

การศึกษาด้านฤทธิ์ในการเรื้อนเรื้อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญาโท

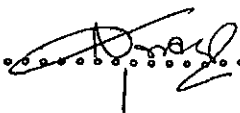
ของ

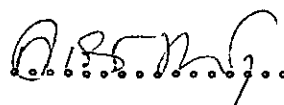
อรรถ ปัทม

ศาสตราจารย์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาเปิดดูงานเรียบร้อยแล้ว เห็น
สมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้.

.......... ประธาน

.......... กรรมการ

11 มีนาคม 2519

ประกาศคุณประการ

ปริญญานพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจาก
ผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่าน โดยเฉพาะท่านอาจารย์ที่ปรึกษาสองท่าน คือ รองศาสตราจารย์
สพจน์ จະนะมา และอาจารย์ ดร.ลาวัณย์ พงศ์กล้า ซึ่งกรุณาให้แนวคิด และคำแนะนำ
ในการศึกษาครั้งนี้ การเรียบเรียงเนื้อหา ตลอดจนการเขียนปริญญานพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัย
รู้สึกทราบบ้าง และขอขอบพระคุณในน้ำใจ และความกรุณาของท่านอาจารย์ ทั้งสอง
ท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่ และคณะอาจารย์ ของโรงเรียน บางกรวย
อาเภอ บางกรวย จังหวัด นนทบุรี ที่ให้ความร่วมมือ และความสะดวกต่างๆ ในการ
ทดลองและการทดสอบ

ทรงค์ ปันนี้ม.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	ภูมิหลัง	1
	- ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
	- ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	- ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
	- สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	3
	- คำนียามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3
	- ข้อตกลงเบื้องต้นในการศึกษาค้นคว้า	4
2	การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	10
	แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	10
	✓ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	10
	การดำเนินการทดลอง	11

บทที่	หน้า
สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า	19
อภิปรายผล	19
ข้อเสนอแนะ	19
บรรณานุกรม	21
ภาคผนวก	23

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า	
1. แสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย.....	15	
2. แสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่ม วิชาอย่างที่ได้คะแนน ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป โดยจำแนกตามชั้น.....	15	
3. แสดงค่า t (t -test) จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของ นักเรียนกลุ่มทดลอง 2 ชั้น.....	16	
4. แสดงค่าความง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	ภาคผนวก.	
5. แสดงคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	ภาคผนวก.	
6. แสดงการหาค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	ภาคผนวก.	

บทที่ 1

ภูมิหลัง

ในปัจจุบัน งานทดลองค้นคว้าของคนไทย และชาวต่างประเทศที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเนื้อหา และวิธีการทางคณิตศาสตร์ แสดงอย่างแจ่มชัดว่า เนื้อหาและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ที่สอนอยู่ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา แต่เดิมนั้นไม่เพียงพอสำหรับความต้องการของโลกปัจจุบัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2515 : 22) ประเทศต่างๆ จึงตระหนักในความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ตลอดจนวิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาอย่างรีบด่วน เป็นต้นว่า นำเอาเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องที่เคยสอนในระดับอุดมศึกษา มาสอนในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา หลังจากที่ได้ปรับปรุงเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียนแล้ว แนวทางดังกล่าวมีผลค่อนข้างยิ่ง กล่าวคือ

1. เป็นพื้นฐานของนักเรียนที่จะเรียนในระดับสูงต่อไป และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ เมื่อได้เรียนเรื่องใหม่ในชั้นสูง
2. ลดความแตกต่างระหว่างคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา กับคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ทำให้สถาบันอุดมศึกษาต่างๆ สามารถยกมาตรฐานการศึกษาคณิตศาสตร์ชั้นอุดมศึกษาให้สูงขึ้นได้
3. เป็นการเพิ่มโอกาสที่จะผลิตนักคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพสูงให้เพียงพอับความต้องการของประเทศ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า ประเทศเราขาดแคลนบุคคลประเภทนี้ รวมทั้งบุคคลที่มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (คณะกรรมการศึกษา, 2513 : 25)
4. นักวิชาการแขนงอื่นๆ ที่ต้องการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะได้นำหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในแขนงวิชาของตนได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น
5. สำหรับผู้ที่ไม่มีโอกาสได้เข้าเรียนในระดับอุดมศึกษา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนในระดับมัธยมศึกษา จะช่วยให้เข้าใจการเคลื่อนไหวต่างๆ ของโลกปัจจุบันได้ดีขึ้น เพราะว่าผลงานการวิจัยต่างๆ และการให้ข่าวสารส่วนมากจะเสนอออกมาในรูปทางคณิตศาสตร์

ดังนั้น นักวิจัยทางการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จึงนำเอาเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยสอนในระดับหนึ่งมาสอนในระดับที่ต่ำกว่า เพราะมีความเชื่อว่าผู้เรียนต่ำกว่าระดับชั้นสามารถเรียนรู้เนื้อหาอย่างเดียวกันได้โดยจักเนื้อหา และวิธีการสอนให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ในปัจจุบัน การสอนคณิตศาสตร์ต้องการเน้นความสำคัญของโครงสร้าง และบทบาทของคณิตศาสตร์ มากกว่าที่จะใช้สูตรคำนวณแบบกลไก (กรมวิชาการ, 2510 : 1) แต่การเรียนการสอนส่วนใหญ่ในประเทศไทย โดยทั่วไปยังมิได้ปรับปรุงให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการ การสอนยังยึดแนวเดิม กล่าวคือ เน้นทักษะในการคำนวณในการแก้ปัญหาโจทย์ โดยมีได้เน้นความเข้าใจในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ และหลักการให้เหตุผลแก่ผู้เรียนการสอนจึงเป็นปัญหาหนัก ทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาโดยทั่วไป (ประเพณี, 2512 : 2 - 3)

