**บทที่ 1**

**ที่มาและความสำคัญ**

**1.1ที่มาและความสำคัญของปัญหา**

 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ และคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จะทำให้สามารถเรียนรู้ในสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวโดยการคิด คำนวณ และคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่างๆมากมายไม่ว่าจะเป็นในด้านของ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้คนนั้นมีการจัดการกับปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีเหตุผล เป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการตัดสินใจ และคณิตศาสตร์ ยังเป็นศาสตร์ที่มีความคงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผนตั้งไว้อย่างชัดเจน เป็นศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์ เพื่อให้เป็นข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นสากล ที่ทุกคนทั่วโลกเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมาย การสื่อสาร และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่างๆ คณิตศาสตร์ทุกสาระมุ่งเน้นให้แก้โจทย์ แก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ สามารถอ้างเหตุผลและแปลความหมาย ตลอดจนสามารถสื่อความหมายด้วยการคิดวิเคราะห์ได้

 โดยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากมาย หนึ่งในนั้นได้แก่เนื้อหาในเรื่องของ “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” โดยเนื้อหานี้จะเกี่ยวข้องกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเพื่อหาด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยม โดยทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่า เมื่อทราบความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจำนวนสองด้านจะสามารถหาความยาวด้านอีกด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมได้ โดยเนื้อหาในเรื่องของทฤษฎีบทพีทาโกรัสนั้นจะใช้วิธีการคิดให้รู้จักทักษะกระบวนการ รู้หลัก รู้วิธีในการดำเนินการหาคำตอบอย่างถูกต้อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทางด้านอุตสาหกรรมในเรื่องของการหาความสูงของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ แต่อาจจะต้องประยุกต์กับเนื้อหาอื่นเพิ่มด้วยเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้นแต่เนื้อหาในเรื่องของทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะต้องใช้รูปสามเหลี่ยมประกอบในสื่อการเรียนการสอนจึงจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น และในปัจจุบันที่เน้นในด้านของเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาศักยภาพของมนุษย์ ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดทางคณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะทำสื่อการเรียนการสอนในเรื่องของ “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส”

 ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงมีความสนใจที่จะนำเนื้อหาในเรื่องของ “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” นี้มาใช้กับการศึกษาทฤษฎีบทพีทาโกรัสทางคณิตศาสตร์ของคณะผู้จัดทำ เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอนในเรื่องของ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ให้มีความเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้นโดยการใช้โปรแกรม GSPในการสร้างทฤษฎีบทพีทาโกรัสให้เห็นภาพได้ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

**1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า**

 1) เพื่อออกแบบสื่อการสอนเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส ลงในโปรแกรม GSP เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น

 2) เพื่อทดลองใช้สื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียน เรื่อง

ทฤษฎีพีทาโกรัส

 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียนเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส

**1.3 สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า**

 1) โปรแกรม GSP ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ ถูกต้อง และการเรียนแม่นยำมากขึ้น

 2) ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส”มากขึ้น

**1.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า**

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

 **ขอบเขตด้านเนื้อหา**

เนื้อหาที่ศึกษา ได้แก่ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 3 บท ประกอบด้วย

 บทที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

 บทที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

 บทที่ 3 บทกลับของทฤษฎีพีทาโกรัส

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

 **1. คณิตศาสตร์** หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารประเภทหนึ่งที่ใช้ตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ เป็นตัวกลางในการสื่อสาร ผ่านกระบวนการคิด การคำนวณ และสังเกตอย่างรอบคอบ เป็นไปตามระเบียบแบบแผน มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันไปเป็นไปตามลำดับขั้นความยากง่าย จากชีวิตประจำวัน (Real world) สู่โลกกึ่งสัญลักษณ์ และสู่โลกสัญลักษณ์ (Mathematics world) มีการพิสูจน์และการแสดงให้เห็นได้อย่างเป็นรูปธรรม อย่างสมเหตุสมผล ส่งเสริมจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เช่นเดียวกับศิลปะ เพื่อคณิตศาสตร์จะเป็นรากฐานแห่งความเจริญในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งการแก้ปัญหาในทางที่พบเจอในชีวิตประจำวัน นอกจากนั้นคณิตศาสตร์อาจหมายถึง กลุ่มของวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ขนาด รูปร่าง สัญลักษณ์ เช่น เลขคณิต จำนวน การนับ เรขาคณิต พีชคณิต ตรรกศาสตร์ แคลคูลัส การวัด

