจกรรมให้มีความยืดหยุ่นในตัว เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยในบางแผนการจัดการเรียนรู้ต้องใช้เวลามาก ทั้งนี้เนื่องมาจากเป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนใช้เวลาในการค้นพบกฎเกณฑ์ไม่เท่ากัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัยในเนื้อหาอื่น ๆ ระดับชั้นอื่น ๆ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

2. ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เพื่อศึกษาว่านักเรียนกลุ่มใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก้าวหน้าขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

3. ควรศึกษาความคงทนของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบอุปนัย

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสทกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จรรยา วงศ์วิทย์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน โดยวิธีสอนแบบอุปนัย*. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเชียงราย.
- ชนิกา ดวงจักร์. (2555). *ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความคิดรวบยอดทาง
คณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการปฐมวัยศึกษา,
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชวาลย์ ชมดี. (2551). *การพัฒนาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การหาค่าเฉลี่ย
เลขคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการสอนแบบอุปนัยหรือแบบนิรนัย*. สารนิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ชูบายคะ ลือแม่. (2554). *การพัฒนาชุดการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน, คณะศึกษาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ณยศ สงวนสิน. (2546). *การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบ
อุปนัย – นิรนัย เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ศึกษาศาสตร์
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิสนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ธัญลักษณ์ พงษ์ด้วง. (2556). *ผลการศึกษาคิดเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ปริพันธ์ของฟังก์ชัน โดยใช้
เทคนิคการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- นันทพร ระภักดี. (2551). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิโคล ไชยช่วย. (2549). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD)*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ, การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- พรพิมล พรพิรชนม์. (2550). *การจัดกระบวนการเรียนรู้*. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.
- มาลี จุฑา. (2542). *จิตวิทยาการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.
- วรรณพร ทสะสังคินทร์. (2556). *การพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัส เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขามูวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วันทนีย์ กะตะศิลา. (2554). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดน้ำคืบ จังหวัดลำพูน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). *นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Backward Design*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิโรจน์ ดูเหว่า. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- วิณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- โศรดา ไชยชนะ. (2549). *ผลของเกมบัตรภาพที่มีต่อความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนของเด็กปฐมวัย*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการปฐมวัยศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). *ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>.
- สันติ อธิพิณาวากุล. (2550). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุดารัตน์ หมั่น ไชยสง. (2553). *ผลการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรางค์ ใคว์ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก กัททิยธนี. (2551). *เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กอพลินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.
- สำนักบริหารวิชาการ. (2557). *วิธีการสอน*. เอกสารเผยแพร่ความรู้วิชาการศึกษา. นนทบุรี: วิทยาลัยเทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). *คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Petr Emanovsky, & Jiri Brehovsky. (2010). *On Effectivity of Inductive Methods in Mathematical Education at Secondary School*. Czech Republic: Palacky University.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *J. Engr. Education*, 95(2), 1–30.

- Ronald, Milne J. (2005). A Course Analysis of Relationship of Selected Student Traits to Achievement Under a Computer Delivered Inductive Method of Instruction in Finite Mathematics. *Dissertation Abstracts International*, 27(04), 1548-A.
- Sokolowski, A., & Rackley, R. (2011). Teaching harmonic motion in trigonometry: Inductive inquiry supported by physics simulations. *Australian Senior Mathematics Journal*, 25(1), 45-53.
- Wong, Ngai-Ying, Lam, Chi-Chung, Sun, XuHua, & Chan, Anna Mei Yan. (2009). Exploring the Middle Zone to Constructing a Bridge: Experimenting in the Spiral Bianshi Mathematics Curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 363-382.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. นางสาวอารีษา กาศา | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเดชะปัตตานานุกูล
อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี |
| 2. นางสาวสุวรรณา ศรีวัชรวงส์ | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเทพพิทยาภาณุมาศ
ตำบลลำไพล อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา |
| 3. นางสาวเพ็ญ อรุณศรี | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเทพพิทยาภาณุมาศ
ตำบลลำไพล อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา |

ภาคผนวก ข

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา จำนวน 34 คน ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรียงจากมากไปน้อย
3. ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
4. ค่า X_i และค่า X_i^2 ในการหาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด (S_i^2) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
5. ค่า p, ค่า q และค่า pq ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (r_{tt}) โดยใช้สูตร $KR - 20$ ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน
6. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดกับข้อคำถาม จำนวน 4 ชุด
7. คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดของนักเรียนกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ จำนวน 4 ชุด
8. ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด จำนวน 4 ชุด
9. ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบราซ จำนวน 4 ชุด

ตารางที่ ข-1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ตรรกศาสตร์กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความคิดเห็น	การพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	0	1	0.67	เหมาะสม	ใช้ได้
	2	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	3	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	4	-1	1	1	0.33	ไม่เหมาะสม	ปรับปรุง
2	5	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	6	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	7	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	8	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
3	9	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	10	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	11	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	12	0	1	1	0.67	เหมาะสม	ใช้ได้
4	13	1	0	1	0.67	เหมาะสม	ใช้ได้
	14	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	15	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	16	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
5	17	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	18	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	19	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
6	20	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	21	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	22	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	23	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความคิดเห็น	การพิจารณา
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
7	24	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	25	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	26	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
8	27	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	28	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	29	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	30	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
9	31	1	0	1	0.67	เหมาะสม	ใช้ได้
	32	1	1	0	0.67	เหมาะสม	ใช้ได้
	33	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	34	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
10	35	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	36	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	37	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	38	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	39	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
	40	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้

ตารางที่ ข-2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพา อำเภเทพา จังหวัด
สงขลา จำนวน 34 คน ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรียงจากมากไปน้อย
จำนวน 40 ข้อ

คนที่ ข้อที่	คน																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34							
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0						
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0						
3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1					
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0					
5	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0					
6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0					
7	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0					
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0					
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0				
10	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
11	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0		
12	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0				
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0		
14	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
18	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
20	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อที่	คนที่																																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34			
22	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
23	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0			
25	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0			
26	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0		
27	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
28	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	
30	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
31	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	
32	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
34	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	
35	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1		
37	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	
38	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
40	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
รวม	31	30	28	27	26	26	25	24	23	22	21	21	21	21	21	20	20	19	19	19	19	18	18	17	16	16	15	15	14	13	13	13	11	9	8		

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา		สรุป
				ค่า p	ค่า r	
1	1	0.76	0.24	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
	2	0.76	0.35	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
	3	0.65	0.24	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
	4	0.85	0.06	ง่ายมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
2	5	0.68	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
	6	0.68	0.29	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
	7	0.50	0.41	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
	8	0.62	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
3	9	0.79	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
	10	0.62	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
	11	0.62	0.18	ค่อนข้างง่าย	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	12	0.68	0.18	ค่อนข้างง่าย	ต่ำ	ตัดทิ้ง
4	13	0.76	0.24	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
	14	0.50	0.41	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
	15	0.09	-0.06	ยากมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	16	0.24	0.00	ค่อนข้างยาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
5	17	0.41	0.24	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
	18	0.18	0.00	ยากมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	19	0.41	0.24	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
6	20	0.26	0.29	ค่อนข้างยาก	พอใช้	คัดเลือกไว้
	21	0.62	0.41	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
	22	0.32	0.18	ค่อนข้างยาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	23	0.44	0.06	ปานกลาง	ต่ำ	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา		สรุป
				ค่า p	ค่า r	
7	24	0.59	0.24	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
	25	0.47	0.35	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
	26	0.35	0.35	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
8	27	0.41	0.12	ปานกลาง	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	28	0.41	0.24	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
	29	0.91	0.18	ง่ายมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	30	0.47	0.47	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
9	31	0.53	0.12	ปานกลาง	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	32	0.21	-0.18	ค่อนข้างยาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	33	0.44	0.29	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
	34	0.50	0.41	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
10	35	0.24	0.24	ค่อนข้างยาก	พอใช้	คัดเลือกไว้
	36	0.59	0.24	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
	37	0.26	-0.20	ค่อนข้างยาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	38	0.15	0.06	ยากมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
	39	0.21	0.29	ค่อนข้างยาก	พอใช้	คัดเลือกไว้
	40	0.18	0.12	ยากมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ข-4 ค่า X_i และค่า X_i^2 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์
จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่ คนที่	ข้อที่																			คะแนน รวม (X_i)	X_i^2
	3	6	8	9	10	13	14	17	19	20	21	24	28	30	33	34	35	36	39		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19	361
2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	324
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	16	256
4	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	15	225
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	15	225
6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	289
7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	12	144
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	16	256
9	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	13	169
10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	11	121
11	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	12	144
12	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	14	196
13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	14	196
14	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	10	100
15	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	9	81
16	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	13	169
17	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	9	81
18	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	7	49
19	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	100
20	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	81
21	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	9	81
22	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	8	64
23	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	8	64
24	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	11	121
25	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	9	81

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่ คนที่	2	3	6	8	9	10	13	14	17	19	20	21	24	28	30	33	34	35	36	39	คะแนน รวม (X _i)	X _i ²
	26	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6
27	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	8	64
28	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	9	81
29	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4	16
30	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	36
31	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	36
32	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	5	25
33	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4	16
34	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6	36
รวม																					358	4324

จากตารางที่ ข-4 หาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{34(4,324) - (358)^2}{34(34-1)} \\
 &= \frac{147,016 - 128,164}{34(33)} \\
 &= \frac{18,852}{1122} \\
 &= 16.80
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-5 แสดงค่า p, ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	$\sum_{i=1}^{34} X_i$	P	q	pq
2	26	0.76	0.24	0.18
3	22	0.65	0.35	0.23
6	23	0.68	0.32	0.22
8	21	0.62	0.38	0.24
9	27	0.79	0.21	0.16
10	21	0.62	0.38	0.24
13	26	0.76	0.24	0.18
14	17	0.5	0.5	0.25
17	14	0.41	0.59	0.24
19	14	0.41	0.59	0.24
20	9	0.26	0.74	0.19
21	21	0.62	0.38	0.24
24	20	0.59	0.41	0.24
28	14	0.41	0.59	0.24
30	16	0.47	0.53	0.25
33	15	0.44	0.56	0.25
34	17	0.5	0.5	0.25
35	8	0.24	0.76	0.18
36	20	0.59	0.41	0.24
39	7	0.21	0.79	0.16

$$\sum_{i=1}^{20} pq = 4.42$$

จากตารางที่ ข-5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
 ตรรกศาสตร์ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ กูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k pq}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.42}{16.80} \right] \\
 &= \frac{20}{19} [1 - 0.26] \\
 &= 1.05(0.74) \\
 &= 0.78
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ตรรกศาสตร์กับข้อคำถาม ชุดที่ 1 จำนวน 11 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความคิดเห็น	การพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
5	1	0	1	0.67	เหมาะสม	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้

ตารางที่ ข-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ตรรกศาสตร์ กับข้อคำถาม ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความคิดเห็น	การพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้

ตารางที่ ข-8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ตรรกศาสตร์ กับข้อคำถาม ชุดที่ 3 จำนวน 6 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความคิดเห็น	การพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้

ตารางที่ ข-9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ตรรกศาสตร์ กับข้อคำถาม ชุดที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ความคิดเห็น	การพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	เหมาะสม	ใช้ได้

ตารางที่ ข-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 1 จำนวน 11 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา		สรุป
			ค่า p	ค่า r	
1	0.60	0.29	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
2	0.57	0.22	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
3	0.55	0.22	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
4	0.76	0.29	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
5	0.62	0.47	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
6	0.65	0.24	ค่อนข้างง่าย	พอใช้	คัดเลือกไว้
7	0.82	0.18	ง่ายมาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
8	0.85	0.24	ง่ายมาก	พอใช้	ตัดทิ้ง
9	0.71	0.46	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้
10	0.59	0.67	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
11	0.61	0.49	ค่อนข้างง่าย	ดี	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา		สรุป
			ค่า p	ค่า r	
1	0.74	0.31	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
2	0.55	0.60	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
3	0.77	0.34	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
4	0.58	0.68	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 3 จำนวน 6 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา		สรุป
			ค่า p	ค่า r	
1	0.59	0.19	ปานกลาง	ต่ำ	ตัดทิ้ง
2	0.59	0.32	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
3	0.60	0.38	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
4	0.52	0.41	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
5	0.32	0.46	ค่อนข้างยาก	ดี	คัดเลือกไว้
6	0.15	0.22	ยากมาก	พอใช้	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ข-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา		สรุป
			ค่า p	ค่า r	
1	0.38	0.22	ค่อนข้างยาก	พอใช้	คัดเลือกไว้
2	0.36	0.14	ค่อนข้างยาก	ต่ำ	ตัดทิ้ง
3	0.49	0.22	ปานกลาง	พอใช้	คัดเลือกไว้
4	0.43	0.39	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
5	0.45	0.33	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
6	0.38	0.27	ค่อนข้างยาก	พอใช้	คัดเลือกไว้
7	0.32	0.33	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
8	0.43	0.45	ปานกลาง	ดี	คัดเลือกไว้
9	0.29	0.32	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
10	0.29	0.31	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-14 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 1 จำนวน 4 ข้อ

คนที่	ข้อที่	3	5	9	10	คะแนนรวม (X_i)	X_i^2
1		9.5	2	2	4	17.5	306.25
2		8.5	2	2	4	16.5	272.25
3		8.5	1.5	2	4	16	256
4		8	1.5	2	4	15.5	240.25
5		6	1.5	2	4	13.5	182.25
6		7.5	1.5	2	3.5	14.5	210.25
7		6	2	1.5	4	13.5	182.25
8		5	2	2	4	13	169
9		5.5	2	2	4	13.5	182.25
10		7.5	2	2	4	15.5	240.25
11		6	1.5	2	4	13.5	182.25
12		5.5	2	2	4	13.5	182.25
13		5.5	1.5	2	3.5	12.5	156.25
14		6.5	0	2	3.5	12	144
15		5	2	2	3.5	12.5	156.25
16		6	2	1	3.5	12.5	156.25
17		5.5	2	1.5	1.5	10.5	110.25
18		6.5	1.5	1.5	2	11.5	132.25
19		3.5	2	2	4	11.5	132.25
20		5	1.5	2	2.5	11	121

ตารางที่ ข-14 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่	3	5	9	10	คะแนนรวม (X_i)	X_i^2
21		6	1.5	0	0.5	8	64
22		7	2	0	0	9	81
23		4.5	1.5	2	0	8	64
24		4	1.5	2	1	8.5	72.25
25		2	1.5	1.5	3	8	64
26		4	0	2	3.5	9.5	90.25
27		2.5	0	1.5	0.5	4.5	20.25
28		6	0	0.5	0	6.5	42.25
29		3	0	0.5	0	3.5	12.25
30		5.5	0	0	0	5.5	30.25
31		5	0	0.5	0.5	6	36
32		3.5	0	0	0	3.5	12.25
33		4	0	0.5	0	4.5	20.25
34		3	0	0	0	3	9
$\sum_{i=1}^{34} X_i$		187	42	48.5	80.5	358	4332
$\sum_{i=1}^{34} X_i^2$		1133	75	89.25	288.75		
S_i^2		3.17	0.70	0.61	2.97	$\sum_{i=1}^4 S_i^2 = 7.45$	