คณิตศาสตร์แผนใหม่ที่ควรบรรจุให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาได้ เช่น เรื่อง กรู๊ป ริง ฟังก์ชัน ระบบจำนวน เซตเบื้องต้น และฟังก์ชัน (ปรีรัตน์, 2513 : 47)

ระบบจำนวน เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่เข้าใจได้ง่าย และเป็นพื้นฐานของคณิตศาสตร์หลายวิชา เช่น แคลคูลัส (Calculus) พีชคณิตแอบสแตรกต์ (Abstract algebra) เซต (Set) ทฤษฎีการสัจ (Logic) และโทโพโลยี (Topology) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่อง อสมการและค่าสัมบูรณ์ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางพื้นฐานให้กับนักเรียนที่จะเรียนเรื่อง ลิมิต (Limit) ในวิชาแคลคูลัส (Calculus) ซึ่งเป็นคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

ดังนั้น ถ้าได้จัดบทเรียนให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียนแล้วก็จะทำให้นักเรียนเรียนเรื่องเหล่านี้ได้อย่างสะดวกสบายและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในอนาคต

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ต้องการศึกษา ทดลองสอนว่าระบบจำนวน เรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความมุ่งหมายของการค้นคว้า :- ๑

๑. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น ตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

② เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปเสนอแนะในการปรับปรุงหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของประเทศไทยให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ✕

ความสำคัญของการค้นคว้า

1. ผลการค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์

2. ผลที่ได้จากการค้นคว้าครั้งนี้ อาจเป็นแนวทางในการพิจารณา เลือกเนื้อหาเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ เพื่อบรรจุเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ขอบเขตของการค้นคว้า

1. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรีจำนวนชั้นละ 50 คน รวมทั้งหมด 100 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่ม

2. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มุ่งศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ในทางมโนภาพ (Concept) เรื่อง อสมการและค่าสัมบูรณ์เท่านั้น

สมมุติฐานในการค้นคว้า * ③

③. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นได้

④. นักเรียนในระดับชั้นสูงกว่า มีความสามารถในการเรียนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น ได้ดีกว่านักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า

คานิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ประโยคจำนวน (Number Sentences) คือ ประโยคที่กล่าวถึงความ

สัมพันธ์ของจำนวนในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น $1 + 1 > 2$ หรือ $x + y = 10$

2. ความสามารถ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยถือเอาคะแนนเฉลี่ย (Mean) ที่นักเรียนแต่ละคนทำได้จากแบบทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนชั้นใดที่สามารถทำคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบส่วนตัววัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์ ได้ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ถือว่าสามารถเรียนเรื่องนี้ได้

2. ในการศึกษาครั้งนี้ บทเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นบทเรียนได้. ✖

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เฮดริค (Hedrick, 1967 : 45) กล่าวว่า วิธีที่จะฝึกให้มีความรู้ความชำนาญในคณิตศาสตร์ ทำได้โดยการฝึกความคิด จินตนาการ มโนภาพ วิธีการและขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งแยกไม่ได้ว่า ขั้นตอนการใดเกี่ยวกับความรู้ ขั้นตอนการใดเกี่ยวกับความชำนาญ การศึกษาคณิตศาสตร์อาจมีหลายขั้นตอนการ เช่น ขั้นตอนการซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาปัญหาอย่างระมัดระวัง

2. การดำเนินการแก้ปัญหา ขยายจากกรณีเฉพาะเป็นกรณีทั่วไป คือเน้นลักษณะเป็นนามธรรมยิ่งขึ้น เพื่อใช้ได้กว้างขวางขึ้น คณิตศาสตร์มีลักษณะดังกล่าวมากกว่าวิชาอื่นๆ

มอร์ (More, 1976 : 360) กล่าวว่า ลักษณะเด่นในวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า คณิตศาสตร์นามธรรม (Abstract Mathematics) คือ คณิตศาสตร์ที่ศึกษาและสร้างขึ้นโดยการพิจารณา ถึงคุณสมบัติทั่วไป มากกว่าที่จะพิจารณาแค่เพียงเฉพาะกรณี

มูน (Munn, 1962 : 59) กล่าวว่า ความคิดทางนามธรรม หมายถึงความคิดในการรวบรวม ประสมการณ์ใหม่ เรียกว่า การสรุปเป็นกรณีทั่วไป (generalization)

มูน ยังกล่าวอีกว่า ความคิดทางนามธรรมและการสรุปเป็นกรณีทั่วไป นำไปสู่การเกิดมโนภาพที่สมบูรณ์ การสรุปเป็นกรณีทั่วไป และการเกิดมโนภาพต้องเริ่มต้นมาจากความคิดทางนามธรรมก่อน

โซเบล (Sobel, 1956 : 425) กล่าวว่า ความเข้าใจและการเกิดมโนภาพในหลักของคณิตศาสตร์ เป็นกุญแจนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจและมโนภาพ ในหลักการทางคณิตศาสตร์ต้องเริ่มจากประสมการณ์ต่อไปนี้คือ "คิด" เกี่ยวกับปัญหา จินตนาการให้กว้างไกลออกไปถึงลักษณะที่เป็นนามธรรม สุดท้ายจะเกิดมโนภาพในเรื่องนั้นๆ ซึ่งนำไปใช้ในเรื่องที่เรียนใหม่ได้

พอยแคร์ (Poincare, 1969 : 299) กล่าวว่า ความมุ่งหมายสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ ก็คือ การพัฒนาขั้นตอนการคิด ส่วนความสามารถรู้เอง (Intuition) ไม่ใช่