 **2. โปรแกรม GSP**  หมายถึง สิ่งที่สำคัญมากในวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะเบื้องต้นที่สอนในวิชาเรขาคณิตคือ การใช้วงเวียน และสันตรงในเรื่องการสร้าง ส่วนใน วิชาพีชคณิต มีการเขียนกราฟของฟังก์ชัน แต่การใช้กระดาษและดินสอสร้างงานยังคงต้องใช้ใน การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่ามีอุปสรรคที่สำคัญ 2 ข้อ คือ ข้อที่หนึ่ง การสร้างแต่ละครั้ง ต้องใช้เวลา และเมื่อสร้างเสร็จแล้วรูปที่ได้ก็ไม่มีการเคลื่อนไหว จากอุปสรรคข้อแรก การใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ตัวอย่างเช่น The Geometer’s Sketchpad จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเวลาได้ด้วย การใช้คำสั่งต่าง ๆ เช่นแบ่งครึ่งมุม และ สะท้อน ซึ่งจะแสดงผลให้อย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบ กับ การสร้างบนกระดาษนอกจากนี้The Geometer’s Sketchpad ยังช่วยให้เราสามารถสร้างและสำรวจ ได้หลากหลายวิธี ตั้งแต่อย่างง่ายไปจนถึงซับซ้อนขึ้นในเวลาอันจำกัด อุปสรรคข้อที่สองของการ สร้างรูปด้วยกระดาษและดินสอ คือ รูปนั้นจะ“นิ่งอยู่กับที่” การสร้างที่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริงนั้น (มุมที่กำหนดเท่ากัน ) เป็นความจริงเชิงคณิตศาสตร์แต่บางอย่างดูเหมือนว่าจะเป็นจริง เนื่องจากเลือกสร้างขึ้นมา นับว่าเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะว่าอะไรที่เป็นจริงเพียงบางครั้งและอะไร จะเป็นจริงเสมอโดยไม่ต้องกลับไปสร้างรูปใหม่หลาย ๆ รูป

 **3. ทฤษฎีพีทาโกรัส** ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้านa, b และ c ได้ ซึ่งมักเรียกว่า สมการพีทาโกรัส ดังด้านล่าง a2 + b2 = c2  โดยที่ c เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก และ a และ b เป็นความยาวของอีกสองด้านที่เหลือ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสตั้งตามชื่อนักคณิตศาสตร์ชาวกรีก พีทาโกรัส ซึ่งถือว่าเป็นผู้ค้นพบทฤษฎีบทและการพิสูจน์ แม้จะมีการแย้งบ่อยครั้งว่า ทฤษฎีบทดังกล่าวมีมาก่อนหน้าเขาแล้ว มีหลักฐานว่านักคณิตศาสตร์ชาวบาบิโลนเข้าใจสมการดังกล่าว แม้ว่าจะมีหลักฐานหลงเหลืออยู่น้อย ////////ทฤษฎีบทดังกล่าวเกี่ยวข้องกับทั้งพื้นที่และความยาว ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถสรุปได้หลายวิธี รวมทั้งปริภูมิมิติที่สูงขึ้น ไปจนถึงปริภูมิที่มิใช่แบบยูคลิด ไปจนถึงวัตถุที่ไม่ใช่สามเหลี่ยมมุมฉาก และอันที่จริงแล้ว ไปจนถึงวัตถุที่ไม่ใช่สามเหลี่ยมเลยก็มี แต่เป็นทรงตัน n มิติ ////////ทฤษฎีบทพีทาโกรัสดึงดูดความสนใจจากนักคณิตศาสตร์เป็นสัญลักษณ์ของความยากจะเข้าใจในคณิตศาสตร์ ความขลังหรือพลังปัญญา มีการอ้างถึงในวัฒนธรรมสมัยนิยมมากมายทั้งในวรรณกรรม ละคร ละครเพลง เพลง สแตมป์และการ์ตูน