จากตารางที่ ข-14 หาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X \right)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{34(4,332) - (358)^2}{34(34-1)} \\
 &= \frac{147,288 - 128,164}{34(33)} \\
 &= \frac{19,124}{1122} \\
 &= 17.04
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ ข-14 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบราซ (Cronbach) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{4}{4-1} \left[1 - \frac{7.45}{17.04} \right] \\
 &= \frac{4}{3} [1 - 0.44] \\
 &= 0.75
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-15 แสดงค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 2 ข้อ

คนที่	ข้อที่			คะแนนรวม	X_i^2
		2	4	(X_i)	
	1	2.5	4.5	7	49
	2	2.5	4.5	7	49
	3	2.5	4.5	7	49
	4	2.5	4	6.5	42.25
	5	2.5	4	6.5	42.25
	6	2	4.5	6.5	42.25
	7	2.5	3.5	6	36
	8	2.5	4.5	7	49
	9	1.5	4.5	6	36
	10	1.5	4.5	6	36
	11	2	4	6	36
	12	2	4	6	36
	13	2.5	4.5	7	49
	14	2.5	4.5	7	49
	15	0.5	4.5	5	25
	16	2.5	2	4.5	20.25
	17	1.5	4	5.5	30.25
	18	0	2	2	4
	19	2	1	3	9
	20	2.5	2	4.5	20.25

ตารางที่ ข-15 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่			คะแนนรวม	X^2
		2	4	(X)	
21		2.5	2	4.5	20.25
22		2	0	2	4
23		0.5	0.5	1	1
24		0	1	1	1
25		0	0	0	0
26		0	0.5	0.5	0.25
27		0	4.5	4.5	20.25
28		0	0	0	0
29		0	0	0	0
30		1	3.5	4.5	20.25
31		0	0	0	0
32		0	1	1	1
33		0	0	0	0
34		0	0.5	0.5	0.25
$\sum_{i=1}^{34} X_i$		46.5	89	135.5	777.75
$\sum_{i=1}^{34} X_i^2$		103.25	347		
S_i^2		1.20	3.46	$\sum_{i=1}^2 S_i^2 = 4.66$	

จากตารางที่ ข-15 หาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X \right)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{34(777.75) - (135.5)^2}{34(34-1)} \\
 &= \frac{26,443.5 - 18,360.25}{34(33)} \\
 &= \frac{8,083.25}{1122} \\
 &= 7.20
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ ข-15 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบราซ (Cronbach) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{2}{2-1} \left[1 - \frac{4.66}{7.20} \right] \\
 &= 2[1 - 0.65] \\
 &= 0.71
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-16 แสดงค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 3 จำนวน 3 ข้อ

คนที่	ข้อที่	2	3	4	คะแนนรวม (X_i)	X_i^2
1		9	2.5	2.5	14	196
2		7.5	2	2	11.5	132.25
3		8	2.5	2.5	13	169
4		6	2	1.5	9.5	90.25
5		5.5	2.5	1	9	81
6		5	2.5	2.5	10	100
7		7.5	2.5	2.5	12.5	156.25
8		7	1.5	1	9.5	90.25
9		7.5	2	2	11.5	132.25
10		6.5	2	2	10.5	110.25
11		8	2.5	2.5	13	169
12		7	2	2	11	121
13		6.5	0	1.5	8	64
14		7	2	1.5	10.5	110.25
15		6	2.5	0.5	9	81
16		7.5	1	1.5	10	100
17		3.5	1.5	2	7	49
18		4	1	2	7	49
19		4	1	2	7	49
20		8.5	2	1.5	12	144

ตารางที่ ข-16 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่	2	3	4	คะแนนรวม (X)	X ²
21		4	1	2	7	49
22		6	2	1.5	9.5	90.25
23		6.5	1	0.5	8	64
24		5.5	2.5	1	9	81
25		5	1	1.5	7.5	56.25
26		7	2	1	10	100
27		4	1.5	0	5.5	30.25
28		3	0.5	0.5	4	16
29		1.5	0	0	1.5	2.25
30		3	1.5	0	4.5	20.25
31		2	0.5	0	2.5	6.25
32		1	0	0	1	1
33		1	0	0	1	1
34		0.5	0	0	0.5	0.25
$\sum_{i=1}^{34} X_i$		181.5	51	44.5	277	2711.5
$\sum_{i=1}^{34} X_i^2$		1150.25	101.5	83.75		
S_i^2		5.50	0.76	0.77	$\sum_{i=1}^3 S_i^2 = 7.03$	

จากตารางที่ ข-16 หาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X \right)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{34(2,711.5) - (277)^2}{34(34-1)} \\
 &= \frac{92,191 - 76,729}{34(33)} \\
 &= \frac{15,462}{1122} \\
 &= 13.78
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ ข-16 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบราซ (Cronbach) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{3}{3-1} \left[1 - \frac{7.03}{13.78} \right] \\
 &= \frac{3}{2} [1 - 0.51] \\
 &= 0.74
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-17 แสดงค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า S_i และค่า S_i^2 ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชุดที่ 4 จำนวน 5 ข้อ

คนที่	ข้อที่	1	3	5	8	9	คะแนนรวม (X_i)	X_i^2
1		3.5	2	1.5	3	5	15	225
2		3.5	2	2	3	4	14.5	210.25
3		2.5	2	2	3.5	2.5	12.5	156.25
4		3.5	1.5	1.5	3.5	3	13	169
5		1.5	1.5	1.5	3.5	5	13	169
6		3	2	2.5	3	2.5	13	169
7		3.5	1.5	2	3	2	12	144
8		3	1.5	2	3	1.5	11	121
9		2.5	1	1.5	2.5	2.5	10	100
10		1.5	1	1	2	2.5	8	64
11		3.5	1.5	1	3	3	12	144
12		3	2	1	2.5	2.5	11	121
13		1.5	1.5	1	2.5	1.5	8	64
14		1.5	2	1.5	1.5	2.5	9	81
15		1	0	1.5	2	2.5	7	49
16		1.5	1	1.5	2	2.5	8.5	72.25
17		1.5	1.5	1	1	1	6	36
18		2	1	1.5	1	0.5	6	36
19		0	1.5	1	2.5	1	6	36
20		1.5	0.5	1	2.5	0.5	6	36

ตารางที่ ข-17 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่	คะแนนรวม					X_i^2	
		1	3	5	8	9		(X_i)
21		2.5	1.5	1	0	0.5	5.5	30.25
22		3	1	1	0.5	1.5	7	49
23		1.5	1	0.5	0	1.5	4.5	20.25
24		0.5	1	1	1	2	5.5	30.25
25		1	1	0.5	0.5	1.5	4.5	20.25
26		2	1	1	2	0.5	6.5	42.25
27		1	1	0.5	1.5	2	6	36
28		2.5	1.5	1	0	0	5	25
29		1.5	1	0.5	0.5	0	3.5	12.25
30		2	0.5	0.5	0	0	3	9
31		0.5	0	0	0.5	1.5	2.5	6.25
32		0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	3.5	12.25
33		1	1.5	0.5	0	0	3	9
34		0	0.5	0	0	0	0.5	0.25
$\sum_{i=1}^{34} X_i$		64.5	41.5	38	58.5	59.5	262	2505
$\sum_{i=1}^{34} X_i^2$		159.25	60.75	54	148.75	162.75		
S_i^2		1.12	0.31	0.35	1.46	1.78	$\sum_{i=1}^5 S_i^2 = 5.01$	

จากตารางที่ ข-17 หาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 S_t^2 &= \frac{n \sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X \right)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{34(2,505) - (262)^2}{34(34-1)} \\
 &= \frac{85,170 - 68,644}{34(33)} \\
 &= \frac{16,526}{1122} \\
 &= 14.73
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ ข-17 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบราซ (Cronbach) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{5.01}{14.73} \right] \\
 &= \frac{5}{4} [1 - 0.34] \\
 &= 0.83
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ค

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดและเกณฑ์การให้คะแนน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 (ค31201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ประพจน์

เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ประพจน์ คือ ข้อความที่อยู่ในรูปประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธที่มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

ผลการเรียนรู้

นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประพจน์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของประพจน์ได้
2. จำแนกข้อความที่เป็นประพจน์และไม่เป็นประพจน์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

1. ในการสร้างความเข้าใจ
2. ในการคิดวิเคราะห์
3. ในการให้เหตุผล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : ปลูกฝังให้นักเรียน

1. ซื่อสัตย์สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. มีจิตสาธารณะ

สาระการเรียนรู้

1. ประพจน์

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นเตรียม

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยกล่าวถึงความเป็นมา ความหมาย และความสำคัญของวิชาตรรกศาสตร์

ขั้นเสนอตัวอย่าง

2. ครูนำเสนอประโยคต่อไปนี้บนกระดาน

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1) $\sqrt{3}$ เป็นจำนวนตรรกยะ | 11) โปรตเอื้อเพื่อแก่เด็ก สตรี และคนชรา |
| 2) มีคนอยู่บนดาวพุธ | 12) $\sqrt{-4}$ หาค่าไม่ได้ |
| 3) ใครไม่มาโรงเรียนวันนี้ | 13) กรุณาสงสารฉันเถิด |
| 4) 10 เป็นตัวประกอบของ 15 | 14) $ 3-5 < -1$ |
| 5) จงหาค่า x เมื่อ $x + 3 = 5$ | 15) ณเดช เป็นนักแสดงของช่อง 3 |
| 6) ปากกาด้ามนี้เป็นของใคร | 16) โรงเรียนเทพามีนักเรียนมากกว่า 500 คน |
| 7) คนทุกคนต้องตาย | 17) เดือนตุลาคมนี้ น้ำจะท่วมกรุงเทพฯหรือไม่ |
| 8) ม้าบินได้ | 18) ว้าย! ตาเถรตกน้ำ |
| 9) น้ำพิ้งเรือ เสือพิ้งป่า | 19) $(-2)^3 < (-2)^2$ |
| 10) วันนี้อากาศร้อนมาก | 20) ฉันเป็นผู้หญิงที่สวยงาม |

3. ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบว่าประโยคที่นำเสนอบนกระดานนั้นเป็นจริงหรือเท็จ ซึ่งได้ผลดังนี้

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| 1) $\sqrt{3}$ เป็นจำนวนตรรกยะ | เป็นเท็จ |
| 2) มีคนอยู่บนดาวพุธ | เป็นเท็จ |
| 3) ใครไม่มาโรงเรียนวันนี้ | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 4) 10 เป็นตัวประกอบของ 15 | เป็นเท็จ |
| 5) จงหาค่า x เมื่อ $x + 3 = 5$ | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 6) ปากกาด้ามนี้เป็นของใคร | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 7) คนทุกคนต้องตาย | เป็นจริง |
| 8) ม้าบินได้ | เป็นเท็จ |
| 9) น้ำพิ้งเรือ เสือพิ้งป่า | บอกค่าความจริงไม่ได้ |

- | | |
|---|----------------------|
| 10) วันนี้อากาศร้อนมาก | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 11) โปรตเอื้อเพื่อแก่เด็ก สตรี และคนชรา | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 12) $\sqrt{-4}$ หาค่าไม่ได้ | เป็นจริง |
| 13) กรุณาสงสารฉันเถิด | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 14) $ 3-5 < -1$ | เป็นเท็จ |
| 15) ฌเดช เป็นนักแสดงของช่อง 3 | เป็นจริง |
| 16) โรงเรียนเทพามีนักเรียนมากกว่า 500 คน | เป็นจริง |
| 17) เดือนตุลาคมนี้ น้ำจะท่วมกรุงเทพฯหรือไม่ | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 18) ว้าย! ตาเถรตกน้ำ | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
| 19) $(-2)^3 < (-2)^2$ | เป็นจริง |
| 20) ฉันเป็นผู้หญิงที่สวยงาม | บอกค่าความจริงไม่ได้ |
4. กรุณอบอกนักเรียนว่าประโยคในข้อ 1), 2), 4), 7), 8), 12), 14), 15), 16) และ 19) เรียกว่า “ประพจน์” ส่วนข้อ 3), 5), 6), 9), 10), 11), 13), 17), 18) และ 20) ไม่ใช่ประพจน์

ขั้นเปรียบเทียบ

5. กรุณาประโยคข้างต้นมาแยกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ประพจน์	ไม่เป็นประพจน์
$\sqrt{3}$ เป็นจำนวนตรรกยะ	ใครไม่มาโรงเรียนวันนี้
มีคนอยู่บนดาวพุธ	จงหาค่า x เมื่อ $x + 3 = 5$
10 เป็นตัวประกอบของ 15	ปากกาดำนี้เป็นของใคร
คนทุกคนต้องตาย	น้ำฟิ่งเรือ เสือฟิ่งป่า
ม้าบินได้	วันนี้อากาศร้อนมาก
$\sqrt{-4}$ หาค่าไม่ได้	โปรดเอื้อเพื่อแก่เด็ก สตรี และคนชรา
$ 3-5 < -1$	กรุณาสงสารฉันเถิด
ฌเดช เป็นนักแสดงของช่อง 3	เดือนตุลาคมนี้ น้ำจะท่วมกรุงเทพฯหรือไม่
โรงเรียนเทพามีนักเรียนมากกว่า 500 คน	ว้าย! ตาเถรตกน้ำ
$(-2)^3 < (-2)^2$	ฉันเป็นผู้หญิงที่สวยงาม

6. กรุณาให้นักเรียนสังเกตลักษณะของประโยคที่เป็นประพจน์และไม่เป็นประพจน์โดยใช้การถามตอบ แล้วเขียนลักษณะของประโยคที่นักเรียนสังเกตเห็นลงบนกระดาน

ขั้นสรุป

7. นักเรียนแต่ละคนสรุปความหมายของคำว่า “ประพจน์” ลงในสมุดความคิดรวบยอด
8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของคำว่า “ประพจน์” อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ดังนี้

บทนิยาม ประพจน์ คือ ข้อความที่อยู่ในรูปประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธที่มีค่าความจริงเป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

9. ครูชี้แจงเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าความจริงของประพจน์ว่า ค่าความจริงของประพจน์ที่เป็นจริงแทนด้วยสัญลักษณ์ T และค่าความจริงของประพจน์ที่เป็นเท็จแทนด้วยสัญลักษณ์ F

ขั้นนำไปใช้

10. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 1 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 10 นาที
11. นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.1 หน้า 3 ข้อ 1 ใหญ่ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 เป็นการทำงานบ้าน

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

กระบวนการวัดผลและประเมินผล

1. การถาม – ตอบในห้องเรียน
2. การร่วมอภิปรายในห้องเรียน
3. การสรุปความรู้ของนักเรียน
4. การทำแบบฝึกทักษะ
5. การทดสอบหลังการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวศิริพร ไชยศิริ)

ผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 (ค31201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การเชื่อมประพจน์

เวลา 200 นาที

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การเชื่อมประพจน์เป็นการสร้างประพจน์ใหม่จากประพจน์เชิงเดียวหรือประพจน์ย่อย ตั้งแต่ 2 ประพจน์ขึ้นไปด้วยตัวเชื่อมทางตรรกศาสตร์ ซึ่งมี 4 ชนิด ได้แก่ และ, หรือ, ถ้า...แล้ว..., ... ก็ต่อเมื่อ...