ความมุ่งหมายหลัก แต่จะเป็นผลมาจากพัฒนาการของขบวนการศึกษาค้นคว้า

ลิก (Lick, 1971: 85 - 90) เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือ เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลและให้มีความคล่องมือ คนที่เรียนอ่อนจะเรียนเก่ง ต้องได้รับการศึกษาเท่าเทียมกัน และจะต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ไม่เพียงแต่จำเท่านั้น

✕ ในการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของกรมวิชาการ ในปี พ.ศ. 2509 ฮูเฟอร์ (Fred Hooper) แห่ง International School of Bangkok (กรมวิชาการ, 2509: 3.4 - 3) ให้ข้อคิดเห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีลักษณะดังนี้

1. ควรสอนให้เข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการง่ายและไม่สับสน เมื่อผู้เรียนต้องรับเนื้อหาใหม่ และในขณะเดียวกันก็ไม่ลืมของเก่าที่เรียนมาแล้ว นั่นคือไม่ควรสอนคณิตศาสตร์เป็นตอนๆ โดยไม่เกี่ยวข้องกัน

2. ควรสอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียน แบบที่ให้เกิดศิลป์ในการค้นหาคำตอบที่จะป้อนวิธีที่สำเร็จรูปแล้ว

3. ควรรวม เลขคณิต พีชคณิต และเรขาคณิตเข้าด้วยกัน แทนที่จะแยกสอนอย่างที่เคยกันอยู่

✓ / เคเปอร์ (Kaper, 1968: 321 - 327) กล่าวว่า ควรสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดของผู้เรียน คือ สามารถให้คิดได้อย่างมีเหตุผล

2. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

แลงเกอร์ (Langer, 1966 : 158 - 166) กล่าวว่า การสอนพีชคณิตควรเน้นความสำคัญที่ความเข้าใจในโครงสร้าง ทางคณิตศาสตร์มากกว่าเทคนิคการคิดคำนวณ การเรียนพีชคณิตจึงจะช่วยให้ผู้เรียน มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

แฟร์ (Howard F. Fehr) ผู้อำนวยการโครงการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (Secondary School Mathematics Curriculum Improvement Study) ได้กล่าวในที่ประชุมสัมมนาปรับปรุงหลักสูตร และการสอนคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2515 ว่า คณิตศาสตร์บางเรื่องที่อาจจัดสอนในชั้นประถมศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาได้ มีดังนี้

1. เซต (Set) ในชั้นประถมศึกษาให้รู้เรื่อง "Union" "intersection" "inclusion" และ "belonging to" รวมทั้งสัญลักษณ์ของคาเหล่านี้ สำหรับในชั้นมัธยมศึกษา ควรสอนเน้นหนักในเรื่องทฤษฎีให้มากพอที่จะเป็นพื้นฐานในการเรียนความน่าจะเป็น (Probability) อธิบายความหมายของความสัมพันธ์ต่างๆ เช่น ฟังก์ชัน (Function) และความสัมพันธ์ (Relation)

2. ตรรกศาสตร์ (Logic) ในชั้นประถมศึกษาตอนต้น สอนให้เข้าใจความหมายในเชิงตรรกศาสตร์ ของคำอย่างแท้จริง เช่น "ทุกๆ คน" "บางคน" รวมทั้งความหมายของคำเชื่อม เช่น "และ" "หรือ" และ "ไม่" สำหรับในชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ให้เข้าใจความหมายของคำว่า "ถ้า.....แล้ว" และ "ก็ต่อเมื่อ" ในชั้นมัธยมจึงจะสอนวิธีสรุปโดยใช้เหตุผลการตรวจค่าความจริง (Truth Value) ของประพจน์ รวมทั้งการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในเรื่องเหล่านี้

3. พีชคณิต ในชั้นประถมศึกษา อาจสอนเรื่องตัวแปรโดยใช้สัญลักษณ์ * แทนตัวแปร ใช้ เซต อธิบายความหมายของความสัมพันธ์ต่างๆ เช่น $<, \leq, >, \geq =$ สำหรับในชั้นมัธยมศึกษา การสอนพีชคณิตควรเน้นในเรื่องโครงสร้าง เรื่องที่ควรจัดสอนได้แก่ เรื่อง operation ต่างๆ โดยเฉพาะ binary operation การพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ เช่น คุณสมบัติการจับคู่ การสลับที่ การกระจาย เรื่องเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เป็นการสอนให้นักเรียนมีแนวความคิดในเรื่อง กรุป (groups) ริง (rings) และฟีลด์ (fields) รวมทั้งระบบที่ isomorphic

4. วิชาวิเคราะห์ (Analysis) ในชั้นมัธยมศึกษาควรสอนให้วิเคราะห์ฟังก์ชัน ความหมายของระบบจำนวนจริง ค่าลิมิต และอสมการให้เข้าใจ ตลอดจนความรู้พื้นฐานในวิชา แคลคูลัสเบื้องต้น เพราะวิชาแคลคูลัสนี้ เป็นวิชาที่ควรสอนในระดับมัธยมศึกษา เพราะเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ทุกแขนง และเป็นชุมทางของคณิตศาสตร์แขนงต่างๆ ในการเรียนการสอนวิชานี้จะก่อให้เกิดความเข้าใจทฤษฎี ตลอดจนการนำไปใช้

สุวรรณ มุ่งเกษม (สุวรรณ, 2513 : 22) ได้ศึกษาพัฒนาการของคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา และได้สรุปลักษณะเด่น ของคณิตศาสตร์แผนใหม่ไว้ดังนี้