**บทที่ 2**

**เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

 เอกสารที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ ผู้จัดทำได้นำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** เอกสารเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

 1.1 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

 1.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

**ตอนที่** 2 โปรแกรม GSP

* 1. **โปรแกรม Geometer’s Sketchpad (GSP)**
	2. การใช้โปรแกรม GSP เบื้องต้น

**ตอนที่ 3** งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

 1.1 งานวิจัยภายในประเทศ

**1. ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์**

 ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเป็นบทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างมีเหตุผลและถูกต้อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสแสดงความสัมพันธ์ในเลขาคณิตแบบยุคลิดระหว่างด้านทั้งสามด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใดๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมีความน่าสนใจที่จะสำรวจทฤษฎีของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยได้นำความรู้จากการใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์ทางเรขาคณิต คือ โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad (GSP) มาช่วยในการสำรวจ ซึ่งทำให้การคำนวณต่างๆแม่นยำเห็นภาพชัดเจน ศึกษาเข้าใจง่ายและสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการศึกษาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

**2. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส**

 ในวิชาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แสดงความสัมพันธ์ในเรขาคณิตแบบยุคลิด ระหว่างด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก กำลังสองของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลรวมของกำลังสองของอีกสองด้านที่เหลือ ในแง่ของพื้นที่ กล่าวไว้ดังนี้

ในสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ พื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลรวมพื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านประชิดมุมฉากของสามเหลี่ยมมุมฉากนั้น

 ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้าน *a*, *b* และ *c* ได้ ซึ่งมักเรียกว่า สมการพีทาโกรัส {\displaystyle a^{2}+b^{2}=c^{2}\!\,}(อาจแทนด้วยตัวแปรอื่นเช่น x, y, z, ก, ข, ค)โดยที่ *c* เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก และ *a* และ *b* เป็นความยาวของอีกสองด้านที่เหลือ

 ทฤษฎีบทพีทาโกรัสตั้งตามชื่อนักคณิตศาสตร์ชาวกรีก พีทาโกรัส ซึ่งถือว่าเป็นผู้ค้นพบทฤษฎีบทและการพิสูจน์แม้จะมีการแย้งบ่อยครั้งว่า ทฤษฎีบทดังกล่าวมีมาก่อนหน้าเขาแล้ว มีหลักฐานว่านักคณิตศาสตร์ชาวบาบิโลนเข้าใจสมการดังกล่าว แม้ว่าจะมีหลักฐานหลงเหลืออยู่น้อยมากว่าพวกเขาปรับให้มันพอดีกับกรอบคณิตศาสตร์

 ทฤษฎีบทดังกล่าวเกี่ยวข้องกับทั้งพื้นที่และความยาว ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถสรุปได้หลายวิธี รวมทั้งปริภูมิมิติที่สูงขึ้น ไปจนถึงปริภูมิที่มิใช่แบบยูคลิด ไปจนถึงวัตถุที่ไม่ใช่สามเหลี่ยมมุมฉาก และอันที่จริงแล้ว ไปจนถึงวัตถุที่ไม่ใช่สามเหลี่ยมเลยก็มี แต่เป็นทรงตัน n มิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสดึงดูดความสนใจจากนักคณิตศาสตร์เป็นสัญลักษณ์ของความยากจะเข้าใจในคณิตศาสตร์ ความขลังหรือพลังปัญญา มีการอ้างถึงในวัฒนธรรมสมัยนิยมมากมายทั้งในวรรณกรรม ละคร ละครเพลง เพลง แสตมป์และการ์ตูน

บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสนั้นเป็นจริง โดยกล่าวไว้ดังนี้

 กำหนด *a*, *b* และ *c* เป็น[จำนวนจริง](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%88%E0%B8%B3%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%87)บวกที่{\displaystyle a^{2}+b^{2}=c^{2จะมี[สามเหลี่ยมมุมฉาก](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%89%E0%B8%B2%E0%B8%81)หนึ่งรูปที่มีความยาวด้านเท่ากับสามจำนวนนั้น และสามเหลี่ยมนั้นจะมีมุมฉากระหว่างด้าน *a* และ *b*ชุดของสามจำนวนนี้เรียกว่า [สามสิ่งอันดับพีทาโกรัส](https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9E%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B9%82%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%AA&action=edit&redlink=1) อีกข้อความหนึ่งกล่าวว่า

 สำหรับสามเหลี่ยมใด ๆ ที่มีด้าน *a*, *b* และ *c* ถ้า {\displaystyle a^{2}+b^{2}=c^{2}} แล้วมุมระหว่าง *a* กับ *b* จะวัดได้ 90° บทกลับนี้ยังปรากฏอยู่ในหนังสือ *Euclid's Elements* ของ [ยุคลิด](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%94)ด้วย

 ถ้าในสามเหลี่ยมรูปหนึ่ง สี่เหลี่ยมบนด้านหนึ่งเท่ากับผลรวมของสี่เหลี่ยมบนอีกสองด้านที่เหลือของสามเหลี่ยมแล้ว แล้วมุมที่รองรับด้านทั้งสองที่เหลือของสามเหลี่ยมนั้นจะเป็นมุมฉาก

บทกลับนี้สามารถพิสูจน์ได้โดยใช้ [กฎของโคไซน์](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B9%84%E0%B8%8B%E0%B8%99%E0%B9%8C) หรือตามการพิสูจน์ดังต่อไปนี้

 กำหนด[สามเหลี่ยม](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A1) ABC มีด้านสามด้านที่มีความยาว a,b และ c และ {\displaystyle a^{2}+b^{2}=c^{2}}เราจะต้องพิสูจน์ว่า[มุม](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1)ระหว่าง a และ b เป็น[มุมฉาก](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%89%E0%B8%B2%E0%B8%81) ดังนั้น เราจะสร้างสามเหลื่ยมมุมฉากที่มีความยาวของ[ด้านประกอบมุมฉาก](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%89%E0%B8%B2%E0%B8%81) เป็น a และ b แต่จากทฤษฎีบทปีทาโกรัส เราจะได้ว่า[ด้านตรงข้ามมุมฉาก](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%89%E0%B8%B2%E0%B8%81) ของสามเหลื่ยมรูปที่สองก็จะมีค่าเท่ากับ c เนื่องจากสามเหลี่ยมทั้งสองรูปมีความยาวด้านเท่ากันทุกด้าน สามเหลี่ยมทั้งสองรูปจึง[เท่ากันทุกประการ](https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B8%E0%B8%81%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3&action=edit&redlink=1)แบบ "ด้าน-ด้าน-ด้าน" และต้องมีมุมขนาดเท่ากันทุกมุม ดังนั้นมุมที่ด้าน a และ b มาประกอบกัน จึงต้องเป็นมุมฉากด้วย

 จากบทพิสูจน์ของบทกลับของทฤษฎีบทปีทาโกรัส เราสามารถนำไปหาว่ารูปสามเหลี่ยมใด ๆ เป็นสามเหลี่ยม[มุมแหลม](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%A1), [มุมฉาก](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%89%E0%B8%B2%E0%B8%81) หรือ [มุมป้าน](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99) ได้ เมื่อกำหนดให้ c เป็นความยาวของด้านที่ยาวที่สุดในรูปสามเหลี่ยม