ผลการเรียนรู้

นักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องการเชื่อมประพจน์ เข้าใจสัญลักษณ์ของตัวเชื่อม และหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม 1 ตัวได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. หาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม 1 ตัวได้
2. บอกค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่มีตัวเชื่อม 1 ตัวได้

ด้านทักษะกระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

1. ในการสร้างความเข้าใจ
2. ในการคิดวิเคราะห์
3. ในการให้เหตุผล
4. ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : ปลูกฝังให้นักเรียน

1. รักษาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. รักความเป็นไทย

8. มีจิตสาธารณะ

สาระการเรียนรู้

1. การเชื่อมประพจน์
2. ค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อม 1 ตัว

กระบวนการจัดการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นเตรียม

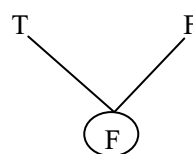
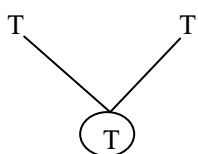
1. ครูทบทวนความหมายของคำว่า “ประพจน์” โดยการสุ่มนักเรียนจำนวน 1 คนให้อธิบายความหมาย
2. ครูอธิบายถึงการใช้สัญลักษณ์แทนประพจน์
3. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับคำที่เป็นตัวเชื่อมในภาษาไทย พร้อมอธิบายว่า ข้อความที่ไม่มีตัวเชื่อมและเป็นประพจน์เรียกว่าประพจน์เชิงเดียวหรือประพจน์ย่อย
4. ครูแนะนำตัวเชื่อมทางตรรกศาสตร์ 4 ตัวเชื่อม คือ และ, หรือ, ถ้า...แล้ว..., ...ก็ต่อเมื่อ... แล้วบอกนักเรียนว่า การนำประพจน์เชิงเดียวหรือประพจน์ย่อยตั้งแต่ 2 ประพจน์ขึ้นไป มาเชื่อมด้วยตัวเชื่อมทางตรรกศาสตร์เป็นการสร้างประพจน์ ซึ่งเรียกประพจน์ใหม่ที่ได้ว่า ประพจน์เชิงประกอบหรือประพจน์ผสม

ขั้นเสนอตัวอย่าง

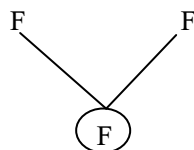
5. ครูยกตัวอย่างประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” แล้วให้นักเรียนหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยแต่ละตัวโดยใช้การถามตอบ จากนั้นครูแสดงการหาค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” ดังนี้

1) $3 + 8 = 11$ และ $3 + 2 < 10$

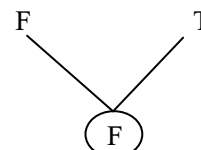
2) $1 + 3 \neq 8$ และ $7 - 2 > 12$



3) $1 > 3 - 2$ และ $4 - 3 < 0$

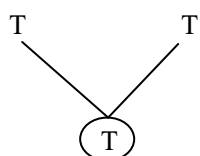


4) 0 เป็นจำนวนคี่และ 2 เป็นจำนวนเฉพาะ

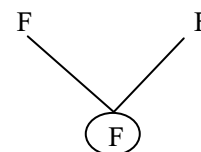


5) $|1| < |-2|$ และ $\sqrt{4}$ เป็นจำนวน

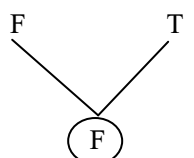
ตรรกยะ



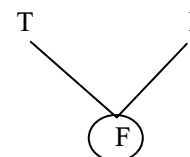
6) 39 เป็นจำนวนเฉพาะและเป็นจำนวนคู่



7) $-7 > -5$ และ -7 เป็นจำนวนเต็ม



8) 0 เป็นจำนวนตรรกยะแต่ไม่เป็นจำนวนเต็ม



ขั้นเปรียบเทียบ

6. กรุณาค่าความจริงที่ได้จากการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “และ” ของตัวอย่างข้างต้นมาใส่ลงในตารางเดียวกัน โดยให้ประพจน์ที่ 1 ของทุกข้อแทนด้วย p และประพจน์ที่ 2 ของทุกข้อแทนด้วย q ซึ่งได้ดังนี้

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	F	F
F	T	F
T	T	T
F	F	F
F	T	F
T	F	F

7. ครูให้นักเรียนสังเกตว่าตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” มีค่าความจริงที่แตกต่างกันกี่กรณี โดยใช้การถามตอบ

ขั้นสรุป

8. นักเรียนแต่ละคนสรุปค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” ลงในสมุดความคิดรวบยอด
9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ดังนี้

ให้ p และ q เป็นประพจน์ใด ๆ จะเขียนแทนประพจน์ p และ q ด้วย $p \wedge q$ ซึ่งสามารถแสดงค่าความจริงได้ดังนี้

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

10. ครูให้นักเรียนสังเกตว่า ค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” มีค่าความจริงเป็นจริงและมีค่าความจริงเป็นเท็จในกรณีแบบไหน โดยใช้การถามตอบ

ขั้นนำไปใช้

11. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 2.1 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 5 นาที

คาบที่ 2

ขั้นเตรียม

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “และ” โดยสุ่มนักเรียนจำนวน 3 คน บอกค่าความจริงของประพจน์ต่อไปนี้ โดยมีเพื่อน ๆ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง

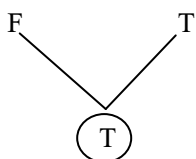
- 1) 4 เป็นจำนวนคู่และ 5 เป็นจำนวนคี่
- 2) -2 เป็นจำนวนเต็มและเป็นจำนวนอตรรกยะ
- 3) 3 เป็นจำนวนคู่และ 2 หาร 3 ลงตัว

ชั้นเสนอตัวอย่าง

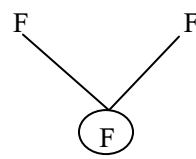
2. ครุยกตัวอย่างประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” แล้วสุ่มนักเรียนจำนวน 8 คน ให้ออกมาเขียนค่าความจริงของประพจน์ย่อยในแต่ละข้อ

3. ครูแสดงการหาค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” ดังนี้

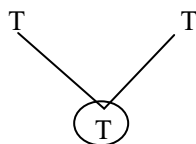
1) 8 เป็นจำนวนคี่หรือจำนวนคู่



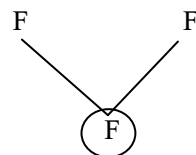
2) $-1 + 3 \neq 2$ หรือ $-2 > -1$



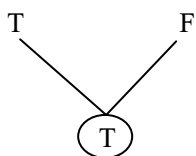
3) $|1| = |-1|$ หรือ $3 - 4 < 0$



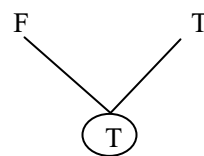
4) 0 เป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ



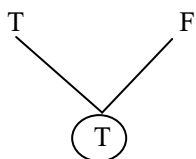
5) $1 > 1 - 2$ หรือ $3 \neq -5 + 8$



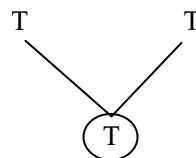
6) 40 เป็นจำนวนเฉพาะหรือเป็นจำนวนคู่



7) $-5 < -4$ หรือ $\frac{1}{2}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ



8) 0 เป็นจำนวนตรรกยะหรือเป็นจำนวนเต็ม



ชั้นเปรียบเทียบ

4. ครุนำค่าความจริงที่ได้จากการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “หรือ” ของตัวอย่างข้างต้นมาใส่ลงในตารางเดียวกัน โดยให้ประพจน์ที่ 1 ของทุกข้อแทนด้วย p และประพจน์ที่ 2 ของทุกข้อแทนด้วย q ซึ่งได้ดังนี้

p	q	$p \vee q$
F	T	T
F	F	F
T	T	T
F	F	F
T	F	T
F	T	T
T	F	T
T	T	T

5. ครูให้นักเรียนสังเกตว่าตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” มีค่าความจริงที่แตกต่างกันกี่กรณี โดยใช้การถามตอบ

ขั้นสรุป

6. นักเรียนแต่ละคนสรุปค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” ลงในสมุดความคิดรวบยอด
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” ซึ่งได้ดังนี้

ให้ p และ q เป็นประพจน์ใด ๆ จะเขียนแทนประพจน์ p หรือ q ด้วย $p \vee q$ ซึ่งสามารถแสดงค่าความจริงได้ดังนี้

p	q	$p \vee q$
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

8. ครูให้นักเรียนสังเกตว่า ค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” มีค่าความจริงเป็นจริงและมีค่าความจริงเป็นเท็จในกรณีแบบไหน โดยใช้การถามตอบ

ขั้นนำไปใช้

9. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 2.2 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 5 นาที

คาบที่ 3

ขั้นเตรียม

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “หรือ” โดยเขียนไจท์บนกระดานดังนี้

- 1) แมวมี 2 ขาหรือนกมี 4 ขา
- 2) -2 หรือ 3 เป็นจำนวนเฉพาะ
- 3) 4 เป็นจำนวนคู่หรือ 2 หาร 4 ลงตัว
- 4) $2^3 = 8$ หรือ $2 = 8$

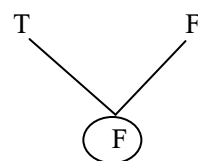
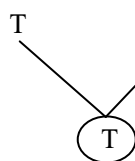
2. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 4 คน ออกมาเขียนค่าความจริงของประพจน์บนกระดาน แล้วให้เพื่อน ๆ เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นเสนอตัวอย่าง

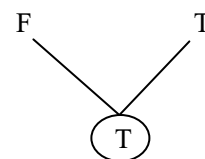
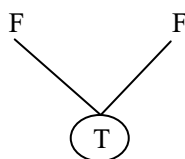
3. ครูยกตัวอย่างประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” แล้วสุ่มนักเรียนจำนวน 8 คนออกมาเขียนค่าความจริงของประพจน์ย่อยแต่ละข้อ

4. ครูแสดงการหาค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” ดังนี้

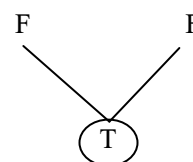
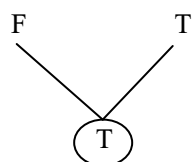
- 1) ถ้า 3 หาร 9 ลงตัวแล้ว 9 เป็นจำนวนคี่
- 2) ถ้า 2 เป็นจำนวนเฉพาะแล้ว 2 เป็นจำนวนคี่



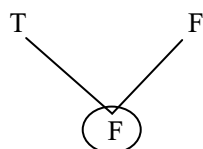
- 3) ถ้า 5 เป็นจำนวนคู่แล้ว 2 หาร 5 ลงตัว
- 4) ถ้า 0 เป็นจำนวนเต็มบวกแล้ว $0 > -1$



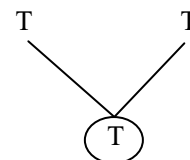
- 5) ถ้า $3 > 4$ แล้ว $3 - 4 < 4 - 3$
- 6) ถ้า 7 ไม่ใช่จำนวนนับแล้ว $7 < 0$



- 7) ถ้า $3 + 8 = 11$ แล้ว $3 - 8 = 5$



- 8) ถ้า $|-1| \geq 0$ แล้ว $|-1| = |1|$



ขั้นเปรียบเทียบ

5. ครุณำค่าความจริงที่ได้จากการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” ของตัวอย่างข้างต้นมาใส่ลงในตารางเดียวกัน โดยให้ประพจน์ที่ 1 ของทุกข้อแทนด้วย p และประพจน์ที่ 2 ของทุกข้อแทนด้วย q ซึ่งได้ดังนี้

p	q	$p \rightarrow q$
T	T	T
T	F	F
F	F	T
F	T	T
F	T	T
F	F	T
T	F	F
T	T	T

6. ครูให้นักเรียนสังเกตว่าตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” มีค่าความจริงที่แตกต่างกันกี่กรณี โดยใช้การถามตอบ

ขั้นสรุป

7. นักเรียนแต่ละคนสรุปค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” ลงในสมุดความคิดรวบยอด
8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” ซึ่งได้ดังนี้

ให้ p และ q เป็นประพจน์ใด ๆ จะเขียนแทนประพจน์ ถ้า p แล้ว q ด้วย $p \rightarrow q$ ซึ่งสามารถแสดงค่าความจริงได้ดังนี้

p	q	$p \rightarrow q$
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T

9. ครูให้นักเรียนสังเกตว่า ค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” มีค่าความจริงเป็นจริงและมีค่าความจริงเป็นเท็จในกรณีแบบไหนโดยใช้การถามตอบ

ขั้นนำไปใช้

10. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 2.3 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 5 นาที

คาบที่ 4

ขั้นเตรียม

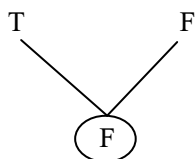
- ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “ถ้า ... แล้ว ...” โดยสุ่มนักเรียนจำนวน 3 คน ให้นิพนธ์จากกล่องแล้วบอกค่าความจริงของประพจน์ โดยมีเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งมีโจทย์ดังต่อไปนี้
 - ถ้านกเป็นสัตว์เลี้ยงแล้วนกมีสองขา
 - ถ้า 8 เป็นจำนวนเต็มแล้ว $\sqrt{8}$ เป็นจำนวนเต็ม
 - ถ้า 51 เป็นจำนวนคี่แล้ว 51 เป็นจำนวนเฉพาะ
 - ถ้า $3 > 4$ แล้ว $3 - 4 > 0$
 - ถ้า $\sqrt{2} < 1$ แล้ว $2 > 1$

ขั้นเสนอตัวอย่าง

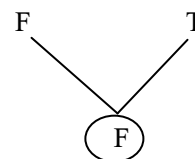
- ครูยกตัวอย่างประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” แล้วให้นักเรียนหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยแต่ละตัวโดยใช้การถามตอบ