ก. Generalization หมายถึง การสรุปความรู้เกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ให้สามารถครอบคลุมขอบเขตของเรื่องนั้นๆ ได้กว้างขวางขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ความพยายามที่จะดึง ทฤษฎี กฎ หรือสูตร เพื่อนำมาใช้ในกรณีทั่วๆ ไปได้ มิใช่ใช้เฉพาะกรณีเท่านั้น

ข. Abstraction หมายถึง การพิจารณา หรือศึกษาคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เป็นนามธรรม กล่าวคือ มีการใช้สัญลักษณ์ และเน้นโครงสร้างของวิชามากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์ตามนัยของนักปรัชญากลุ่มหนึ่ง คือ ปรัชญา Logicism ซึ่งถือว่าคณิตศาสตร์เป็นเพียงแขนงหนึ่งของตรรกศาสตร์เท่านั้น

ค. Arithmetization หมายถึง การใช้ระบบจำนวนจริง (Real Number System) เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์

สามารถ วิรสัมฤทธิ์ (สามารถ, 2512: 98) ได้ศึกษาสมรรถภาพทางสมองบางอย่าง ที่สัมพันธ์กับความฉลาดทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้แบบทดสอบ 10 ชนิด ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนหญิงมีสมรรถภาพทางสมองด้านภาษาสูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05

2. นักเรียนชายมีสมรรถภาพทางด้านมิติสัมพันธ์ และความสามารถในทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

3. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิง มีสมรรถภาพทางสมองไม่แตกต่างกันในด้านความคล่องแคล่ว ทางด้านคำนวณ ความจำ สัญลักษณ์ เหตุผล การรับรู้ทางตา และความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

ปราณี สุทธิพงศ์ (ปราณี, 2511 : 79) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพพื้นฐานทางด้านภาษาและตัวเลข ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2510 ในภาคเรียนที่ 1 ปรากฏผลดังนี้

ในสมรรถภาพพื้นฐานทางด้านสมอง ด้านภาษา นักเรียนหญิงมีความสามารถสูงกว่านักเรียนชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทุกระดับการศึกษา ลักษณะพัฒนาการด้านนี้ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงจะเป็นไปทำนองเดียวกัน คือ มีความงอกงามรวดเร็วในระยะต้นๆ

และค่อยๆ ซ้ำลง และจะค่อยๆ จอกลงเร็วขึ้นอีกครั้ง เมื่อนักเรียนเริ่มเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ด้านสมรรถภาพพื้นฐานทางด้านตัวเลข นักเรียนชายมีความสามารถสูงกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งปรากฏว่าทั้งสองเพศมีความสามารถไม่แตกต่างกัน ลักษณะของพัฒนาการในถ้านี้ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงแตกต่างกันเล็กน้อย คือ ทั้งชายและหญิงมีความงอกงามทางถ้านี้ค่อนข้างเร็ว ในระดับการศึกษาชั้นต้น แต่อัตราความเจริญงอกงามของนักเรียนหญิงจะนานกว่าของนักเรียนชายเล็กน้อย

ทวีชัย สัทธีศร (ทวีชัย, 2516 : 28) ได้ศึกษาในการเรียนเรื่อง กรุปเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปรากฏผลดังนี้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถเรียนเรื่อง กรุปเบื้องต้นได้ ในการตัดสินผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ไว้ว่านักเรียนชั้นใดสามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ถือว่าสามารถเรียนเรื่องนี้ได้ จากการเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนระหว่างชั้นปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องกรุปเบื้องต้นไม่แตกต่างกัน แต่มีความสามารถในการเรียนเรื่องนี้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เสาวนิต วงษ์อำไพ (เสาวนิต, 2516 : 28) ได้ศึกษาความสามารถในการเรียนเวกเตอร์ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปรากฏผลดังนี้

ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถเรียนเวกเตอร์ได้ และนักเรียนในระดับชั้นที่สูงกว่าสามารถเรียนเวกเตอร์ได้ดีกว่านักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ฮัลแลน รอย คับรัด ที่กล่าวว่า นักเรียนในระดับเกรด 8, 9, และ 10 สามารถเรียนการบวกเวกเตอร์ได้ และนักเรียนในระดับชั้นที่สูงกว่าสามารถเรียนเรื่องการบวกเวกเตอร์ได้ดีกว่านักเรียนในระดับชั้นต่ำกว่า.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ๕ (๕)

แหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อทดสอบ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2518 ของโรงเรียนบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนชานเมืองเลือกมาศึกษาชั้นละ 50 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อทดสอบใช้วิธีสุ่มจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางกะปิ จำนวน 40 คน จากทั้งหมด 120 คน
2. กลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลอง ใช้วิธีสุ่มจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 มาชั้นละ 50 คน จากทั้งหมดชั้นละ 180 คน ✕

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. บทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น ตามหัวข้อต่อไปนี้
 - ก. เซตของจำนวนเต็ม
 - เซตย่อย (Subset) ของจำนวนเต็ม
 - ข. เซตของจำนวนคี่
 - เซตย่อย (Subset) ของจำนวนคี่
 - ค. การแทนจำนวนด้วยจุดบนเส้นจำนวน (Number line)
 - ง. ประโยคจำนวน (Number Sentences)
 - จ. อสมการ
 - การใช้สัญลักษณ์เกี่ยวกับ อสมการ

- การแก้อสมการเพื่อหารากของอสมการ เมื่อกำหนดเซตขอบเขต
(Universal Set) มาให้

- การเขียนรากของอสมการ ด้วยเซต และจุดบนเส้นจำนวน

ฉ. ค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value)