* ถ้า {\displaystyle a^{2}+b^{2}=c^{2}}
{\displaystyle a^{2}+b^{2}=c^{2}}a 2 + b2 = c2 สามเหลี่ยมนั้นจะเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก
* ถ้า {\displaystyle a^{2}+b^{2}>c^{2}} a2 + b 2 > c 2 สามเหลี่ยมนั้นจะเป็นสามเหลี่ยมมุแหลม
* ถ้า {\displaystyle a^{2}+b^{2}<c^{2}} a 2+ b2 < c 2สามเหลี่ยมนั้นจะเป็นสามเหลี่ยมมุป้าน

**3. โปรแกรม** **Geometer’s Sketchpad (GSP)**

ประวัติและความเป็นมา

 โปรแกรม Geometer’s Sketchpad (GSP)เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ และแคลคูลัสโปรแกรม GSP เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) โปรแกรม GSP เป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนึกภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills)

 นอกจากนี้ การใช้โปรแกรม GSP ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ ด้วยเหตุผลดังกล่าว โปรแกรม GSP จึงได้รับรางวัลยอดเยี่ยมหลายรางวัล อาทิเช่น Best Educational Software of All Time จาก Stevens Institute of Technology Survey of Mentor Teachers และ Most Valuable Software for Students จาก National Survey of Mathematics Teachers, USA.

 GSP เป็นโปรแกรมที่ครูสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและน่าสนใจมาก สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบาย เนื้อหาที่ยากๆ เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส)ฟิสิกส์ (กลศาสตร์ และอื่นๆ ) ให้เป็นรูปธรรม ให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจง่าย และโปรแกรม ยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ อย่างไม่มีข้อจำกัด ใน เนื้อหาการแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง รูปแบบเดิม นักเรียนจะใช้ไม้บรรทัดวัดความยาว หรือและใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง โดยตั้งต้นที่จุดเริ่มต้นของเส้นตรง กางวงเวียนให้เลยจุดกึ่งกลาง แล้ววาดเส้นโค้ง จากนั้นตั้งต้นที่จุดสิ้นสุดของเส้นตรงอีกด้าน แล้วลากเส้นโค้งโดยวิธีเดียวกัน เพื่อหาจุดตัด เป็นเส้นจุดกึ่งกลางของเส้นตรง หากใช้โปรแกรม GSP ทำได้โดยใช้วิธีการแบ่งครึ่งของเส้นตรงโดยยึดหลักการเดียวกัน ได้คิดเหมือนกัน ได้ลงมือปฏิบัติเช่นกัน แต่กลับทำได้รวดเร็วกว่ามาก

 การแสดงให้นักเรียนเห็นว่า รูปสามเหลี่ยมไม่ว่าจะเป็นรูปสามเหลี่ยมลักษณะใดจะมีผลรวมของขนาดของมุมภายในเป็น 180 องศา เสมอ โปรแกรม GSP จะช่วยได้ดีมาก โดยครูสร้างรูปสามเหลี่ยมขึ้นมาหนึ่งรูป กำหนดให้โปรแกรมแสดงขนาดของมุมภายในทั้ง 3 มุมของรูปสามเหลี่ยม และให้โปรแกรมหาผลรวมของขนาดของมุมทั้งสาม จากนั้นครูสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่สร้างขึ้นนั้น ให้เป็นแบบต่างๆ โปรแกรมจะแสดงให้เห็นว่า ขนาดของมุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมเปลี่ยนไป แต่ผลรวมของขนาดของมุมทั้งสามยังคงเท่ากับ 180 องศาเสมอ หรือการแสดงให้เห็นว่า เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่ง ทำให้ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา ////////

 โปรแกรม GSP จะช่วยให้การสอนเรื่องนี้ทำได้ง่าย และสะดวกรวดเร็วขึ้น โดยครูสร้างเส้นขนานคู่หนึ่ง และเส้นตรงหนึ่งเส้นให้ตัดเส้นขนานคู่ที่สร้างขึ้น แล้วกำหนดให้โปรแกรมแสดงขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด และให้แสดงผลรวมของขนาดของมุมภายในคู่นั้น ซึ่งจะได้เท่ากับ 180 องศา หลังจากนั้นครูสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของเส้น คู่ขนาน หรือเส้นตัด ให้มีลักษณะต่างๆ ผลรวมของขนาดของมุมภายในก็ยังคงเป็น 180 องศา