- ครูแสดงการหาค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” ดังนี้

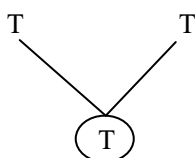
1) $2 < 3$ ก็ต่อเมื่อ $3 < 2$



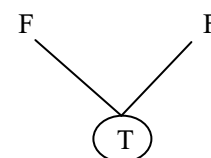
2) 15 เป็นจำนวนเฉพาะ ก็ต่อเมื่อ 15 เป็นจำนวนคี่



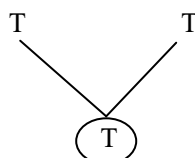
3) 2 หาร 10 ลงตัว ก็ต่อเมื่อ 10 เป็นจำนวนคู่



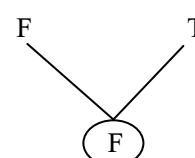
4) -1 เป็นจำนวนเต็มบวก ก็ต่อเมื่อ $-1 > 0$



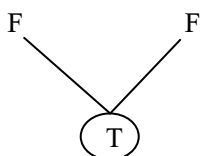
5) $7 + 5$ เป็นจำนวนคู่ ก็ต่อเมื่อ 7 เป็นจำนวนคี่



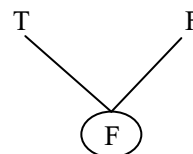
6) $\sqrt{3}$ เป็นจำนวนตรรกยะ ก็ต่อเมื่อ $(\sqrt{3})^2 = 3$



7) $3 - 8 = 5$ ก็ต่อเมื่อ $5 - 8 = 3$



8) $|-1|=1$ ก็ต่อเมื่อ $-1=1$



ขั้นเปรียบเทียบ

4. ให้นำค่าความจริงที่ได้จากการเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” ของตัวอย่างข้างต้นมาใส่ลงในตารางเดียวกัน โดยให้ประพจน์ที่ 1 ของทุกข้อแทนด้วย p และประพจน์ที่ 2 ของทุกข้อแทนด้วย q ซึ่งได้ดังนี้

p	q	$p \leftrightarrow q$
T	F	F
F	T	F
T	T	T
F	F	T
T	T	T
F	T	F
F	F	T
T	F	F

5. ครูให้นักเรียนสังเกตว่าตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” มีค่าความจริงที่แตกต่างกันกี่กรณีโดยใช้การถามตอบ

ขั้นสรุป

6. นักเรียนแต่ละคนสรุปค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” ลงในสมุดความคิดรวบยอด
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงตารางค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” ซึ่งได้ดังนี้

ให้ p และ q เป็นประพจน์ใด ๆ จะเขียนแทนประพจน์ p ก็ต่อเมื่อ q ด้วย $p \leftrightarrow q$ ซึ่ง สามารถแสดงค่าความจริงได้ดังนี้

p	q	$p \leftrightarrow q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	T

8. ครูให้นักเรียนสังเกตว่า ค่าความจริงของประพจน์ที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ก็ต่อเมื่อ” มีค่าความจริงเป็นจริงและมีค่าความจริงเป็นเท็จในกรณีแบบไหน โดยใช้การถามตอบ

ขั้นนำไปใช้

- นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 2.4 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 5 นาที
- นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.2 หน้า 11 ข้อ 1 ใหญ่ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 เป็นการบ้าน

แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

กระบวนการวัดผลและประเมินผล

- การถาม – ตอบในห้องเรียน
- การร่วมอภิปรายในห้องเรียน
- การสรุปความรู้ของนักเรียน
- การทำแบบฝึกหัด
- การทดสอบหลังการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวศิริพร ไชยศรี)

ผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1 (ค31201)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การหาค่าความจริงของประพจน์

เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมหลาย ๆ ตัวเชื่อมจะต้องรู้ค่าความจริงของประพจน์ย่อย แล้วหาค่าความจริงของประพจน์ผสม โดยหาค่าความจริงที่อยู่ในวงเล็บก่อน จากนั้นหาค่าความจริงตามลำดับความสำคัญของตัวเชื่อม คือ \sim , \wedge , \vee , \rightarrow , \leftrightarrow

ผลการเรียนรู้

นักเรียนสามารถจัดลำดับขั้นตอนและหาค่าความจริงของประพจน์หลาย ๆ ตัวเชื่อมได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. หาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัวได้
2. หาค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่มีตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัวได้

ด้านทักษะกระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

1. ในการสร้างความเข้าใจ
2. ในการคิดวิเคราะห์
3. ในการให้เหตุผล
4. ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : ปลูกฝังให้นักเรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

สาระการเรียนรู้

1. ค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัว
2. ค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่มีตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัว

กระบวนการจัดการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นเตรียม

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องการเชื่อมประพจน์โดยใช้การถามตอบ
2. ครูอธิบายกับนักเรียนว่า นอกจากตัวเชื่อมประพจน์ทั้ง 4 ชนิดแล้ว ยังมีสัญลักษณ์ที่ใช้เปลี่ยนค่าความจริงของประพจน์ให้มีค่าความจริงตรงข้ามกับค่าความจริงเดิม เรียกสัญลักษณ์ที่มีสมบัติดังกล่าวว่า “นิเสธของประพจน์” เขียนแทนด้วย \sim ซึ่งมีตารางค่าความจริงดังนี้

p	$\sim p$
T	F
F	T

ขั้นเสนอตัวอย่าง

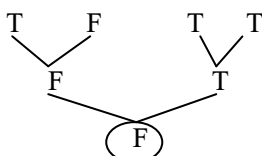
3. ครูนำเสนอตัวอย่างการหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมแบบต่าง ๆ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าความจริงของประพจน์ “ถ้า $1 + 3 < 5$ และ $5 > 9$ แล้ว $2^0 = 1$ หรือ $1^5 = 1$ ”

วิธีทำ ให้ p แทนประพจน์ $1 + 3 < 5$ มีค่าความจริงเป็นจริง
 q แทนประพจน์ $5 > 9$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ
 r แทนประพจน์ $2^0 = 1$ มีค่าความจริงเป็นจริง
 s แทนประพจน์ $1^5 = 1$ มีค่าความจริงเป็นจริง

จาก ถ้า $1 + 3 < 5$ และ $5 > 9$ แล้ว $2^0 = 1$ หรือ $1^5 = 1$ จะได้ $(p \wedge q) \rightarrow (r \vee s)$

$$(p \wedge q) \rightarrow (r \vee s)$$

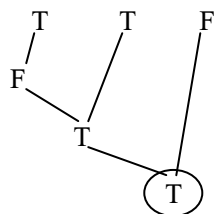


ดังนั้น ประพจน์ $(p \wedge q) \rightarrow (r \vee s)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้ p, q และ r เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริง จริง และเท็จ ตามลำดับแล้ว จงหาค่าความจริงของ $(\sim p \rightarrow q) \vee r$

วิธีทำ

$$(\sim p \rightarrow q) \vee r$$

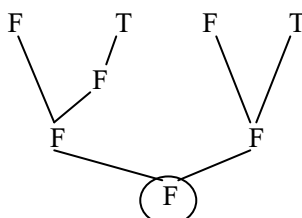


ดังนั้น ประพจน์ $(\sim p \rightarrow q) \vee r$ มีค่าความจริงเป็นจริง

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้ p, q และ r เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จ จริง และเท็จ ตามลำดับแล้ว จงหาค่าความจริงของ $(p \vee \sim q) \wedge (r \leftrightarrow q)$

วิธีทำ

$$(p \vee \sim q) \wedge (r \leftrightarrow q)$$

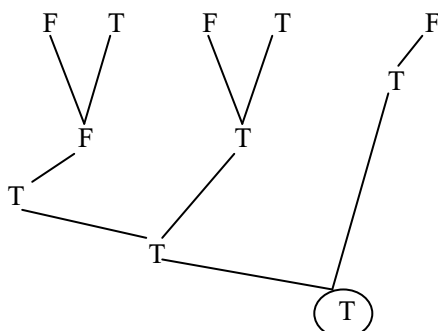


ดังนั้น ประพจน์ $(p \vee \sim q) \wedge (r \leftrightarrow q)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ

ตัวอย่างที่ 4 กำหนดให้ p, q, r และ s เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จ เท็จ จริง และจริง ตามลำดับ จงหาค่าความจริงของ $[\sim (p \wedge s) \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim p$

วิธีทำ

$$[\sim (p \wedge s) \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim p$$



ดังนั้น ประพจน์ $[\sim (p \wedge s) \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim p$ มีค่าความจริงเป็นจริง

ขั้นเปรียบเทียบ

4. ครูให้นักเรียนสังเกตขั้นตอนการหาค่าความจริงของประพจน์ทั้ง 4 ตัวอย่าง
5. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนในการหาค่าความจริงของประพจน์ โดยมีครูเป็นผู้ใช้คำถามในการกระตุ้น แล้วนำคำตอบที่ได้เขียนบนกระดาน

ขั้นสรุป

6. นักเรียนแต่ละคนสรุปขั้นตอนการหาค่าความจริงของประพจน์ลงในสมุดความคิดรวบยอด
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนในการหาค่าความจริงของประพจน์อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ดังนี้

การหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมหลาย ๆ ตัวเชื่อมจะต้องรู้ค่าความจริงของประพจน์ย่อย ๆ แล้วหาค่าความจริงของประพจน์ผสม โดยหาค่าความจริงที่อยู่ในวงเล็บก่อน จากนั้นหาค่าความจริงตามลำดับความสำคัญของตัวเชื่อม คือ $\sim, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$

ขั้นนำไปใช้

8. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 3.1 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 10 นาที
9. นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.3 หน้า 14 ข้อ 1 ใหญ่ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 เป็นการบ้าน

คาบที่ 2

ขั้นเตรียม

1. ครูเฉลยแบบฝึกหัด 1.3 หน้า 14 ข้อ 1 ใหญ่ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 เฉพาะข้อที่นักเรียนทำผิดบนกระดาน พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนที่ถูกต้อง

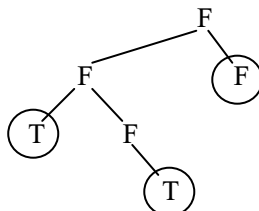
ขั้นเสนอตัวอย่าง

2. ครูนำเสนอตัวอย่างการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยจากค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมมากกว่า 1 ตัว ดังนี้

ตัวอย่างที่ 5 ถ้า $(p \rightarrow \sim q) \vee r$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ แล้วจงหาค่าความจริงของ p, q และ r ตามลำดับ

วิธีทำ

$$(p \rightarrow \sim q) \vee r$$

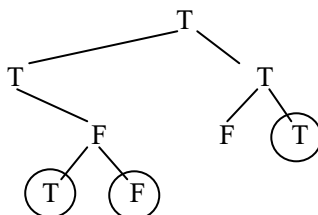


ดังนั้น ค่าความจริงของ p, q และ r คือ จริง, จริง และเท็จ ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 6 ถ้า $\sim(p \rightarrow q) \wedge (q \vee r)$ มีค่าความจริงเป็นจริง แล้วจงหาค่าความจริงของ p, q และ r ตามลำดับ

วิธีทำ

$$\sim(p \rightarrow q) \wedge (q \vee r)$$

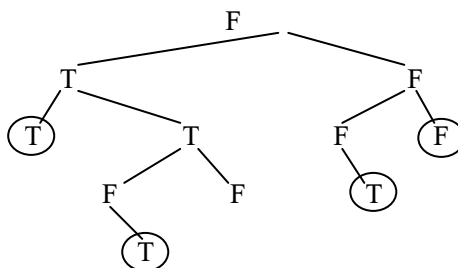


ดังนั้น ค่าความจริงของ p, q และ r คือ จริง, เท็จ และจริง ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 7 ถ้า $[p \wedge (\sim q \rightarrow r)] \rightarrow (\sim s \vee r)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ แล้วจงหาค่าความจริงของ p, q, r และ s ตามลำดับ

วิธีทำ

$$[p \wedge (\sim q \rightarrow r)] \rightarrow (\sim s \vee r)$$

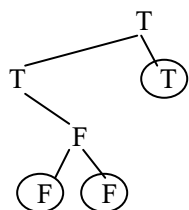


ดังนั้น ค่าความจริงของ p, q, r และ s คือ จริง, จริง, เท็จ และจริง ตามลำดับ

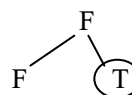
ตัวอย่างที่ 8 กำหนดประพจน์ $\sim(p \vee q) \wedge r$ มีค่าความจริงเป็นจริง และประพจน์ $(p \wedge r) \leftrightarrow s$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ จงหาค่าความจริงของประพจน์ $p \rightarrow [\sim(r \vee q) \leftrightarrow (s \wedge \sim p)]$

วิธีทำ

$$\sim(p \vee q) \wedge r$$



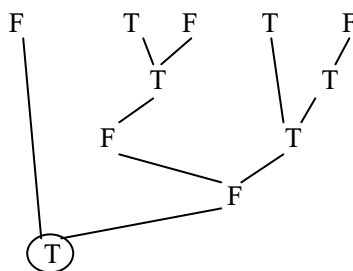
$$(p \wedge r) \leftrightarrow s$$



จะได้ค่าความจริงของประพจน์ p, q, r และ s เป็น เท็จ, เท็จ, จริง และ จริง

ตามลำดับ

$$p \rightarrow [\sim(r \vee q) \leftrightarrow (s \wedge \sim p)]$$



ดังนั้น ค่าความจริงของประพจน์ $p \rightarrow [\sim(r \vee q) \leftrightarrow (s \wedge \sim p)]$ มีค่าความจริงเป็นจริง

ขั้นเปรียบเทียบ

3. ครูให้นักเรียนสังเกตขั้นตอนการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยทั้ง 4 ตัวอย่าง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนในการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อย แล้วนำคำตอบที่ได้เขียนเป็นข้อสรุปบนกระดาน

ขั้นสรุป

5. นักเรียนแต่ละคนสรุปขั้นตอนการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยลงในสมุดความคิดรวบยอด
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนในการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ดังนี้

การหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่มีตัวเชื่อมหลาย ๆ ตัวเชื่อมจะต้องรู้ค่าความจริงของประพจน์ผสม แล้วหาค่าความจริงของประพจน์ย่อย โดยหาค่าความจริงประพจน์ผสมเรียงลำดับจากวงเล็บที่ใหญ่ที่สุดจนถึงวงเล็บที่เล็กที่สุด

ขั้นนำไปใช้

7. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 3.2 ในสมุดความคิดรวบยอดส่งครูภายใน 10 นาที
8. นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.3 หน้า 15 ข้อ 2 ใหญ่ในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 เป็นกรบ้าน

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

กระบวนการวัดผลและประเมินผล

1. การถาม – ตอบในห้องเรียน
2. การร่วมอภิปรายในห้องเรียน
3. การสรุปความรู้ของนักเรียน
4. การทำแบบฝึกหัด
5. การทดสอบหลังการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวศิริพร ไชยศรี)

ผู้สอน

แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

เรื่อง ประพจน์ การเชื่อมประพจน์ และการหาค่าความจริงของประพจน์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเติมคำตอบจำนวน 1 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวม 18 คะแนน ให้นักเรียนทำตามคำสั่งทุกข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

1. จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เป็นประพจน์ และเครื่องหมาย × หน้าข้อความที่ไม่เป็นประพจน์ พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์เพราะเหตุใด (ข้อละ 1 คะแนน)

..... 1) ห้ามลอกข้อสอบนะ เพราะ.....

..... 2) จำนวนอตรรกยะเป็นจำนวนจริง เพราะ.....

..... 3) 5, 12 และ 13 เป็นความยาวด้านของ เพราะ.....
รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

..... 4) ภาษาไทยมีพยัญชนะ 44 ตัว เพราะ.....

..... 5) คณิตศาสตร์ง่ายกว่าภาษาอังกฤษ เพราะ.....

..... 6) $\pi = \frac{22}{7}$ เพราะ.....

..... 7) วันนี้อากาศร้อนมาก เพราะ.....

..... 8) 12 เป็นพหุคูณของ 6 เพราะ.....

..... 9) ถ้า $5 < 0$ แล้ว 5 เป็นจำนวนเต็มลบ เพราะ.....

..... 10) ขอให้ทุกท่านเดินทางโดยปลอดภัย เพราะ.....

2. จงหาค่าความจริงของประพจน์ $\sim(p \rightarrow q) \wedge [\sim r \vee (s \leftrightarrow p)]$ เมื่อกำหนดให้ p, q r และ s เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จ จริง จริง และเท็จตามลำดับ (2 คะแนน)

3. กำหนดค่าความจริงของประพจน์ $\sim(p \vee q) \wedge [(p \leftrightarrow (r \rightarrow s))]$ เป็นจริง จงหาค่าความจริงของประพจน์ย่อย p, q, r และ s (2 คะแนน)

4. จงหาค่าความจริงของประพจน์ $[\sim p \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim(s \wedge t)$ เมื่อกำหนดให้ประพจน์ $p \rightarrow (q \wedge r)$ มีค่าความจริงเป็นจริง และประพจน์ $\sim p \vee (s \rightarrow t)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ (4 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 1

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	คำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน
0.5	คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลได้ไม่ชัดเจน
0	คำตอบถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ หรือ คำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 2 และข้อ 3

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	วิธีทำทั้ง 3 ขั้นตอนถูกต้องและสรุปผลได้ชัดเจน
1.5	วิธีทำทั้ง 3 ขั้นตอนถูกต้อง
1	วิธีทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 ถูก แต่ขั้นตอนที่ 3 ผิด
0.5	วิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูก แต่ขั้นตอนที่ 2 ผิด
0	วิธีทำขั้นตอนที่ 1 ผิด

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 4

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	วิธีทำทั้ง 2 ส่วนถูกต้องและสรุปผลได้ชัดเจนทั้ง 2 ส่วน
3.5	วิธีทำทั้ง 2 ส่วนถูก แต่ไม่สรุปผลในส่วนที่ 2
3	วิธีทำส่วนที่ 1 ถูกและสรุปผลได้ชัดเจน วิธีทำส่วนที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 – 3 ถูก แต่ขั้นตอนที่ 4 ผิด
2.5	วิธีทำส่วนที่ 1 ถูกและสรุปผลได้ชัดเจน วิธีทำส่วนที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 – 2 ถูก แต่ขั้นตอนที่ 3 – 4 ผิด
2	วิธีทำส่วนที่ 1 ถูกและสรุปผลได้ชัดเจน วิธีทำส่วนที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 ถูก แต่ขั้นตอนที่ 2 – 4 ผิด
1.5	วิธีทำส่วนที่ 1 ถูกและสรุปผลได้ชัดเจน แต่วิธีทำส่วนที่ 2 ผิด
1	วิธีทำส่วนที่ 1 ถูก แต่ไม่สรุปผล
0.5	วิธีทำส่วนที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 ถูก แต่ขั้นตอนที่ 2 ผิด
0	วิธีทำไม่ถูกต้องทั้งส่วนที่ 1 และ 2

แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2

เรื่อง การสร้างตารางค่าความจริงและรูปแบบของประพจน์ที่สมมูลและเป็นนิเสธกัน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ รวม 7 คะแนน ให้นักเรียนทำตามคำสั่งทุกข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

- กำหนดประพจน์ $p \leftrightarrow q$, $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ และ $(p \wedge \sim q) \vee \sim (q \rightarrow p)$ จงตรวจสอบว่าประพจน์คู่ใดที่สมมูลกันและประพจน์คู่ใดที่เป็นนิเสธกัน โดยใช้ตารางค่าความจริง (2.5 คะแนน)

- จงตรวจสอบว่าประพจน์ $p \wedge \sim (q \rightarrow r)$ และประพจน์ $\sim [(p \wedge q) \rightarrow (\sim q \vee r)]$ เป็นประพจน์ที่สมมูลกันหรือเป็นนิเสธกัน โดยใช้ตารางค่าความจริง (4.5 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 1

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2.5	สร้างตารางถูกต้องครบทั้ง 4 กรณี และสรุปผลได้ครบถ้วน
2	สร้างตารางถูกต้องครบทั้ง 4 กรณี แต่ไม่สรุปผล
1.5	สร้างตารางผิด 1 กรณี
1	สร้างตารางผิด 2 กรณี
0.5	สร้างตารางผิด 3 กรณี
0	สร้างตารางผิดทั้ง 4 กรณี

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 2

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4.5	สร้างตารางถูกต้องครบทั้ง 8 กรณี และสรุปผลได้ครบถ้วน
4	สร้างตารางถูกต้องครบทั้ง 8 กรณี แต่ไม่สรุปผล
3.5	สร้างตารางผิด 1 กรณี
3	สร้างตารางผิด 2 กรณี
2.5	สร้างตารางผิด 3 กรณี
2	สร้างตารางผิด 4 กรณี
1.5	สร้างตารางผิด 5 กรณี
1	สร้างตารางผิด 6 กรณี
0.5	สร้างตารางผิด 7 กรณี
0	สร้างตารางผิดทั้ง 8 กรณี

แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3

เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวม 15 คะแนน ให้นักเรียนทำตามคำสั่งทุกข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

1. จงตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ประพจน์ใดเป็นสัจนิรันดร์ (ข้อละ 4.5 คะแนน)

1) $[p \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow r]$

2) $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$

2. จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ
1. ถ้านาวินพบคนขายนาฬิกา แล้วนาวินซื้อนาฬิกา
 2. นาวินไม่ได้ซื้อนาฬิกา
- ผล
- นาวินไม่ได้พบคนขายนาฬิกา

3. จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ
1. $p \vee q$
 2. $q \rightarrow r$
 3. $r \rightarrow \sim p$
- ผล
- $\sim p$

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 3

เรื่อง สัจนิรันดร์และการอ้างเหตุผล

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 1 โดยใช้วิธีการหาข้อขัดแย้ง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4.5	วิธีทำทั้ง 3 ขั้นตอนถูกต้อง ให้เหตุผลและสรุปผลได้ถูกต้อง
4	วิธีทำทั้ง 3 ขั้นตอนถูกต้อง ให้เหตุผล แต่ไม่สรุปผล
3.5	วิธีทำทั้ง 3 ขั้นตอนถูกต้อง สรุปผลโดยไม่ให้เหตุผล
3	วิธีทำทั้ง 3 ขั้นตอนถูกต้อง
2.5	วิธีทำถูกต้อง 2 ขั้นตอน ส่วนขั้นตอนที่ 3 ถูกต้องเพียงครั้งเดียว
2	วิธีทำถูกต้อง 2 ขั้นตอน
1.5	วิธีทำถูกต้อง 1 ขั้นตอน ส่วนขั้นตอนที่ 2 ถูกต้องเพียงครั้งเดียว
1	วิธีทำถูกต้อง 1 ขั้นตอน
0.5	วิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกต้องเพียงครั้งเดียว
0	แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 1 โดยใช้วิธีการสร้างตาราง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4.5	สร้างตารางถูกต้องครบทั้ง 8 กรณี และสรุปผลได้ถูกต้อง
4	สร้างตารางถูกต้องครบทั้ง 8 กรณี แต่ไม่สรุปผล
3.5	สร้างตารางผิด 1 กรณี
3	สร้างตารางผิด 2 กรณี
2.5	สร้างตารางผิด 3 กรณี
2	สร้างตารางผิด 4 กรณี
1.5	สร้างตารางผิด 5 กรณี
1	สร้างตารางผิด 6 กรณี
0.5	สร้างตารางผิด 7 กรณี
0	สร้างตารางผิดทั้ง 8 กรณี

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 2 โดยใช้วิธีการหาข้อขัดแย้ง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำถูกต้องทั้ง 2 ขั้นตอน และสรุปผลได้ชัดเจน
2.5	<ul style="list-style-type: none"> - สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำถูกต้องทั้ง 2 ขั้นตอน แต่ไม่สรุปผลหรือสรุปผิด - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ แสดงวิธีทำถูกต้องทั้ง 2 ขั้นตอน และสรุปผลได้ชัดเจน
2	<ul style="list-style-type: none"> - สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำถูกต้อง 1 ขั้นตอน ส่วนขั้นตอนที่ 2 ถูกเพียงครั้งเดียว - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ แสดงวิธีทำถูกต้องทั้ง 2 ขั้นตอน แต่ไม่สรุปผล
1.5	สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกต้อง
1	<ul style="list-style-type: none"> - สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกเพียงครั้งเดียว - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ แสดงวิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกต้อง
0.5	สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง
0	ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 2 โดยใช้วิธีการสร้างตาราง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง สร้างตารางค่าความจริงถูกต้องทั้ง 4 กรณี และสรุปผลได้ชัดเจน
2.5	- สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง สร้างตารางค่าความจริงถูกต้องทั้ง 4 กรณี แต่ไม่สรุปผลหรือสรุปผลผิด - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างตารางค่าความจริงถูกต้องทั้ง 4 กรณี และสรุปผลได้ชัดเจน
2	- สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง สร้างตารางค่าความจริงผิด 1 กรณี - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างตารางค่าความจริงถูกต้องทั้ง 4 กรณี แต่ไม่สรุปผล
1.5	- สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง สร้างตารางค่าความจริงผิด 2 กรณี - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างตารางค่าความจริงผิด 1 กรณี
1	- สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง สร้างตารางค่าความจริงผิด 3 กรณี - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างตารางค่าความจริงผิด 2 กรณี
0.5	- สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แต่สร้างตารางไม่ถูกต้อง - สร้างรูปแบบประพจน์โดยไม่สมมติตัวแปรแทนข้อความ สร้างตารางค่าความจริงผิด 3 กรณี
0	ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 3 โดยใช้วิธีการหาข้อขัดแย้ง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำถูกต้องทั้ง 2 ขั้นตอน และสรุปผลได้ชัดเจน
2.5	สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำถูกต้องทั้ง 2 ขั้นตอน แต่ไม่สรุปผลหรือสรุปผลผิด
2	สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกต้อง ส่วนขั้นตอนที่ 2 ถูกต้องเพียงครั้งเดียว
1.5	สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกต้อง
1	สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง แสดงวิธีทำขั้นตอนที่ 1 ถูกต้องเพียงครั้งเดียว
0.5	สร้างรูปแบบประพจน์ได้ถูกต้อง
0	ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 3 โดยใช้วิธีการสร้างตาราง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	สร้างตารางค่าความจริงถูกต้องทั้ง 8 กรณี และสรุปผลได้ถูกต้อง
2.5	สร้างตารางค่าความจริงถูกต้องทั้ง 8 กรณี แต่ไม่สรุปผล
2	สร้างตารางค่าความจริงผิด 1 กรณี
1.5	สร้างตารางค่าความจริงผิด 2 กรณี
1	สร้างตารางค่าความจริงผิด 3 หรือ 4 กรณี
0.5	สร้างตารางค่าความจริงผิด 5 หรือ 6 กรณี
0	สร้างตารางค่าความจริงผิด 7 หรือ 8 กรณี

แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 4

เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเติมคำตอบจำนวน 3 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ รวม 20 คะแนน ให้นักเรียนทำตามคำสั่งทุกข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

1. จงพิจารณาว่าประโยคต่อไปนี้ เป็นประโยคเปิดหรือไม่ เพราะเหตุใด (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อความ

คำตอบและเหตุผล

1) $2x + 3$

2) $x + 1 = 4$

3) ดาวโลกเป็นดาวเคราะห์

4) เขาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี

5) ถ้า $x < 0$ แล้ว $x^3 > 0$

2. จงเขียนสัญลักษณ์แทนข้อความต่อไปนี้ (ข้อละ 0.5 คะแนน)

1) สำหรับจำนวนจริง x ทุกจำนวน $x^2 > x$
.....

2) มีจำนวนตรรกยะบางจำนวนไม่เป็นจำนวนจริง
.....

3) สำหรับ x แต่ละตัว มี y บางตัวซึ่ง $2^x = y$
.....

4) มี x บางตัวสำหรับ y ทุกตัว $x + y = 1$
.....

5) สำหรับจำนวนจริง x บางจำนวน จะมีจำนวนเต็ม y ที่ทำให้ $x + y = x$
.....

3. จงเขียนข้อความแทนสัญลักษณ์ต่อไปนี้ (ข้อละ 0.5 คะแนน)

1) $\forall x[x \in I \rightarrow x^2 > 0]$

.....

2) $\exists y[y \in Q]$

.....

3) $\exists x \in I \forall y[x - y = 0]$

.....

4) $\forall x \forall y[x^2 > y^2]$

.....

5) $\forall x \exists y[1 - x^2 < y]$

.....

4. จงหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1) $\exists x[x + 1 \geq 0], U = \Gamma$

.....

.....

2) $\forall x[x^3 < 0], U = \Gamma$

.....

.....

3) $\exists x[|x - 2| < 3], U = \mathbb{R}$

.....

.....

4) $\forall x[x^2 \leq 0] \rightarrow \exists x[1 - x < 0], U = \{-4, -3, -2, -1\}$

.....

.....

5. จงหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1) $\forall x \forall y [x + y \geq 2], U = \Gamma^+$

.....

2) $\exists x \forall y [x + y = y], U = \mathbb{R}$

.....

3) $\exists x \exists y [|x| = y], U = \Gamma$

.....

4) $\forall x \exists y [x + y = 2], U = \mathbb{R}$

.....

5) $\forall x \forall y [x^2 > y], U = \mathbb{R}$

.....

6) $\forall x \exists y [xy < y], U = \Gamma$

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 4
เรื่อง ประโยคเปิด ตัวบ่งปริมาณ และค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 1, 4 และ 5

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	คำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน
0.5	คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลได้ไม่ชัดเจน
0	คำตอบถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ หรือ คำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนข้อที่ 2 และ 3

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
0.5	คำตอบถูกต้องชัดเจน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง

<p>6. กำหนด p, q และ r เป็นประพจน์ย่อยใด ๆ ถ้าประพจน์ $(p \rightarrow q) \vee [\sim q \leftrightarrow (r \wedge p)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ข้อใดต่อไปนี้กล่าว ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. p มีค่าความจริงเป็นจริง แต่ q และ r มี ค่าความจริงเป็นเท็จ</p> <p>ข. p มีค่าความจริงเป็นเท็จ แต่ q และ r มี ค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ค. p และ q มีค่าความจริงเป็นเท็จ แต่ r มี ค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ง. p และ r มีค่าความจริงเป็นจริง แต่ q มี ค่าความจริงเป็นเท็จ</p> <p>7. กำหนดให้ a และ b เป็นประพจน์ใด ๆ แล้ว ประพจน์ $(\sim a \rightarrow b) \leftrightarrow (a \rightarrow b)$ สมมูลกับประพจน์ในข้อใดต่อไปนี้</p> <p>ก. a ค. $\sim a$</p> <p>ข. b ง. $\sim b$</p> <p>8. ประพจน์ในข้อใดไม่สมมูลกับ $p \rightarrow q$</p> <p>ก. $\sim q \rightarrow \sim p$</p> <p>ข. $\sim p \vee q$</p> <p>ค. $p \wedge \sim q$</p> <p>ง. สมมูลกันทุกข้อ</p> <p>9. ประพจน์ในข้อใดต่อไปนี้ เป็นนิเสธกับ ประพจน์ $p \rightarrow q$</p> <p>ก. $q \rightarrow p$ ค. $\sim p \rightarrow \sim q$</p> <p>ข. $\sim q \rightarrow \sim p$ ง. $\sim(\sim p \vee q)$</p>	<p>10. ประพจน์คู่ใดในข้อต่อไปนี้ไม่เป็นนิเสธกัน</p> <p>ก. $\sim p \vee q$ และ $p \wedge \sim q$</p> <p>ข. $p \rightarrow \sim q$ และ $p \wedge q$</p> <p>ค. $p \vee q$ และ $\sim p \vee \sim q$</p> <p>ง. $p \leftrightarrow q$ และ $(p \wedge \sim q) \vee (q \wedge \sim p)$</p> <p>11. รูปแบบประพจน์ในข้อใดไม่เป็นสัจนิรันดร์</p> <p>ก. $\sim(p \wedge \sim p)$ ค. $\sim(p \leftrightarrow \sim p)$</p> <p>ข. $p \vee \sim p$ ง. $p \rightarrow \sim p$</p> <p>12. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นสัจนิรันดร์</p> <p>ก. $(p \wedge q) \rightarrow (p \vee q)$</p> <p>ข. $(p \rightarrow q) \wedge (p \vee q)$</p> <p>ค. $(\sim p \vee q) \rightarrow (q \rightarrow p)$</p> <p>ง. $[(p \rightarrow q) \wedge \sim q] \rightarrow p$</p> <p>13. กำหนด</p> <p>1) เหตุ (1) $p \rightarrow q$ (2) $\sim q$ ผล $\sim p$</p> <p>2) เหตุ (1) ถ้าตึกต้นเช้าแล้วตึกไปโรงเรียน (2) ถ้าตึกไปโรงเรียนแล้วตึกขี้มขี้ม (3) ตึกขี้มขี้ม ผล ตึกต้นเช้า</p> <p>ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้อง</p> <p>ก. 1) สมเหตุสมผล</p> <p>ข. 2) สมเหตุสมผล</p> <p>ค. 1) และ 2) สมเหตุสมผล</p> <p>ง. 1) และ 2) ไม่สมเหตุสมผล</p>
---	---

<p>14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นประโยคเปิด</p> <p>ก. $2x^2 - 1$</p> <p>ข. $x + x = 2x$ และ $x - x = 0$</p> <p>ค. เธอเป็นนักร้องประจำวงลูกทุ่งของโรงเรียน</p> <p>ง. ถ้า x เป็นจำนวนเต็ม แล้ว \sqrt{x} ไม่ใช่จำนวนจริง</p> <p>15. พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1) ขอให้เธอเดินทางโดยสวัสดิภาพ</p> <p>2) เขาไม่ได้เป็นคุณครูโรงเรียนเทพา</p> <p>3) พีเบิร์ด ธงชัย แมคอินไตย์ เป็นนักร้อง</p> <p>ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ข้อ 1) และ 2) เป็นประโยคเปิด</p> <p>ข. ข้อ 1) ไม่เป็นประโยคเปิด แต่เป็นประพจน์</p> <p>ค. ข้อ 2) และ 3) เป็นทั้งประพจน์และประโยคเปิด</p> <p>ง. ข้อ 1) ไม่เป็นทั้งประโยคเปิดและประพจน์ แต่ข้อ 2) เป็นประโยคเปิด</p> <p>16. กำหนดให้เอกภพสัมพัทธ์เป็นเซตของคนทั่วโลก $P(x)$ แทน x เป็นนักเรียน $Q(x)$ แทน x เป็นคนดี ข้อความ “นักเรียนทุกคนเป็นคนดี” เขียนสัญลักษณ์แทนได้ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. $\forall x[P(x) \vee Q(x)]$</p> <p>ข. $\forall x[Q(x) \rightarrow P(x)]$</p>	<p>ก. $\forall x[P(x) \rightarrow Q(x)]$</p> <p>ง. $\forall x[P(x) \leftrightarrow Q(x)]$</p> <p>17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อกล่าวไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. สัญลักษณ์ $\forall x \in \mathbb{I} \exists y[x + y = 0]$, $U = \mathbb{R}$ แทนด้วยข้อความ “สำหรับจำนวนเต็ม x ทุกจำนวนมีจำนวนจริง y ที่ทำให้ $x + y = 0$”</p> <p>ข. สัญลักษณ์ $\forall x \forall y[xy = yx]$, $U = \mathbb{I}^+$ แทนด้วยข้อความ “สำหรับจำนวนเต็มบวก x และ y จะได้ว่า $xy = yx$”</p> <p>ค. สัญลักษณ์ $\exists x \exists y[x^2 = y^3]$, $U = \mathbb{R}$ แทนด้วยข้อความ “มีจำนวนตรรกยะ x และ y ซึ่ง $x^2 = y^3$”</p> <p>ง. สัญลักษณ์ $\exists x \forall y[x + y = x]$, $U = \mathbb{R}$ แทนด้วยข้อความ “มีจำนวนจริง x สำหรับจำนวนจริง y ที่ทำให้ $x + y = x$”</p> <p>18. กำหนดให้เอกภพสัมพัทธ์ $U = \{x \in \mathbb{R} x < 0\}$ ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อกล่าวได้ถูกต้อง</p> <p>ก. $\forall x[x^2 \geq 0]$ มีค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ข. $\forall x[x^2 - 10 < 0]$ มีค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ค. $\exists x[x + 1 \geq 0]$ มีค่าความจริงเป็นจริง</p> <p>ง. $\exists x[1 - x < 0]$ มีค่าความจริงเป็นจริง</p>
--	---

<p>19. กำหนดให้ $U = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ ข้อใดต่อไปนี้มีค่าความจริงเป็นเท็จ</p> <p>ก. $\exists x [x^3 < x^2 \text{ ก็ต่อเมื่อ } x < x^2]$</p> <p>ข. $\forall x [x \text{ เป็นจำนวนเต็ม และ } x^2 \geq 0]$</p> <p>ค. $\exists x [x \text{ เป็นจำนวนเฉพาะ หรือ } x \text{ เป็นจำนวนคี่}]$</p> <p>ง. $\forall x [\text{ถ้า } x \text{ เป็นจำนวนเต็มบวก แล้ว } x \text{ เป็นจำนวนเฉพาะ}]$</p>	<p>20. จงพิจารณาค่าความจริงของ</p> <p>1) $\forall x \forall y [x < y \rightarrow x^2 < y^2], U = \mathbb{R}$</p> <p>2) $\exists y \exists x [x > y], U = \{-2, 0, 2\}$</p> <p>3) $\forall x \exists y [xy = y], U = I$</p> <p>4) $\exists y \forall x [x^2 \geq y], U = I$</p> <p>ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง</p> <p>ก. มีค่าความจริงเป็นจริง 1 ข้อ</p> <p>ข. มีค่าความจริงเป็นจริง 2 ข้อ</p> <p>ค. มีค่าความจริงเป็นจริง 3 ข้อ</p> <p>ง. มีค่าความจริงเป็นจริง 4 ข้อ</p>
---	--

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอด

ภาพที่ ง-1 แสดงตัวอย่างการแยกแยะประโยคที่ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้องของ
แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 1

1. จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เป็นประพจน์ และเครื่องหมาย × หน้าข้อความที่ไม่เป็นประพจน์
พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์เพราะเหตุใด (ข้อละ 1 คะแนน)

... X ... 1) ห้ามลอกข้อสอบนะ

เพราะ เป็นประโยคบอกเล่าที่ขาดกรรมจึงไม่ได้

... / ... 2) จำนวนอตรรกยะเป็นจำนวนจริง

เพราะ มีต่อเติมจริงเป็นจริง

... / ... 3) 5, 12 และ 13 เป็นความยาวด้านของ
รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

เพราะ มีต่อเติมจริงเป็นจริง

... / ... 4) ภาษาไทยมีพยัญชนะ 44 ตัว

เพราะ มีต่อเติมจริงเป็นจริง

... X ... 5) คณิตศาสตร์ง่ายกว่าภาษาอังกฤษ

เพราะ เป็นประโยคบอกเล่าที่ขาดกรรมจึงไม่ได้

... / ... 6) $\pi = \frac{22}{7}$

เพราะ มีต่อเติมจริงเป็นจริง

... X ... 7) วันนี้อากาศร้อนมาก

เพราะ เป็นประโยคบอกเล่าที่ขาดกรรมจึงไม่ได้

... / ... 8) 12 เป็นพหุคูณของ 6

เพราะ มีต่อเติมจริงเป็นจริง

... / ... 9) ถ้า $5 < 0$ แล้ว 5 เป็นจำนวนเต็มลบ

เพราะ มีต่อเติมจริงเป็นจริง

... X ... 10) ขอให้ทุกท่านเดินทางโดยปลอดภัย

เพราะ เป็นประโยคอธิษฐาน

ภาพที่ ง-2 แสดงตัวอย่างความเข้าใจที่ผิดพลาดว่าประโยคที่มีค่าความจริงเป็นเท็จไม่เป็นประพจน์
ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 1

1. จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เป็นประพจน์ และเครื่องหมาย × หน้าข้อความที่ไม่เป็นประพจน์
พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์เพราะเหตุใด (ข้อละ 1 คะแนน)

✓..... 1) ห้ามลอกข้อสอบนะ

เพราะเป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริง

✓..... 2) จำนวนอตรรกยะเป็นจำนวนจริง

เพราะเป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริง

×..... 3) 5, 12 และ 13 เป็นความยาวด้านของ
รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

เพราะได้เป็นประพจน์เพราะหาค่าความจริงไม่ได้

✓..... 4) ภาษาไทยมีพยัญชนะ 44 ตัว

เพราะเป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริง

×..... 5) คณิตศาสตร์ง่ายกว่าภาษาอังกฤษ

เพราะได้เป็นประพจน์ เพราะหาค่าความจริงไม่ได้

×..... 6) $\pi = \frac{22}{7}$

เพราะได้เป็นประพจน์เพราะหาค่าความจริงไม่ได้

×..... 7) วันนี้อากาศร้อนมาก

เพราะได้เป็นประพจน์ เพราะหาค่าความจริงไม่ได้

✓..... 8) 12 เป็นพหุคูณของ 6

เพราะเป็นประพจน์เพราะหาค่าความจริงเป็นจริง

×..... 9) ถ้า $5 < 0$ แล้ว 5 เป็นจำนวนเต็มลบ

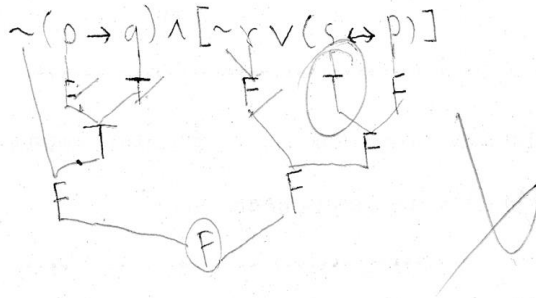
เพราะได้เป็นประพจน์ เพราะหาค่าความจริงเป็นจริง

×..... 10) ขอให้ทุกท่านเดินทางโดยปลอดภัย

เพราะได้เป็นประพจน์ เพราะหาค่าความจริงไม่ได้

ภาพที่ ง-3 แสดงตัวอย่างการใส่ค่าความจริงของประพจน์ย่อยผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 2

2. จงหาค่าความจริงของประพจน์ $\sim(p \rightarrow q) \wedge [\sim r \vee (s \leftrightarrow p)]$ เมื่อกำหนดให้ p, q r และ s เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จ จริง จริง และเท็จตามลำดับ (2 คะแนน)

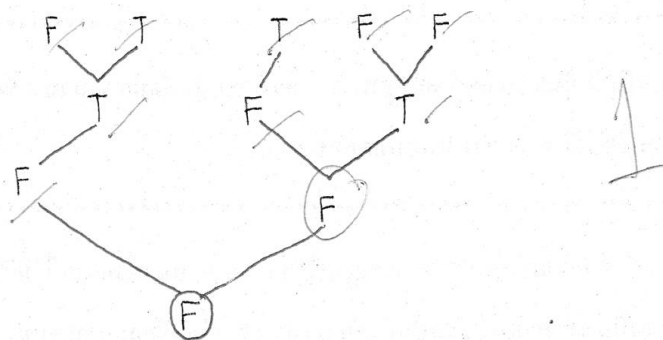


ดังนั้น ประพจน์ $\sim(p \rightarrow q) \wedge [\sim r \vee (s \leftrightarrow p)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ

ภาพที่ ง-4 แสดงตัวอย่างการเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 2

2. จงหาค่าความจริงของประพจน์ $\sim(p \rightarrow q) \wedge [\sim r \vee (s \leftrightarrow p)]$ เมื่อกำหนดให้ p, q r และ s เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จ จริง จริง และเท็จตามลำดับ (2 คะแนน)

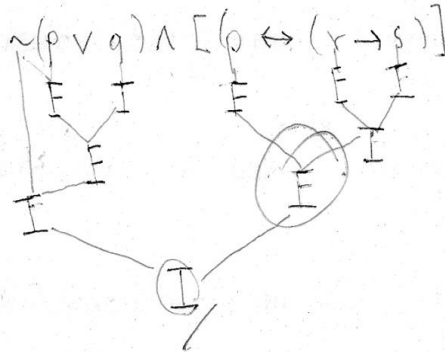
วิธีทำ $\sim(p \rightarrow q) \wedge [\sim r \vee (s \leftrightarrow p)]$



ดังนั้น ประพจน์ $\sim(p \rightarrow q) \wedge [\sim r \vee (s \leftrightarrow p)]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ

ภาพที่ ง-5 แสดงตัวอย่างการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยชนิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 3

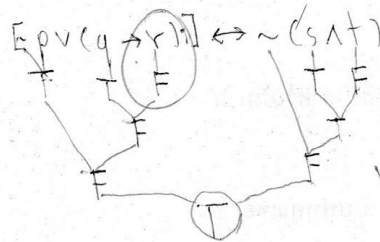
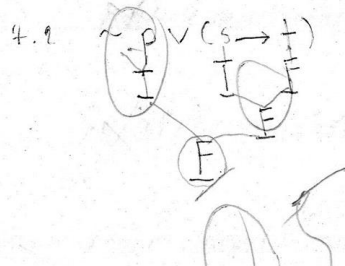
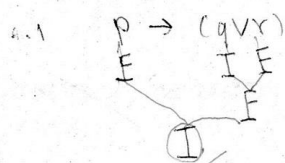
3. กำหนดค่าความจริงของประพจน์ $\sim(p \vee q) \wedge [(p \leftrightarrow (r \rightarrow s))]$ เป็นจริง จงหาค่าความจริงของประพจน์ย่อย p, q, r และ s (2 คะแนน)



ดังนั้น p, q, r, s มีค่าความจริงเป็นเท็จ จริง เท็จ และจริงตามลำดับ

ภาพที่ ง-6 แสดงตัวอย่างการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยชนิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 4

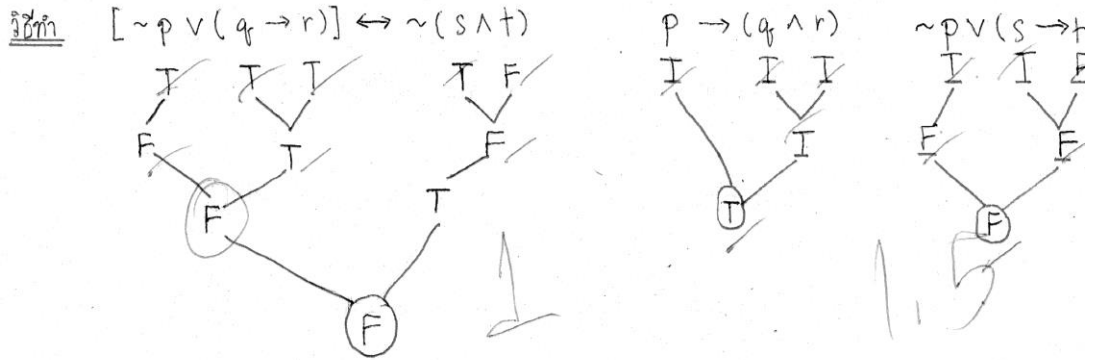
4. จงหาค่าความจริงของประพจน์ $[\sim p \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim(s \wedge t)$ เมื่อกำหนดให้ประพจน์ $p \rightarrow (q \wedge r)$ มีค่าความจริงเป็นจริง และประพจน์ $\sim p \vee (s \rightarrow t)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ (4 คะแนน)



ดังนั้น ค่าความจริงของประพจน์ $[\sim p \vee (q \rightarrow r)]$ เป็น

ภาพที่ ง-7 แสดงตัวอย่างการหาค่าความจริงของประพจน์ย่อยถูก แต่เชื่อมประพจน์หาค่าความจริงของประพจน์ผิดของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 1 ข้อที่ 4

4. จงหาค่าความจริงของประพจน์ $[\sim p \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim (s \wedge t)$ เมื่อกำหนดให้ประพจน์ $p \rightarrow (q \wedge r)$ มีค่าความจริงเป็นจริง และประพจน์ $\sim p \vee (s \rightarrow t)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ (4 คะแนน)



ดังนั้น ประพจน์ $[\sim p \vee (q \rightarrow r)] \leftrightarrow \sim (s \wedge t)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ

ภาพที่ ง-8 แสดงตัวอย่างการสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 1

1. กำหนดประพจน์ $p \leftrightarrow q$, $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ และ $(p \wedge \sim q) \vee \sim (q \rightarrow p)$ จงตรวจสอบว่าประพจน์คู่ใดที่สมมูลกันและประพจน์คู่ใดที่เป็นนิเสธกันโดยใช้ตารางค่าความจริง (2.5 คะแนน)

p	q	$p \rightarrow q$	$q \rightarrow p$	$(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$	$\sim q$	$p \wedge \sim q$	$q \rightarrow p$	\sim	$(p \wedge \sim q) \vee \sim (q \rightarrow p)$
T	T	T	T	T	F	F	T	F	T
T	F	F	T	F	T	T	T	T	T
F	T	T	F	F	F	F	F	F	T
F	F	T	T	T	T	F	T	F	T

ตารางไม่ครบ
 $p \leftrightarrow q$ น

จากตารางค่าความจริงของ $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ และ $(p \wedge \sim q) \vee \sim (q \rightarrow p)$ ประพจน์ที่สมมูลกัน $(p \wedge \sim q) \equiv \sim (q \rightarrow p)$

จากตารางค่าความจริงประพจน์คู่ที่เป็นนิเสธกัน

$(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ และ $(p \wedge \sim q) \vee \sim (q \rightarrow p)$

ภาพที่ ง-9 แสดงตัวอย่างการเชื่อมค่าความจริงของประพจน์ไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 1

1. กำหนดประพจน์ $p \leftrightarrow q$, $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ และ $(p \wedge \sim q) \vee \sim(q \rightarrow p)$ จงตรวจสอบว่าประพจน์คู่ใดที่สมมูลกันและประพจน์คู่ใดที่เป็นนิเสธกันโดยใช้ตารางค่าความจริง (2.5 คะแนน)

$p \leftrightarrow q$ ① $(p \rightarrow q)$ ② $(q \rightarrow p)$ ③ * $(p \wedge \sim q)$ ④ $(q \rightarrow p)$ ⑤ * $\sim(q \rightarrow p)$ ⑥ ④ ∨ ⑥ ⑦

p	q	①	②	③	*	④	⑤	*	⑥	⑦
T	T	T	T	T	T	F	T	F	F	F
T	F	F	F	T	T	T	T	T	F	T
F	T	F	T	F	T	F	F	T	F	F
F	F	F	F	F	F	T	F	F	T	T

ประพจน์ที่เป็นนิเสธกัน คือ $p \leftrightarrow q$ และ $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
 $p \leftrightarrow q$ และ $(p \wedge \sim q) \vee \sim(q \rightarrow p)$

ภาพที่ ง-10 แสดงตัวอย่างการสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 2

2. จงตรวจสอบว่าประพจน์ $p \wedge \sim(q \rightarrow r)$ และประพจน์ $\sim[(p \wedge q) \rightarrow (\sim q \vee r)]$ เป็นประพจน์ที่สมมูลกันหรือเป็นนิเสธกัน โดยใช้ตารางค่าความจริง (4.5 คะแนน)

p	q	$\sim(q \rightarrow r)$	$(p \wedge \sim(q \rightarrow r))$	$(p \wedge q)$	$(\sim q \vee r)$	$\sim[(p \wedge q) \rightarrow (\sim q \vee r)]$
T	T	F	F	T	T	F
T	F	T	T	F	F	T
F	T	F	F	T	T	F
F	F	T	F	F	F	T
T	T	F	F	T	T	F
T	F	T	T	F	F	T
F	T	F	F	T	T	F
F	F	T	F	F	F	T

ดังนั้น ประพจน์ $p \wedge \sim(q \rightarrow r)$ และ ประพจน์ $\sim[(p \wedge q) \rightarrow (\sim q \vee r)]$ เป็นประพจน์ที่

ภาพที่ ง-11 แสดงตัวอย่างการเชื่อมค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 2 ข้อที่ 2

2. จงตรวจสอบว่าประพจน์ $p \wedge \sim (q \rightarrow r)$ และประพจน์ $\sim [(p \wedge q) \rightarrow (\sim q \vee r)]$ เป็นประพจน์ที่สมมูลกันหรือเป็นนิเสธกัน โดยใช้ตารางค่าความจริง (4.5 คะแนน)

p	q	r	① $p \rightarrow r$	② \sim ①	③ $p \wedge q$	④ $\sim q$	⑤ $\sim q \vee r$	⑥ ③ \rightarrow ⑤	⑦ \sim ⑥
T	T	T	T	F	T	F	T	T	F
T	T	F	F	T	T	F	F	F	T
T	F	T	T	F	F	T	T	T	F
T	F	F	F	T	F	T	T	T	F
F	T	T	T	F	F	F	T	T	F
F	T	F	T	F	F	F	F	F	T
F	F	T	T	F	F	T	T	T	F
F	F	F	T	F	F	T	T	T	F

จากตารางค่าความจริง มีประพจน์ที่สมมูลกัน ดังนี้
 จากตารางค่าความจริง มีประพจน์ที่นิเสธกัน ดังนี้
 ไม่มีค่าความจริงของประพจน์ที่สมมูลกัน $p \wedge \sim (q \rightarrow r)$ และ $\sim [(p \wedge q) \rightarrow (\sim q \vee r)]$

ภาพที่ ง-12 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการหาข้อขัดแย้งที่มีการแตกค่าความจริงของประพจน์ย่อยที่ไม่ถูกต้องในข้อ 1 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1

1. จงตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ประพจน์ใดเป็นสัจนิรันดร์ (ข้อละ 4.5 คะแนน)

1) $[p \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow r]$ 2)

วิธีทำ

การตั้งข้อขัดแย้ง

$[p \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow r]$

ภาพที่ ง-13 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการสร้างตารางค่าความจริงที่มีการเชื่อมค่าความจริง
ของประพจน์ผัดในข้อ 1 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1

1. จงตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ประพจน์ใดเป็นสัจนิรันดร์ (ข้อละ 4.5 คะแนน)

1) $[p \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow r]$

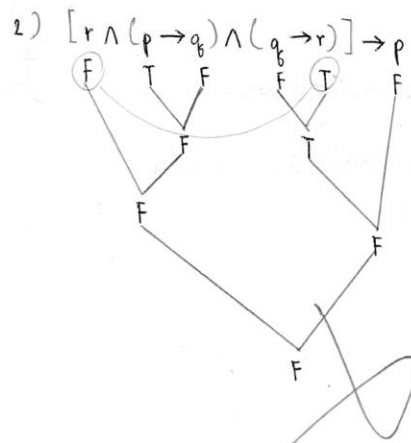
p	q	r	$q \rightarrow r$	$p \wedge (q \rightarrow r)$	$p \rightarrow q$	$(p \rightarrow q) \rightarrow r$	$[p \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow r]$
T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	F	F	F	T	F	T
T	F	T	T	F	F	T	T
T	F	F	T	T	F	T	T
F	T	T	T	F	T	T	T
F	T	F	F	F	T	F	T
F	F	T	T	F	T	T	T
F	F	F	T	F	T	T	T

∴ ประพจน์ $[p \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow [(p \rightarrow q) \rightarrow r]$
เป็น สัจนิรันดร์

ภาพที่ ง-14 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการหาข้อขัดแย้งที่มีการสมมติค่าความจริงของ
ประพจน์ผัดเพิ่มขึ้นในข้อ 2 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1

1. จงตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ประพจน์ใดเป็นสัจนิรันดร์ (ข้อละ 4.5 คะแนน)

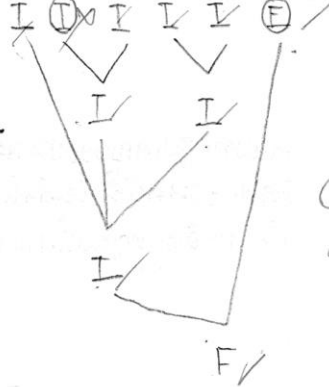
2) $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$



ภาพที่ ง-15 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการหาข้อขัดแย้งที่ไม่ถูกต้องในข้อ 2 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1

1. จงตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ประพจน์ใดเป็นสังขนิรันดร์ (ข้อละ 4.5 คะแนน)

2) $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$



นี่คือการแสดงวิธีทำของคนเกิดข้อขัดแย้ง
ดังนั้น ประพจน์ $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$
เป็นสังขนิรันดร์

ภาพที่ ง-16 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำโดยการสร้างตารางค่าความจริงที่ไม่ถูกต้องในข้อ 2 ย่อยของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 1

1. จงตรวจสอบว่าประพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ประพจน์ใดเป็นสังขนิรันดร์ (ข้อละ 4.5 คะแนน)

2) $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$

วิธีทำ $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$

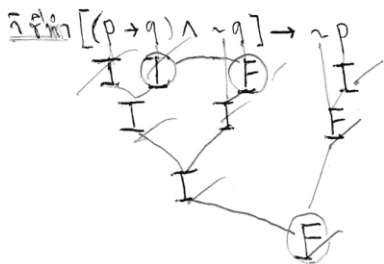
p	q	r	$p \rightarrow q$	$r \wedge$ ①	$q \rightarrow r$	② \wedge ③	④ $\rightarrow p$
T	T	T	T	T	T	T	T
T	T	F	T	F	F	F	T
T	F	T	F	F	T	F	T
T	F	F	F	F	T	F	T
F	T	T	T	T	T	T	F
F	T	F	T	F	F	F	T
F	F	T	T	T	T	F	T
F	F	F	T	F	T	F	T

ดังนั้น ประพจน์ $[r \wedge (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow p$
ไม่เป็นสังขนิรันดร์

ภาพที่ ง-17 แสดงตัวอย่างการแสดงวิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สมมติการแทนค่าตัวแปรของแบบทดสอบ
 วัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 2

จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ 1. ถ้านาวินพบคนขายนาฬิกา แล้วนาวินซื้อนาฬิกา
 2. นาวินไม่ได้ซื้อนาฬิกา
- ผล นาวินไม่ได้พบคนขายนาฬิกา



2.5

~~เนื่องจากประพจน์ที่เกิดข้อขัดแย้ง ประพจน์นี้ เป็นสัจนิรันดร์~~

~~∴ ดังนั้น การอ้างเหตุผล สมเหตุสมผล~~

ภาพที่ ง-18 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผิดของ
 แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 2