- สัญลักษณ์ของค่าสัมบูรณ์

- นิยามค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม และจำนวนคี่ยะ

- การแก้อสมการที่เกี่ยวข้องกับค่าสัมบูรณ์

- การเขียนรากของอสมการด้วยเซต และจุดบนเส้นจำนวน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์จำนวน 40 ข้อ

การดำเนินการทดลอง

1. สร้างบทเรียนตามหัวข้อดังกล่าว โดยศึกษาจากหนังสือต่อไปนี้

1. ระบบจำนวน (ประชุม, 2515 : 16 - 112)

2. Modern School Mathematics Structures and uses
(Duncan, 1972 : 1 - 60)

3. Modern Introductory Analysis (Dolciani,
1971 : 50 - 60)

ผู้วิจัยได้รวบรวมความกิดตลอดจนตัวอย่างต่างๆ มาเรียบเรียงเป็นบทเรียน และ
สร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อสมการและค่าสัมบูรณ์ จำนวน 80 ข้อ

(2.) การวิเคราะห์แบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 80 ข้อ
ไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางกะปิ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

3. ทดลองสอนเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแก่กลุ่มทดลองเวลาที่สอน 10 ชั่วโมง ใน
ภาคปลาย ปีการศึกษา 2518 โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนแต่เสียงผู้เดียวโดยตลอด

4. นำแบบทดสอบที่ได้วิเคราะห์ และปรับปรุงเรียบร้อยแล้วจำนวน 40 ข้อ จาก
ข้อสอง ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังจากสอนเนื้อหาทั้งหมดแล้วใช้เวลาในการทดสอบ

1 $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติในการใช้วิเคราะห์ข้อมูล

- ①. รายเฉลี่ย (Mean) ของคะแนน คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

- ②. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจาก

สูตร

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

3. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) คำนวณจากสูตร

คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนของแบบทดสอบ

$p = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

$q = 1 - p$

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ (ซึ่งเท่ากับกำลังสองของค่า S ในข้อ 2)

4. หาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) คำนวณจากสูตร

$$SE_{\text{meas}} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ SE_{meas} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
 S_x แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. หาระดับความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อทดสอบตามวิธีการของ ฟาน

6. วิเคราะห์หาค่า t (t - test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของนักเรียน 2 กลุ่ม คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2
 S_1^2, S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2
 N_1, N_2 แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลของการศึกษาค้นคว้า

ข้อตกลงเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลและการแปลผล

1. ถ้านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างชั้นใดได้คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 50% ขึ้นไป และนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างนั้น ที่ทำคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 50% ขึ้นไป มีจำนวนไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง ถือว่า นักเรียนชั้นนั้นมีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นได้

2. เกณฑ์ในการตัดสินว่าควรสอนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นในชั้นใดนั้นมีดังต่อไปนี้คือ

ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองชั้น เป็นกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

2.1 ถ้านักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่าควรสอน เรื่องอสมการและค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น แก่นักเรียนชั้นที่มีกลุ่มที่ 1

เป็นตัวแทน

2.2 ถ้านักเรียนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่าควรสอน เรื่องอสมการและค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น แก่นักเรียนในชั้นที่ต่ำกว่า

อนึ่งในการสรุปว่าควรสอน เรื่องอสมการและค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นในชั้นใดนั้น จะถือเกณฑ์ที่กล่าวไว้ในข้อ 1 ประกอบด้วย *

ผลของการศึกษาค้นคว้า

1. การวิเคราะห์ข้อมูลหาคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ผู้วิจัยได้คำนวณหาคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ระดับชั้น	ค่าสถิติ	คะแนนเฉลี่ย		ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		$\bar{X}$	$\bar{X}$ คิดเป็น %	(S)
มัธยมศึกษาปีที่ 2	2	20.86	52.15	5.74
มัธยมศึกษาปีที่ 3	3	21.26	53.15	5.05
เฉลี่ยทั้งหมด		21.06	52.65	5.39

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า

1. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่า 50%

2. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. การวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละชั้นที่ได้คะแนนจากการทดสอบตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนตั้งแต่ 50% ขึ้นไปโดยจำแนกตามชั้น

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 50% ขึ้นไป	เปอร์เซ็นต์จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 50% ขึ้นไป
มัธยมศึกษาปีที่ 2	50	26	52
มัธยมศึกษาปีที่ 3	50	36	72
เฉลี่ยทั้งหมด	50	31	62

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่า 50% มีจำนวนมากกว่า 50%
2. จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนได้สูงกว่า 50% ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มากกว่าจำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนได้สูงกว่า 50% ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. การวิเคราะห์ค่า t (t -test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 2 ชั้น ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงค่า t จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 2 ชั้น

ระดับชั้น	มัธยมศึกษาปีที่ 2	มัธยมศึกษาปีที่ 3
มัธยมศึกษาปีที่ 2	-	0.3699
มัธยมศึกษาปีที่ 3	-	-

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการเรียนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่แตกต่างกันหรืออยู่ในระดับเดียวกัน

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปเสนอแนะในการปรับปรุงหลักสูตร วิชาคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบางกรวย อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี จำนวนชั้นละ 50 คน รวมจำนวนนักเรียนที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด 100 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้วิธีสุ่ม (Random)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง * ๕

1. เนื้อหาเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น
2. แบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น จำนวน 40 ข้อ กำหนดเวลาทดสอบ $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.79 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7061 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 2.1178 *

การดำเนินการทดลอง

1. ทดลองสอนเนื้อหาเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นแก่นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2518 โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนแต่ผู้เดียว

โดยใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 10 ชั่วโมง

2. ทดสอบนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เมื่อทดลองสอนเนื้อหาครบ แล้วด้วยแบบทดสอบที่ได้วิเคราะห์แล้ว จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล * ๕

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ ดังต่อไปนี้

1. หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
2. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
3. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

โดยใช้ t-test

ผลการทดลอง * ๖

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบเท่ากับ 20.86 และ 21.26 ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งคิดเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 52.15% และ 53.15% ตามลำดับ จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สอบได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า 50%

2. จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ทำคะแนนได้ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป เท่ากับ 26 และ 36 คน ตามลำดับจากจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นละ 50 คน ซึ่งคิดเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วได้เท่ากับ 52% และ 72% ตามลำดับ จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้คะแนนจากการทดสอบสูงกว่า 50% มีมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนั้น

3. การวิเคราะห์ค่า t (t-test) ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า * ๗

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถเพียงพอที่จะเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้
2. ควรเริ่มสอน เรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 น่าจะไม่แตกต่างกัน * ๗

อภิปรายผล

1. การทดลองสอนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 น่าจะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ของนักเรียนทั้งสองชั้นไม่แตกต่างกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่มีผลต่อการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์

1.2 ระดับอายุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งไม่ได้ส่งผลต่อการพัฒนาการทางด้านความคิดทางคณิตศาสตร์แผนใหม่ ที่ฝึกให้นักเรียนคิดในแง่ นามธรรมของนักเรียนทั้ง 2 ชั้น

2. ข้อสรุปที่ว่าควรเริ่มสอนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้น สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ ปิยรัตน์ (ปิยรัตน์, 2513 : 47) ที่ว่าควรเริ่มสอนเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อเสนอแนะ

ก. สำหรับการปรับปรุงหลักสูตรและส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ควรบรรจุ เนื้อหาเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นไว้ในเนื้อหาวิชาระบบจำนวนในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ควรเริ่มให้นักเรียน เรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ได้เนื้อหาของความยากง่ายแตกต่างกัน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

3. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาระบบจำนวน ในเนื้อหาอื่นๆ ให้มากยิ่งขึ้น เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์

ข. สำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ควรมีการทดลองสอนเรื่องนี้ซ้ำอีกให้กว้างขวาง เพื่อหาผลสรุปที่แน่นอนยิ่ง

2. ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้นในระดับอื่น เพื่อหาข้อสรุปว่า ควรบรรจุเนื้อหาวิชานี้ในหลักสูตรระดับใด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ชวาล แพรัตกุล เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2508, 452 หน้า.
- ประทุม สุวัถ์ดี ระบบจำนวน โรงพิมพ์นิยมวิทยา 2515, 191 หน้า.
- Fan, Chung-Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.
- Fehr, Howard F "Reform of Mathematics Education Around the World" The Mathematics Teacher, 58 : 37 - 44, January, 1965.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw-Hill, New York, 1966, 446 pp.
- Hedrick, E.R., "Reality of Mathematical Processes", The Mathematics Teacher, 60 : 45 - 51, January, 1967.
- More, Eliakim Hastings "The Foundation of Mathematics", The Mathematics Teacher, 60 : 360 - 374, April, 1967.
- Munn, Norman Leslie, Student's Manual to Accompany, Introduction to Psychology., Houghton Mifflin, Boston, 1972, 90 pp.
- Munn, Norman Leslie, Psychology, Houghton Mifflin, Boston, 1956, 542 pp.
- Poincare, Henri "Mathematical Definitions and Teaching", The Mathematics Teacher, 62 : 295 - 305, April, 1969.
- The School Mathematics Project, Teacher's Guide for Book 2 Cambridge University Press, London, 1966, 231 pp.
- Sobel, Max A., "Concept Learnings in Algebra; The Mathematics Teacher, 49 : 425 - 428, October, 1956.
- Spitzer, Herbert F., "Learning and Teaching Arithmetic", The Teaching of Arithmetic, University of Chicago, 1935.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนเรื่อง อสมการ และค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่องอสมการและค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง. จงกา " X " หน้าข้อความที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. จำนวนต่อไปนี้จำนวนใด เป็นจำนวนตรรกยะ

ก. $1.1121221222\dots$

ข. $\sqrt{3} + \sqrt{5}$

ค. $.101010\dots$

ง. $.010110111\dots$

2. จำนวนต่อไปนี้จำนวนใดเป็นจำนวนตรรกยะ

ก. $-\sqrt[3]{-8}$

ข. $\sqrt{(-6)^2}$

ค. $\sqrt[3]{27}$

ง. $\frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{5}}{2}$

3. $\sqrt{(a-b)^2}$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. $a-b$

ข. $b-a$

ค. $|a-b|$

ง. ถูกทุกข้อ

4. จงหาจำนวนเต็มที่มีมากที่สุด และมีค่าน้อยกว่า -19

ก. -18

ข. -20

ค. 20

ง. 18

5. จงหาจำนวนเต็มที่มีน้อยที่สุดและมีค่ามากกว่า -25

ก. -26

ข. -24

ค. 26

ง. 24

6. จงหาจำนวนเต็มที่มีมากที่สุด และมีค่ามากกว่า 18

ก. 19

ข. 20

ค. 21

ง. ไม่มีข้อใดถูก

7. จงหาจำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อยที่สุดและมีค่าน้อยกว่า 4

ก. 4

ข. 3

ค. 2

ง. 1

8. จงหาจำนวนเต็มลบที่มีค่ามากที่สุด และมีค่าน้อยกว่า 9

ก. 8

ข. -8

ค. -1

ง. 1

จากข้อ 9 ถึงข้อ 27 จงแทน " $*$ " ด้วยเครื่องหมาย หรือสัญลักษณ์ที่แน่นอนและทำให้ประโยคเป็นจริง

9. ถ้า $a > b$ แล้ว $a + c * b + c$

ก. =

ข. $>$

ค. $<$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

10. ถ้า $a > b$ แล้ว $a \cdot c * b \cdot c$

ก. =

ข. $>$

ค. $<$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

11. ถ้า $a < b$ และ $c > 0$ แล้ว $a \cdot c * b \cdot c$

ก. =

ข. $>$

ค. $<$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

12. ถ้า $a > b$ และ $c \geq 0$ แล้ว $a \cdot c * b \cdot c$

ก. =

ข. $\geq$

ค. $\leq$

ง. $>$

13. ถ้า $a < b$ และ $c < 0$ แล้ว $\frac{a}{c} * \frac{b}{c}$

ก. =

ข. $\geq$

ค. $\leq$

ง. $<$

14. ถ้า $a \leq b$ แล้ว $|a| * |b|$

ก. =

ข. $\geq$

ค. $\leq$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

15. ถ้า $a > b$ แล้ว $a * \frac{a+b}{2}$

ก. $=$ ข. $\geq$

ค. $\leq$ ง. $<$

16. ถ้า a, b เป็นจำนวนจริงบวกแล้ว $a * \frac{a+b}{2}$

ก. $=$ ข. $>$

ค. $<$ ง. ไม่มีข้อใดถูก

17. ถ้า $a > b$ แล้ว $\frac{2a+b}{3} * \frac{a+2b}{3}$

ก. $=$ ข. $>$

ค. $<$ ง. $\leq$

18. ถ้า $\frac{a}{b} > \frac{c}{d}$ แล้ว $(\frac{a}{b})^2 * (\frac{c}{d})^2$

ก. $=$ ข. $>$

ค. $<$ ง. ไม่มีข้อใดถูก

19. ถ้า $a > b$ แล้ว $a \cdot |c| * b \cdot |c|$

ก. $=$ ข. $\geq$

ค. $\leq$ ง. $>$

20. ถ้า $a > b$ แล้ว $|a| * |b|$

ก. $=$ ข. $>$

ค. $<$ ง. ไม่มีข้อใดถูก

21. ถ้า $a > b$ และ a, b เป็นจำนวนจริงลบแล้ว $|a| * |b|$

ก. $=$ ข. $>$

ค. $<$ ง. ไม่มีข้อใดถูก

22. ถ้า $a > b$ และ $|a| = |b|$ แล้ว a มีค่าเท่ากับ

ก. b ข. $-b$

ค. ถูกทั้ง ก, ข ง. ไม่มีข้อใดถูก

23. ถ้า $a > b$ และ $|a| < |b|$ แล้ว

ก. $a < 0, b < 0$

ข. $a < 0, b > 0$

ค. $a = 0, b = 0$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

24. $|a + b| * |a| + |b|$

ก. $=$

ข. $\geq$

ค. $\leq$

ง. $<$

25. $|a - b| * |a| - |b|$

ก. $=$

ข. $\geq$

ค. $\leq$

ง. $>$

26. เมื่อ a เป็นจำนวนจริงใดๆ $|a| * \sqrt{a^2}$

ก. $=$

ข. $>$

ค. $<$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

27. $|a - b| * |a| + |b|$

ก. $=$

ข. $\geq$

ค. $\leq$

ง. $>$

ข้อ 28 ถึงข้อ 40 จงแก้สมการ เมื่อกำหนด ให้หาคำตอบให้ท้ายข้อในแต่ละข้อ

28. $7 < 2x + 3 < 12$; x แทนจำนวนเต็มบวก

ก. $\{3\}$

ข. $\{4\}$

ค. $\{3, 4\}$

ง. $\{1, 2, 3\}$

29. $7 < 2x + 3 \leq 12$

ก. $\{3\}$

ข. $\{3, 4, 5\}$

ค. $\{3, 4, 5, 6\}$

ง. $\{1, 2, 3, 4\}$

30. $x^2 + 2x - 3 > 0$; x แทนจำนวนจริง

ก. $[-3, 1]$

ข. $[1, 3]$

ค. $(1, \infty) \cup (-\infty, -3)$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

31. $7 \leq 1-2x < 10$; x แทนจำนวนจริง

ก. $(3, 4\frac{1}{2})$

ข. $[-4\frac{1}{2}, -3]$

ค. $(-4\frac{1}{2}, -3]$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

32. $\frac{x-5}{x-4} < 0$, x แทนจำนวนจริง

ก. $(4, 5)$

ข. $(4, 5]$

ค. $[4, 5)$

ง. $[4, 5]$

33. $x^2 - 4 \leq 0$; x แทนจำนวนจริง

ก. $[-4, 4]$

ข. $(-2, 2)$

ง. $[-2, 2]$

ง. $-4, 4$

34. $x^2 - 4 \geq 0$

ก. $[-4, 4]$

ข. $(-2, 2)$

ค. $[-2, 2]$

ง. $(-\infty, -2) \cup (2, \infty)$

35. $2x + 3 \leq 5$; x แทนจำนวนเต็ม

ก. $\{1, 2, 3, 4\}$

ข. $\{0, 1, -1, -2, -3\}$

ค. $\{-4, -3, -2, -1, 0, 1\}$

ง. $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$

36. $|x-1| < |x-2|$; x แทนจำนวนจริง

ก. $(1, \infty)$

ข. $(-\infty, 1)$

ค. $(-\infty, 1\frac{1}{2})$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

37. $|1-2x| < 5$, x แทนจำนวนจริง

ก. $(-2, 3)$

ข. $(2, 3)$

ค. $(-3, 2)$

ง. $(-2, -3)$

38. $|1-x| < -1$, ; x แทนจำนวนจริง

ก. $(0, 2)$

ข. $(-2, 0)$

ค. $\{ \}$

ง. $(-2, 2)$

39. จงหาว่า x เมื่อ $|x| = x+1$

ก. $\left\{1\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right\}$

ข. $\left\{\frac{1}{2}\right\}$

ค. $\left\{-\frac{1}{2}\right\}$

ง. $\{1, -1\}$

40. $|x| < x+1$; x แทนจำนวนจริง

ก. $(-\infty, \frac{1}{2})$

ข. $(-\frac{1}{2}, \infty)$

ค. $(\frac{1}{2}, \infty)$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

ตาราง 4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	P _L	P _H	p	r	ข้อที่	P _L	P _H	p	r
1	.55	.82	.69	.31	21	.18	.91	.56	.72
2	.45	.64	.51	.27	22	.18	.91	.56	.72
3	.64	.82	.73	.22	23	.55	.91	.79	.57
4	.55	.73	.64	.20	24	.45	.91	.79	.74
5	.64	.91	.79	.38	25	.27	.91	.62	.65
6	.27	.91	.62	.65	26	.37	.91	.75	.78
7	.55	.73	.64	.20	27	.27	.91	.62	.65
8	.18	.27	.28	.26	28	.18	.91	.56	.72
9	.1	.64	.35	.58	29	.37	.91	.75	.78
10	.18	.91	.56	.72	30	.27	.82	.55	.55
11	.45	.73	.59	.29	31	.18	.91	.56	.72
12	.18	.82	.50	.63	32	.27	.73	.50	.46
13	.64	.82	.73	.22	33	.37	.91	.75	.78
14	.37	.91	.60	.47	34	.27	.91	.62	.65
15	.27	.82	.55	.55	35	.27	.73	.50	.46
16	.18	.91	.56	.72	36	.37	.64	.51	.27
17	.64	.91	.73	.38	37	.27	.91	.62	.65
18	.37	.91	.75	.78	38	.45	.73	.59	.29
19	.27	.91	.62	.65	39	.45	.82	.64	.40
20	.55	.91	.79	.57	40	.1	.91	.56	.72
					Σ			24.69	21.33

ค่าความยากง่ายเฉลี่ย

0.61725

ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย

0.53325

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ตาราง 5 แสดงคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ
และค่าสัมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3

เลขที่	ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2	ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3	เลขที่	ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2	ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3
1	27	13	26	28	21
2	20	24	27	19	22
3	24	20	28	19	14
4	31	15	29	25	14
5	23	12	30	13	9
6	32	23	31	19	20
7	22	20	32	17	19
8	27	24	33	12	21
9	24	30	34	12	17
10	28	21	35	11	15
11	16	30	36	12	21
12	15	16	37	25	20
13	26	23	38	21	19
14	18	27	39	16	24
15	30	24	40	18	29
16	27	22	41	14	24
17	26	24	42	17	27
18	17	20	43	17	26
19	16	20	44	17	22
20	18	13	45	10	25
21	19	18	46	20	23
22	18	21	47	21	25
23	30	13	48	23	27
24	28	23	49	19	29
25	24	26	50	22	28

ตาราง 6 แสดงการหาค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จาก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนเรื่องอสมการ และค่าสัมบูรณ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มัธยมศึกษาปีที่ 2				มัธยมศึกษาปีที่ 3			
x_1	x_1^2	x_1	x_1^2	x_2	x_2^2	x_2	x_2^2
27	729	28	784	13	169	21	441
20	400	19	361	24	576	22	484
24	576	19	361	20	400	14	196
31	961	25	625	15	225	14	196
23	529	13	169	12	144	9	81
32	1024	19	361	23	529	20	400
22	484	17	289	20	400	19	361
27	729	12	144	24	576	21	441
24	576	12	144	30	900	17	289
28	784	11	121	21	441	15	225
16	256	12	144	30	900	21	441
15	225	25	625	16	256	20	400
26	676	21	441	23	529	19	361
18	324	16	256	27	729	24	576
30	900	18	324	24	576	29	841
27	729	14	196	22	484	24	576
26	676	17	289	24	576	27	729
17	289	17	289	20	400	26	676
16	256	17	289	20	400	22	484
18	324	10	100	13	169	25	625
29	841	20	400	18	324	23	529
18	324	21	441	21	441	25	625
30	900	23	529	13	169	27	729
28	784	19	361	23	529	29	841
24	576	22	484	26	676	28	784
Σ		1,043	23,372	Σ		1,063	23,849

ก. การหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

จากสูตร

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{N_1}$$

$$\sum X_1 = 1043$$

$$N_1 = 50$$

$$\bar{X}_1 = \frac{1043}{50} = 20.86$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{N_2}$$

$$\sum X_2 = 1063$$

$$N_2 = 50$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1063}{50} = 21.26$$

ข. การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

จากสูตร

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

$$S_1 = \sqrt{\frac{N_1 \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2}{N_1(N_1-1)}} = \frac{50(23372) - (1043)^2}{50(49)}$$

$$= \frac{80751}{2450} = 5.74$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{N_2 \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2}{N_2(N_2-1)}} = \frac{50(23849) - (1063)^2}{50(49)}$$

$$= \frac{62481}{2450} = 5.05$$

การหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากการทดลองผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
 อสมการและค่าสัมบูรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}} \\
 &= \frac{21.26 - 20.86}{\sqrt{\frac{32.96}{50} + \frac{25.50}{50}}} \\
 &= \frac{.40}{\frac{58.46}{50}} \\
 &= \frac{.40}{1.081} \\
 &= 0.3699
 \end{aligned}$$

ค่า t ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .05

$$t_{.05, 98} = 1.658; \quad df = 50 + 50 - 2 = 98$$