 โปรแกรมนี้ทำให้ครูและนักเรียนมีเวลาในการเรียนการสอนมากขึ้น เพราะไม่ต้องเสียเวลานานในการสร้างรูป เรขาคณิตจำนวนมากเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีต่างๆ อีกทั้งยังทบทวนได้ง่ายและบ่อยขึ้น การสอนด้วยโปรแกรม GSP ยังทำให้นักเรียนเรียนได้สนุก เข้าใจได้เร็ว และน่าตื่นเต้น นอกจากนั้น การใช้ GSP สร้างสื่อการสอนและใบงาน ยังทำได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศอื่นๆ

 GSP สามารถสร้าง เกมสนุกๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้มากมาย ดังที่ปรากฏในหนังสือ 101 Project Ideas for The Geometer's Sketchpad ยกตัวอย่างเช่น เด็กๆ จะได้สนุกกับการสร้างใบหน้าคนจากเส้นโค้ง เส้นตรง วงกลม สี่เหลี่ยม ที่แสดงอารมณ์ปกติและอารมณ์โกรธ และทดลองสร้างภาพด้วยตัวเอง นอกจากนั้น สำหรับนักออกแบบโปรแกรม GSP ยังใช้สร้างแผนภาพ รูปร่าง รูปทรงสามมิติได้มากมาย

 โปรแกรม Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นมิติใหม่ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุก เข้าใจง่าย และเป็นรูปธรรม เส้นแต่ละเส้น โค้งแต่ละโค้ง มุมแต่ละมุม รูปทรงหลากหลายแบบ เสริมสร้างประสิทธิภาพให้แก่เยาวชนทั้งด้านความคิดและจินตนาการ

 อย่างไรก็ตาม โปรแกรม GSP นั้นเป็นเพียงเครื่องมืออันทรงคุณค่า สิ่งสำคัญที่สุดคือ วิธีการ ที่ต้องใช้ให้เป็น ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ครูจะต้องเข้าใจ และเตรียมการสอน เพื่อให้คณิตศาสตร์ในใจเด็กไทยงอกงามและเติบโต

**4. การใช้โปรแกรม GSP เบื้องต้น**

 ส่วนประกอบของโปรแกรม GSP

 นอกจากหน้าต่างหลักของSketchpad แล้ว ยังมี dialog หรือ palettes ที่ท่านสามารถใช้ในการดําเนินงานกับSketchpad ซึ่งประกอบด้วย

 ปุ่มคําสั่งควบคุมการเคลื่อนไหวช่วยท่านควบคุมการเคลื่อนไหว Object ในแบบร่างของท่าน ท่านสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว หยุดภาพ จากการเคลื่อนไหวควบคุมความเร็วและทิศทางได้ด้วยปุ่มนี้ ปุ่มคํานวณช่วยให้ท่านสามารถสร้างและคํานวณ ค่าต่างๆและหาฟังก์ชันในแบบร่างของคุณ ปุ่มแสดงแถบรูปแบบอักษรช่วยท่านกําหนดรูปแบบ ขนาดสี ของตัวอักษรและแผ่นป้าย และให้ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และกําหนดรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ด้วยปุ่มดูชุดคําสั่งแสดงรายการของ Object ที่ได้ใช้งานไปแล้วในแบบร่างนั้นๆและรายการ Object ที่กําลังดําเนินการรวมทั่งผลจากการใช้เครื่องมือต่างๆโดยที่ท่านสามารถปรับเปลี่ยนสมบัติของObject ที่เกิดจากการใช้เครื่องมือและท่านสามารถตรวจสอบและกํากับดูแลปรับเปลี่ยนขั้นตอนต่างๆของการใช้เครื่องมือได้ ปุ่มColor Picker ช่วยให้ท่านสามารถเลือกเปลี่ยนสีงานตามความพอใจใน Objectใด ๆในแบบร่างใดๆ