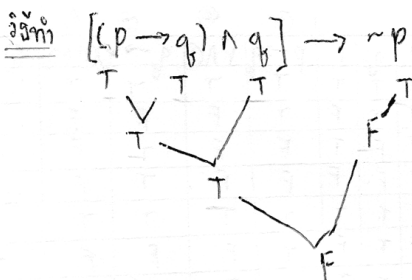
จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ 1. ถ้านาวินพบคนขายนาฬิกา แล้วนาวินซื้อนาฬิกา
 2. นาวินไม่ได้ซื้อนาฬิกา
- ผล นาวินไม่ได้พบคนขายนาฬิกา

ขั้นที่ 1 ให้ p แทน นาวินพบคนขายนาฬิกา
 q แทน นาวินซื้อนาฬิกา

ข้อ 1 เหตุ ∴ $p \rightarrow q$

ข้อ 2 ผล $\sim q$
 ผล ∴ $\sim p$



~~เนื่องจาก ประพจน์ $[(p \rightarrow q) \wedge q] \rightarrow \sim p$ ไม่เกิด
 ข้อขัดแย้ง จึงไม่เป็นสัจนิรันดร์~~

~~∴ การอ้างเหตุผลนี้ ไม่สมเหตุสมผล.~~

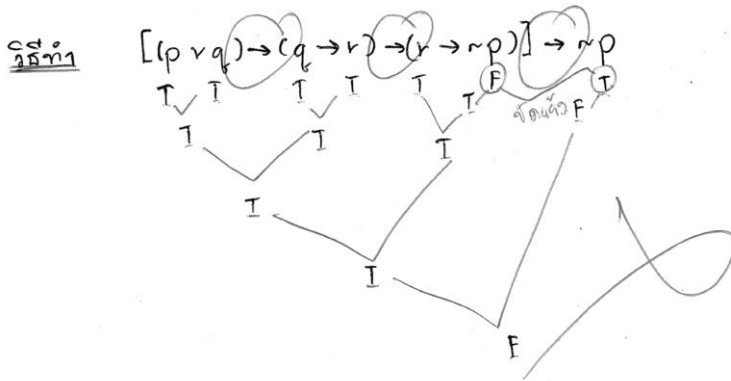
ภาพที่ ง-19 แสดงตัวอย่างการนำเหตุและผลไปเชื่อมให้เป็นประพจน์ใหญ่ไม่ถูกต้องของ

แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3

3. จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผล (3 ร (3 ก) (3 คะแนน)

- เหตุ
1. $p \vee q$
 2. $q \rightarrow r$
 3. $r \rightarrow \sim p$

ผล $\sim p$



เนื่องจากรูปแบบประพจน์นี้ เป็นการอ้าง เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล.

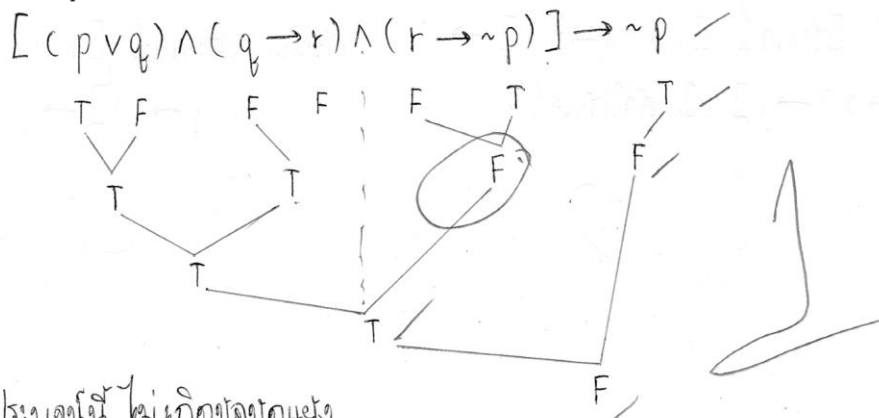
ภาพที่ ง-20 แสดงตัวอย่างการแตกค่าความจริงของประพจน์ไม่ถูกต้องของแบบทดสอบ

วัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3

3. จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ
1. $p \vee q$
 2. $q \rightarrow r$
 3. $r \rightarrow \sim p$

ผล $\sim p$



เนื่องจากประพจน์นี้ ไม่เกิดข้อขัดแย้ง
ดังนั้น ประพจน์นี้ ไม่เป็นสัจนิรันดร์

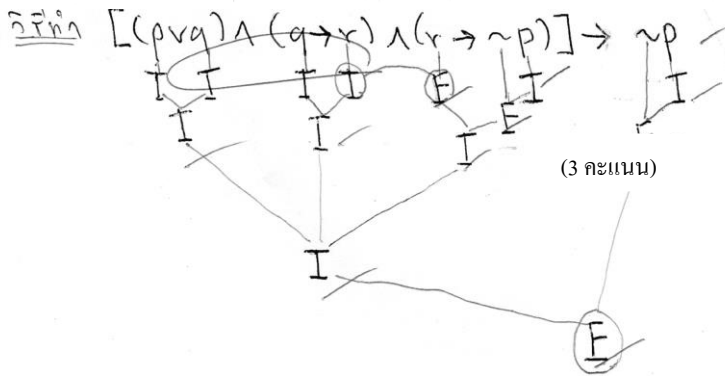
ภาพที่ ง-21 แสดงตัวอย่างการทำให้เกิดข้อขัดแย้งของประพจน์ย่อยของแบบทดสอบ

วัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3

3. จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ
1. $p \vee q$
 2. $q \rightarrow r$
 3. $r \rightarrow \sim p$

ผล $\sim p$



เนื่องจากประพจน์นี้ เกิดข้อขัดแย้ง ประพจน์นี้เป็นเท็จ

∴ ดังนั้น การอ้างเหตุผล สมเหตุสมผล

ภาพที่ ง-22 แสดงตัวอย่างการสร้างตารางค่าความจริงไม่ถูกต้องของแบบทดสอบ

วัดความคิดรวบยอดชุดที่ 3 ข้อที่ 3

3. จงตรวจสอบว่าการอ้างเหตุผลต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ (3 คะแนน)

- เหตุ
1. $p \vee q$
 2. $q \rightarrow r$
 3. $r \rightarrow \sim p$

ผล $\sim p$

วิธีทำ $[(p \vee q) \wedge (q \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow \sim p)] \rightarrow \sim p$

p	q	r	(p ∨ q)	(q → r)	(r → ~p)	(p ∨ q) ∧ (q → r) ∧ (r → ~p)	~p	(p ∨ q) ∧ (q → r) ∧ (r → ~p) → ~p
T	T	T	T	T	F	F	F	T
T	T	F	T	F	F	F	F	T
T	F	T	F	T	F	F	F	T
T	F	F	F	T	F	F	F	T
F	T	T	T	T	T	T	F	F
F	T	F	T	F	T	F	F	T
F	F	T	F	T	T	F	F	T
F	F	F	F	T	T	F	F	T

ดังนั้น ประพจน์ $[(p \vee q) \wedge (q \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow \sim p)] \rightarrow \sim p$ เป็นเท็จ

∴ สมเหตุสมผล

ภาพที่ ง-23 แสดงตัวอย่างการแยกแยะประโยคที่กำหนดให้ว่าเป็นประโยคเปิดหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 1

1. จงพิจารณาว่าประโยคต่อไปนี้ เป็นประโยคเปิดหรือไม่ เพราะเหตุใด (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อความ	คำตอบและเหตุผล
1) $2x + 3$	ไม่เป็นประโยคเปิด เพราะ ทาค่าความไม่รู้ไม่ได้ 0.5
2) $x + 1 = 4$	เป็นประโยคเปิด เพราะ สัจค่าปร 1
3) ดาวโลกเป็นดาวเคราะห์	เป็นประโยคเปิด เพราะ เป็นค่าขลกล่า ✗
4) เขาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี	เป็นประโยคเปิด เพราะ สัจค่าปร 0.5+0.5
5) ถ้า $x < 0$ แล้ว $x^3 > 0$	เป็นประโยคเปิด เพราะ สัจค่าปร 1

ภาพที่ ง-24 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 2

2. จงเขียนสัญลักษณ์แทนข้อความต่อไปนี้ (ข้อละ 0.5 คะแนน)

- สำหรับจำนวนจริง x ทุกจำนวน $x^2 > x$
 $\forall x [x^2 > x]$ 0.5
- มีจำนวนตรรกยะบางจำนวนไม่เป็นจำนวนจริง
 $\exists x [x \notin \mathbb{Q} \wedge x \in \mathbb{R}]$ ✗
- สำหรับ x แต่ละตัว มี y บางตัวซึ่ง $2^x = y$
 $\forall x \exists y [2^x = y]$ 0.5
- มี x บางตัวสำหรับ y ทุกตัว $x + y = 1$
 $\exists x \forall y [x + y = 1]$ 0.5
- สำหรับจำนวนจริง x บางจำนวน จะมีจำนวนเต็ม y ที่ทำให้ $x + y = x$
 $\exists x \exists y \in \mathbb{I} [x + y = x]$ 0.5

ภาพที่ ง-25 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณ ที่ถูกต้องเกินครึ่ง (ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป) ของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 3

จงเขียนข้อความแทนสัญลักษณ์ต่อไปนี้ (ข้อละ 0.5 คะแนน)

1) $\forall x[x \in I \rightarrow x^2 > 0]$

.....สำหรับ... x ... ทุกตัว... ถ้า x เป็นจำนวนเต็มแล้ว $x^2 > 0$ 0.5

2) $\exists y[y \in Q]$

..... มี... y ... บางตัว... เป็นจำนวนตรรกยะ 0.5

3) $\exists x \in I \forall y[x - y = 0]$

..... มี... x ... บางตัว... เป็นจำนวนเต็ม... สำหรับ... y ... ทุกตัว... ที่ทำให้ $x - y = 0$ 0.5

4) $\forall x \forall y[x^2 > y^2]$

..... สำหรับ... x ... และ... y ... ทุกตัว... ที่ทำให้ $x^2 > y^2$

5) $\forall x \exists y[1 - x^2 < y]$

..... สำหรับ... x ... ทุกตัว... จะมี... y ... บางตัว... ที่ทำให้ $1 - x^2 < y$ 0.5

ภาพที่ ง-26 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อความที่ไม่ถูกต้องของ แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 3

3. จงเขียนข้อความแทนสัญลักษณ์ต่อไปนี้ (ข้อละ 0.5 คะแนน)

1) $\forall x[x \in I \rightarrow x^2 > 0]$

..... หา x ... ที่เท่ากับจำนวนเต็มแล้ว x^2 มากกว่า 0 ~~0.5~~

2) $\exists y[y \in Q]$

..... มี... y ... บางตัว... ที่เป็นจำนวนตรรกยะ ~~0.5~~

3) $\exists x \in I \forall y[x - y = 0]$

..... มี... x, y ... บางตัว... ที่เป็นจำนวนตรรกยะ ~~0.5~~

4) $\forall x \forall y[x^2 > y^2]$

..... สำหรับ... x ... และ... y ... ทุกตัว... ที่ทำให้ $x^2 > y^2$ ~~0.5~~

5) $\forall x \exists y[1 - x^2 < y]$

..... สำหรับ... x ... ทุกตัว... จะมี... y ... บางตัว... ที่ทำให้ $1 - x^2 < y$ ~~0.5~~

ภาพที่ ง-27 แสดงตัวอย่างการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 1 ตัวที่ไม่ถูกต้องของ
แบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 4

จงหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1) $\exists x[x+1 \geq 0]$, $U = \Gamma$

วิธีทำ เลือกแทน $x = 1$ ได้ $1+1 \geq 0$ เป็นจริง
ดังนั้น $\exists x [x+1 \geq 0]$ มีค่าความจริงเป็นจริง

2) $\forall x[x^3 < 0]$, $U = \Gamma$

วิธีทำ เลือกแทน $x^3 = 0$ จะได้ $0 < 0$ เป็นเท็จ
ดังนั้น $\forall x [x^3 < 0]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ

3) $\exists x[|x-2| < 3]$, $U = \mathbb{R}$

วิธีทำ เลือกแทน x ใดๆ ใน \mathbb{R} ได้ $|x-2| < 3$ เป็นจริง
ดังนั้น $\exists x [|x-2| < 3]$ มีค่าความจริงเป็นจริง

4) $\forall x[x^2 \leq 0] \rightarrow \exists x[1-x < 0]$, $U = \{-4, -3, -2, -1\}$

วิธีทำ $\forall x$ เลือกแทน $x^2 = -2$ ได้ $-2 \leq 0$ เป็นจริง
 $\exists x$ แทน $x = -2$ ได้ $1 - (-2) < 0$ เป็นจริง
ดังนั้น $\forall x [x^2 \leq 0] \rightarrow \exists x [1-x < 0]$ มีค่าความจริงเป็นจริง

ภาพที่ ง-28 แสดงตัวอย่างการหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 2 ตัวได้ถูกต้อง
แต่ยกเหตุผลมาประกอบไม่ถูกต้องของแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดชุดที่ 4 ข้อที่ 5

จงหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1) $\forall x \forall y [x + y \geq 2], U = I^+$

วิธีทำ แทน $x = 1$ จะมี y ทุกตัวใน U ที่ทำให้ $x + y \geq 2$ เป็นจริง
ดังนั้น $\forall x \forall y [x + y \geq 2]$ มีค่าความจริงเป็นจริง 0,5

2) $\exists x \forall y [x + y = y], U = R$

วิธีทำ แทน $x = 0$ จะมี y หนึ่งตัวใน U ที่ทำให้ $x + y = y$ เป็นจริง
ดังนั้น $\exists x \forall y [x + y = y]$ มีค่าความจริงเป็นจริง 0,5

3) $\exists x \exists y [|x| = y], U = I^+$

วิธีทำ แทน $x = -1$ และ $y = -1$ จะได้ $|-1| = -1$ เป็นจริง
ดังนั้น $\exists x \exists y [|x| = y]$ มีค่าความจริงเป็นจริง ~~0,5~~

4) $\forall x \exists y [x + y = 2], U = R$

วิธีทำ แทน $x = 0$ จะมี y หนึ่งตัวที่ทำได้ $x + y = 2$ เป็นจริง
ดังนั้น $\forall x \exists y [x + y = 2]$ มีค่าความจริงเป็นจริง 0,5

5) $\forall x \forall y [x^2 > y], U = R$

วิธีทำ แทน $x = 1$ จะไม่มี y ตัวใดใน U ที่ทำให้ $x^2 > y$ เป็นจริง
ดังนั้น $\forall x \forall y [x^2 > y]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ~~0,5~~

6) $\forall x \exists y [xy < y], U = I^+$

วิธีทำ แทน $x = -1$ จะไม่มี y ตัวใดใน U ที่ทำให้ $xy < y$ เป็นจริง
ดังนั้น $\forall x \exists y [xy < y]$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ~~0,5~~