ส่วนประกอบของ The Geometer ’S Sketchpad (GSP)

เมื่อเริ่มต้นโปรแกรม GSP กล่องเครื่องมือจะอยู่ด้านซ้ายของหน้าจอมีทั้งหมด 6 ชนิด

1

6

5

4

3

2

1. เครื่องมือลูกศร

2.เครื่องมือลงจุด

3.เครื่องมือสร้างวงกลม

4.เครื่องมือสร้างส่วนของเส้นตรง

5.เครื่องมือพิมพ์ตัวอักษร

6.เครื่องมือกำหนดเอง

กล่องเครื่องมือ

คำสั่งในเมนู sketchpad ประกอบด้วย

* เมนูแฟ้ม
* เมนูแก้ไข
* เมนูแสดงผล
* เมนูสร้าง
* เมนูการแปลง
* เมนูวัดผล
* เมนูกราฟ



5

7

4

3

1 111

6

2

1.เมนูแฟ้ม ใช้สำหรับเปิดงาน บันทึกงาน พิมพ์งาน เพิ่มสไลด์

2.เมนูแก้ไข ใช้สำหรับcopy วาง นำเสนอ และอื่นๆ

3.เมนูแสดงผล ใช้สำหรับการเปลี่ยนสี ซ่อนข้อความ

4.เมนูสร้าง ใช้สำหรับสร้างเส้น สร้างจุดและส่วนโค้ง

5.เมนูการแปลง ใช้สำหรับเลื่อนขนาน สะท้อน หมุน ย่อขยาย ทำซ้ำ

6.เมนูการวัด ใช้สำหรับวัดความยาว วัดมุม หาพื้นที่ วัดพิกัด ความชันเป็นต้น

7.เมนูกราฟ ใช้สำหรับวาดกราฟ ลงจุด สร้างฟังก์ชัน

**5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แสดงความสัมพันธ์ในเรขาคณิตแบบยุคลิด ระหว่างด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก กำลังสองของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลรวมของกำลังสองของอีกสองด้านที่เหลือ ในแง่ของพื้นที่ กล่าวไว้ดังนี้ ในสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ พื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลรวมพื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านประชิดมุมฉากของสามเหลี่ยมมุมฉากนั้น ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้าน a, b และ c ได้ ซึ่งมักเรียกว่า สมการพีทาโกรัส คือ a2 + b2 = c2(อาจแทนด้วยตัวแปรอื่นเช่น x, y, z, ก, ข, ค) ซึ่งการใช้สมการนี้ สร้างรูปสามเหลี่ยม หรือ หาด้านต่างๆอาจจะทำให้รูปสามเหลี่ยมนั้นคลาดเคลื่อน หรือ อาจจะไม่เที่ยงตรงได้เราจึงใช้โปรแกรม gsp ในการสร้างรูปสามเหลี่ยมหรือการคำนวณซึ่งโปรแกรมนี้จะสามารถคำนวณหรือสร้างรูปได้อย่างแม่นยำ และโปรแกรม gps ยังสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพและน่าสนใจมาก สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) มาใช้อธิบาย เนื้อหาที่ยากๆ เช่น ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (เรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ แคลคูลัส), ฟิสิกส์ (กลศาสตร์ และอื่นๆ ) ให้เป็นรูปธรรม ให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจง่าย และโปรแกรมยังเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองได้ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาอื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ อย่างไม่มีข้อจำกัด ใน เนื้อหาการแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง รูปแบบเดิม /////////นักเรียนจะใช้ไม้บรรทัดวัดความยาว หรือและใช้วงเวียนแบ่งครึ่งเส้นตรง โดยตั้งต้นที่จุดเริ่มต้นของเส้นตรง กางวงเวียนให้เลยจุดกึ่งกลาง แล้ววาดเส้นโค้ง จากนั้นตั้งต้นที่จุดสิ้นสุดของเส้นตรงอีกด้าน แล้วลากเส้นโค้งโดยวิธีเดียวกัน เพื่อหาจุดตัด เป็นเส้นจุดกึ่งกลางของเส้นตรง หากใช้โปรแกรม GSP ทำได้โดยใช้วิธีการแบ่งครึ่งของเส้นตรงโดยยึดหลักการเดียวกัน ได้คิดเหมือนกัน ได้ลงมือปฏิบัติเช่นกัน แต่กลับทำได้รวดเร็วกว่ามาก

**บทที่ 3**

**วิธีดำเนินงาน**

การพัฒนาบทเรียนโดยใช้โปรแกรม gsp เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ดำเนินตามขั้นตอนของการศึกษาและพัฒนา มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

 ขั้นตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพบทเรียนโดยใช้โปรแกรม gsp เป็นตัวช่วยในการเรียนให้มีความเข้าใจในเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

 ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียนเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโดยใช้โปรแกรม gsp เป็นตัวช่วยในการเรียนให้ //////////มีความเข้าใจในเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

ขั้นตอนการพัฒนาและหาประสิทธิภาพ มีจุดมุ่งหมายการศึกษา ดังนี้

 เพื่อสร้างและหารประสิทธิภาพของการบทเรียนโดยใช้โปรแกรม gsp เป็นตัวช่วยในการเรียนให้มีความเข้าใจในเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

 **แหล่งข้อมูล**

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 5 จำนวน 5 คน

**เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า**

 โปรแกรม gsp ที่ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

 **การดำเนินการสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า**

การสร้างสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ที่ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์

 เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

 **ขั้นที่ 1** ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนของการสร้าง สื่อการเรียนการสอน

 **ขั้นที่ 2** สร้างสื่อการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส เพื่อให้ผู้ศึกษามีความเข้าใจมากขึ้น

 **ขั้นที่ 3** ตรวจสอบความถูกต้องโดยครูที่ปรึกษา

 **ขั้นที่ 4** ปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน ตามคำแนะนำของครูที่ปรึกษา

 **ขั้นที่ 5** ทดลองใช้สื่อการเรียนการสอน

**ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อบทเรียนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียนเรื่อง /////////ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

 ในขั้นตอนนี้ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ที่ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยคณะผู้จัดทำดำเนินการดังนี้

 **แหล่งข้อมูล**

ผู้ที่ใช้งานสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียนเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 /12 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จำนวน 10 คน

**เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน**

 ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียนเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส เป็นแบบสอบถามประมาณค่า 5 ระดับ การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการประเมินหลังการใช้สื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียน เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส สิ้นสุดลง

**วิธีดำเนินงานสร้างเครื่องมือ**

 **ขั้นที่ 1** กำหนดสิ่งที่จะประเมิน

 **ขั้นที่ 2** ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับแบบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

 **ขั้นที่ 3** กำหนดรูปแบบของแบบประเมิน เป็นแบบประเมินปลายปิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

 **ขั้นที่ 4** สร้างแบบประเมินเป็นแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

 **ขั้นที่ 5** นำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่สร้างเสร็จแล้วให้คุณครูที่ปรึกษาตรวจสอบ

 **ขั้นที่ 6** ปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของคุณครูที่ปรึกษา

 **ขั้นที่ 7** จัดพิมพ์เพื่อใช้ในการประเมินต่อไป

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. หลังจากใช้สื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม gsp ในการเรียนเรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส

ผู้จัดทำแจกแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

 2. นำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมาตรวจนับคะแนน เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

 1. นำแบบประเมินความพึงพอใจมาตรวจสอบความสมบูรณ์ เพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้

 2. นำแบบประเมินความพึงพอใจมาคิดคะแนนซึ่งกำหนดระดับไว้ดังนี้

 5 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

 4 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก

 3 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง

 2 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย

 1 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

 3. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดค่าเฉลี่ยไว้ 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์ดังนี้

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

 ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด