

## บทความวิจัย

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เกตุกนก หนูดี\* สายัณห์ โสระโร ธนุชัย ภูอุดม และ รวีวรรณ งามสันติกุล

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม จำนวน 41 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยทำการทดลองทั้งหมด 14 คาบ ในห้องคอมพิวเตอร์และประเมินผลการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากคะแนนใบกิจกรรม และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** กำหนดการเชิงเส้น โปรแกรม C.a.R. โปรแกรม Euler

# **Instructional Activity Package on Linear Programming by Using C.a.R. Program and Euler Program for Mathayomsuksa III Students**

**Kadkanok Nudee\*, Sayun Sotaro, Thanuchai Pooudom  
and Rawewan Ngamsuntikul**

---

## **ABSTRACT**

The purpose of this research were 1) to study students' achievements in linear programming and 2) to evaluate students' attitudes toward linear programming and instructional activities using the C.a.R. Program and the Euler Program after learning with an instructional activity package created by the researcher.

The study was conducted during the second semester of the 2009 academic year on Mathyomsuksa III students at Bannasan school in Suratthani. The experimental group of 41 students was selected using the cluster sampling approach. The researcher taught them for a total of 14 periods in a computer laboratory. Work sheets and an achievement test were used to assess the students' performances. Moreover, the subjects were asked to complete a questionnaire about their attitudes toward linear programming and the instructional activities based on the C.a.R. Program and the Euler Program.

From the data analysis, more than 60% of the subjects received a score higher than 60% on the achievement test, with a significance level of .05. This shows that the Mathayomsuksa III students have the ability to learn linear programming through the use of the instructional activity package created by the researcher. In addition, the results of the questionnaire indicated that they have highly positive attitudes toward linear programming and instructional activities based on the C.a.R. Program and the Euler Program.

**Keywords:** linear programming, C.a.R. Program, Euler Program

## บทนำ

ในปัจจุบันโลกกำลังประสบกับปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำ ส่งผลให้ชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในแต่ละประเทศมีความเดือดร้อนเพิ่มขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อวงการธุรกิจและอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก จนทำให้บริษัทหลายแห่งจำเป็นต้องปิดกิจการลงและบริษัทจำนวนมากต้องลดเวลาการทำงานของพนักงานลงหรือลดอัตราการจ้างงาน จากปัญหาที่เกิดขึ้นย่อมทำให้เกิดปัญหาทางสังคมตามมาอีกมากมาย เช่น ปัญหาอาชญากรรม ปัญหายาเสพติด ปัญหาสุขภาพจิตและปัญหาหนี้สิน โดยทุกประเทศกำลังหามาตรการต่างๆ เพื่อนำมาบรรเทาความเดือดร้อนจากพิษเศรษฐกิจตกต่ำ ซึ่งวิธีการที่ใช้จะอาศัยเพียงประสบการณ์ในอดีตและการมีวิจารณ์ญาณที่ดีเพียงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจที่ก่อให้เกิดความสำเร็จทางธุรกิจได้ ดังนั้นผู้บริหารจึงควรศึกษาเกี่ยวกับข้อมูล หลักเกณฑ์ แนวคิดและวิธีการทางธุรกิจและที่สำคัญควรมีการวางแผนและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เพราะการวางแผนและการตัดสินใจเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการกำหนดทิศทางการดำเนินธุรกิจให้สามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จทางธุรกิจได้ โดยพิจารณาจากเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของบริษัทและปัจจัยอื่นๆ ซึ่งวิธีการหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การนำเครื่องมือทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้เพื่อหาแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด ซึ่งเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ กำหนดการเชิงเส้น

กำหนดการเชิงเส้น (linear programming) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยมีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด (optimal) เช่น กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดหรือแนวทางการดำเนินงานอื่นๆ ที่ให้ผลประโยชน์มากที่สุดต่อระบบนั้นๆ โดยพิจารณาเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด เช่น สภาวะตลาด วัตถุดิบ กำลังคน เงินทุน ในปัจจุบันมีการนำกำหนดการเชิงเส้นไปใช้ในการแก้ปัญหาในหลายๆ ด้าน เช่น ทางด้านการเกษตร ทางด้านอุตสาหกรรม ทางด้านธุรกิจ กำหนดการเชิงเส้นได้เริ่มบรรจุในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 จนมาถึงปัจจุบันในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับช่วงชั้นที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการให้นักเรียนได้เห็นการประยุกต์และประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงหรือเหตุการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากกำหนดการเชิงเส้นเป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งการศึกษากำหนดการเชิงเส้นที่ใช้กราฟในการแก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้พื้นฐานในเรื่องสมการ อสมการ และกราฟมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ ในขณะที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดให้นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เรียนเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญใช้ในการศึกษากำหนดการเชิงเส้นและการจัดการเรียนการสอนยังไม่มีเนื้อหาที่เป็นบทประยุกต์โดยอาศัยความรู้ร่วมกันของเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาที่เป็นบทประยุกต์จะทำให้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญของเนื้อหาเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ โดยการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เช่น สมหวังต้องการซื้อของในซูเปอร์มาร์เก็ตให้ได้ สินค้าที่ต้องการมากที่สุดจากจำนวนเงินที่มีจำกัด หนูนานต้องการจัดเวลาในการทำบ้าน

และออกกำลังกายให้เวลาเหลือมากพอสำหรับการทำกิจกรรมอื่นๆ รวมทั้งทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นควรมีการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาที่เป็นบทประยุกต์ของเนื้อหาเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ นั่นคือ กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระบุไว้ว่า ผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น [1] ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าวของบรูเนอร์ [2] ที่ว่าครูสามารถสอนวิชาใดๆ ให้แก่นักเรียนระดับใดก็ได้แต่ต้องปรับปรุงเนื้อหา และวิธีสอนให้เหมาะสมกับสติปัญญาของนักเรียนในระดับนั้นๆ เสียก่อน และจากงานวิจัยของวิฑูรย์ แสงทอง [3] ได้ทำการศึกษาความสามารถและความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถเพียงพอที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอีกว่า ควรมีการศึกษาวิจัยการสอนคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยการใช้สื่อชนิดอื่นๆ เช่น บทเรียนโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องคำนวณเชิงกราฟ เพื่อหาผลสรุปที่เหมาะสม ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นจะมีการนำโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาประกอบการเรียนการสอนเพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดของกำหนดการเชิงเส้นได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น การเขียนกราฟของสมการเชิงเส้น อสมการเชิงเส้น และการสำรวจหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น และสนใจเพิ่มขึ้น

ในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นมากมายเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เช่น โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) โปรแกรม MAPLE โปรแกรม Mathematica และเครื่องคำนวณเชิงกราฟ ซึ่งโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทั้งโปรแกรมประเภทที่ใช้ในเชิงธุรกิจจะต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ในการนำโปรแกรมมาใช้ประโยชน์ และโปรแกรมประเภทที่สามารถนำไปใช้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ (General Public License: GPL) ที่ถูกพัฒนาโดยบุคคลต่างๆ ในวงการคณิตศาสตร์ เพื่อต้องการให้นักเรียน นักศึกษาหรือผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง ซึ่งศาสตราจารย์ ดร.เรอเน่ กรอธมันน์ (Professor Dr. René Grothmann) เป็นนักคณิตศาสตร์ท่านหนึ่งที่ได้พัฒนาโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่กรอธมันน์ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ เช่น โปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) และโปรแกรม Euler ซึ่งโปรแกรม C.a.R. พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นที่การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกับการใช้สันตรงและวงเวียน โดยสามารถเปลี่ยนแปลงรูปเรขาคณิตให้เคลื่อนไหวตามความต้องการ ซึ่งยังคงรักษาสมบัติและความสัมพันธ์ที่ถูกกำหนดของรูปนั้นไว้สามารถนำไปใช้ได้หลายลักษณะทั้งการใช้เป็นเครื่องมือใน

การเรียนรู้เนื้อหา และใช้ในการสร้างกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้สำรวจและเห็นแนวคิดที่สำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ลักษณะเด่นของโปรแกรม C.a.R. คือ สามารถสร้างแฟ้มงานแบบ HTML ได้ สามารถสร้างงานในลักษณะแบบทดสอบการสร้างที่สามารถตรวจสอบความถูกต้อง รวมทั้งสามารถทำการเคลื่อนไหวในลักษณะ animation ได้ แต่โปรแกรม C.a.R. มีข้อจำกัดทางด้านกรคำนวณ คือ ยังไม่มีความสามารถในการประมวลผลเชิงสัญลักษณ์ จึงทำให้เกิดการพัฒนาโปรแกรม Euler เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในด้านการคำนวณ ซึ่งโปรแกรม Euler เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการคำนวณ การเขียนกราฟและมีความสามารถในการประมวลผลเชิงสัญลักษณ์ เนื่องจากโปรแกรม Euler มีโปรแกรมระบบพีชคณิตแฝงอยู่คือโปรแกรม Maxima ซึ่งสามารถประมวลผลเชิงสัญลักษณ์ได้ จึงทำให้โปรแกรม Euler มีสมบัติเบื้องต้นของโปรแกรมระบบพีชคณิตเพียงพอ แต่โปรแกรม Euler ยังไม่มีความสามารถในการสร้างสื่อการเรียนการสอนในลักษณะภาพเคลื่อนไหวหรือเป็นกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สังเกต และสำรวจ เนื่องด้วยโปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ต่างมีข้อจำกัดทางด้านการใช้งาน ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จึงควรมีการนำโปรแกรมทั้งสองมาใช้งานร่วมกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยนำโปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler เข้ามาประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำโปรแกรม C.a.R. เข้ามาประกอบการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นในครั้งนี้ เพื่อใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอนและการเสนอแนวคิดที่สำคัญของกำหนดการเชิงเส้น เช่น การวาดกราฟสมการเชิงเส้น กราฟของระบบสมการเชิงเส้น กราฟของอสมการเชิงเส้น และการสำรวจหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดของกำหนดการเชิงเส้น และได้้นำโปรแกรม Euler เข้ามาประกอบการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณและการตรวจคำตอบ และที่สำคัญโปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler เป็นโปรแกรมที่ได้รับอนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยขอขยายในการศึกษาที่กำหนดการเชิงเส้นครั้งนี้คือ 2 ตัวแปร เพื่อต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่เป็นบทประยุกต์เรื่องสมการ อสมการ และกราฟ รวมทั้งให้นักเรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญของคณิตศาสตร์ และผลที่ได้จากการวิจัยจะนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ต่อไป

### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

## ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อให้นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรียนรู้เนื้อหาที่เป็นบทประยุกต์เรื่องสมการ อสมการ และกราฟ เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดให้นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เรียนเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ แต่การจัดการเรียนการสอนไม่มีเนื้อหาที่เป็นบทประยุกต์โดยอาศัยความรู้ร่วมกันของเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ ซึ่งกำหนดการเชิงเส้นที่ใช้กราฟในการแก้ปัญหาเป็นเนื้อหาที่จะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาเรื่องสมการ อสมการ และกราฟ รวมทั้งการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง นอกจากนี้การนำกำหนดการเชิงเส้นมาสอนนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 ควรมีการนำโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะโปรแกรม C.a.R. จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเห็นแนวคิดที่สำคัญของกำหนดการเชิงเส้นได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น และโปรแกรม Euler ช่วยอำนวยความสะดวกในการคิดคำนวณ นักเรียนฝึกทำโจทย์ได้มากขึ้น และสามารถฝึกทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวน 352 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (cluster sampling) และจัดห้องเรียนแบบลดความสามารถของนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเดียวกัน

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

## สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด



## เครื่องมือและวิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1.1 ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มนาร่อง ประกอบด้วย

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. บทเรียน สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอน แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด 2 หน่วย แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย เนื้อหา ตัวอย่างและใบกิจกรรม

3. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน 12 คาบ แต่ละแผนจะสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น ตอนที่ 1 แบบปรนัย 20 ข้อ และตอนที่ 2 แบบอัตนัย 2 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 2 คาบ ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มนาร่อง

1.3 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มนาร่อง

2. ผู้วิจัยสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เวลาในการเรียนการสอนและการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนอกเวลาเรียนรวมทั้งรวม 14 คาบ ซึ่งแบ่งเนื้อหาตามหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของกำหนดการเชิงเส้น จำนวน 5 คาบ

2.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การแก้ปัญหา กำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีกราฟ จำนวน 7 คาบ

ในส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีใบกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำไปกิจกรรมไปตรวจให้คะแนนทุกครั้ง เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครบทุกกิจกรรมแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยจะแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ตอนที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 2 คาบ

4. จากนั้นให้นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler โดยใช้เวลา 20 นาที

5. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้ต่อไปนี้ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

5.1 คะแนนใบกิจกรรมจากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ 2

5.2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.3 คะแนนแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน



## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังต่อไปนี้

### 1. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

#### 1.1 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำใบกิจกรรม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำใบกิจกรรม เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนน	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ ของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
คะแนนที่ได้จากการทำ ใบกิจกรรม	30	25.45	84.83	1.92

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 25.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.83 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.92 คะแนน

#### 1.2 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนนแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ ของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
- ตอนที่ 1 แบบปรนัย	40	25.29	63.23	7.01
- ตอนที่ 2 แบบอัตนัย	30	21.59	71.97	5.51
<b>คะแนนผลสัมฤทธิ์ (รวม)</b>	<b>70</b>	<b>46.88</b>	<b>66.97</b>	<b>11.66</b>

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 41 คน คะแนนเต็ม 70 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 46.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.97 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.66 คะแนน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นแบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 แบบปรนัย คะแนนเต็ม 40 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 25.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.23 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.01 คะแนน ตอนที่ 2 แบบอัตนัย คะแนนเต็ม 30 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 21.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.97 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.51 คะแนน

### 1.3 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น หลังจากเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และ โปรแกรม Euler ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนน	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ( $\bar{x}$ )	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละ ของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
- คะแนนจากใบกิจกรรม	30	25.45	84.83	1.92
- คะแนนจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	70	46.88	66.97	11.66
<b>คะแนนผลสัมฤทธิ์ (รวม)</b>	<b>100</b>	<b>72.33</b>	<b>72.33</b>	<b>11.33</b>

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 41 คน คะแนนเต็ม 100 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 72.33 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 72.33 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.33 คะแนน ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ประเมินมาจาก 2 ส่วน คือ คะแนนใบกิจกรรมคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 25.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.83 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.92 คะแนน ส่วนคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนเต็ม 70 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 46.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.97 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.33 คะแนน

#### 1.4 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	41	33	80.49

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 41 คน ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 80.49 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

#### 1.5 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไป ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สถิติทดสอบ Z

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นที่ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไป ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สถิติทดสอบ Z

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	สถิติทดสอบ	ค่าวิกฤต
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	41	33	2.75*	1.645

หมายเหตุ: \* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## 2. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้นและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

### ตอนที่ 1 ความพึงพอใจต่อเนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้น

ข้อความ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้น แล้วนักเรียนมีความสุขสนุกสนาน	4.24	0.49	มาก
2. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้น แล้วทำให้นักเรียนตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล	3.88	0.56	มาก
3. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้น แล้วทำให้นักเรียนคิดและทำงานอย่างมีระบบ	3.95	0.63	มาก
4. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้น แล้วทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์มากขึ้น	3.88	0.60	มาก
5. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับกำหนดการเชิงเส้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.24	0.73	มาก
6. ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น อ่านแล้วเข้าใจง่ายและไม่สับสน	3.85	0.62	มาก
7. นักเรียนสามารถทำใบกิจกรรม เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้นได้ด้วยตนเอง	3.98	0.61	มาก
8. นักเรียนสามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาของกำหนดการเชิงเส้นได้ด้วยตนเอง	3.85	0.69	มาก
9. การเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องสมการและอสมการมากขึ้น	3.98	0.65	มาก
10. กำหนดการเชิงเส้นเป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ	4.00	0.59	มาก
<b>รวม</b>	<b>3.99</b>	<b>0.40</b>	<b>มาก</b>

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler

ข้อความ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น	4.05	0.63	มาก
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดที่สำคัญได้สะดวกมากขึ้น	3.95	0.67	มาก
13. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	4.05	0.49	มาก
14. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนุกกับการเรียนมากขึ้น	3.98	0.72	มาก
15. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น	4.00	0.71	มาก
16. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตัวเองเกี่ยวกับการเรียนมากขึ้น	4.05	0.55	มาก
17. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ช่วยฝึกทักษะการคิดคำนวณ และมีความละเอียดรอบคอบ	3.85	0.57	มาก
18. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler มีความหลากหลายชวนให้คิดและไม่น่าเบื่อ	4.05	0.59	มาก
19. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนมีกำลังใจและตั้งใจเรียนมากขึ้น	4.00	0.59	มาก
20. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์	4.00	0.59	มาก
<b>รวม</b>	<b>4.00</b>	<b>0.37</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อข้อความทั้งหมด นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้น มีค่าเท่ากับ 3.99 และพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler มีค่าเท่ากับ 4.00 แสดงว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler หลังจากเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler อยู่ในระดับมาก

### สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 25.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.83 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 1.92 คะแนน
2. คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 46.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.97 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 11.66 คะแนน
3. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น จำนวน 41 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 72.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.33 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 11.33 คะแนน
4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 80.49 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
6. ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ทั้งฉบับ ซึ่งประเมินจากคะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler หลังจากเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler อยู่ในระดับมาก

## อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อาจเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนกำหนดเชิงเส้นในครั้งนี้ เป็นการศึกษากำหนดการเชิงเส้นด้วยวิธีการที่ได้อาศัยพื้นฐานความรู้เรื่องสมการ อสมการ และกราฟ ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้เรียนมาแล้ว จึงทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้นด้วยกราฟได้ง่ายขึ้น รวมทั้งผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ประกอบด้วยบทเรียนที่เรียบเรียงเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้นให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย เนื้อหา ตัวอย่างและใบกิจกรรม สำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติไปพร้อมกับผู้วิจัย รวมทั้งมีกิจกรรมสร้างโดยโปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้นได้รวดเร็วขึ้น จากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยการสำรวจ สังเกต และสรุปแนวคิดที่สำคัญของกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนการสอนของบรูเนอร์ [2] ที่ให้นักเรียนค้นพบหรือสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆ ด้วยตนเอง โดยจัดเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ มีความลึกซึ้งซับซ้อนและกว้างขวางออกไปตามประสบการณ์ของนักเรียน และเชื่อว่าครูสามารถสอนวิชาใดๆ ให้แก่นักเรียนระดับใดก็ได้แต่ต้องปรับปรุงเนื้อหาและวิธีสอนให้เหมาะสมกับสติปัญญาของนักเรียนในระดับนั้นๆ เสียก่อน จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวิฑูรย์ แสงทอง [3] พบว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น

2. จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ประกอบการเรียนการสอน พบว่า โปรแกรม C.a.R. ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพกราฟอสมการเชิงเส้น และกราฟระบบอสมการเชิงเส้นได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่สำคัญของกำหนดการเชิงเส้นได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้นักเรียนได้ทำการสำรวจ สังเกตจากการเลื่อนเส้นสมการจุดประสงค์ เพื่อหาข้อสรุปที่ว่าผลเฉลยของกำหนดการเชิงเส้นอยู่ที่จุดมุม ซึ่งการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนและเข้าใจแนวคิดของกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์ [4] และบุญพล จันทร์ฝอย [5] นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า โปรแกรม Euler ทำให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดของกำหนดการเชิงเส้นได้เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดทักษะและความชำนาญในกระบวนการแก้ปัญหาของกำหนดการเชิงเส้น รวมทั้งทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการเรียนและสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของกมล เอกไทยเจริญ [6], ชาญชัย สุกใส [7], ทิวพร ชันผนีก [8], เพอเจซี [9] และสมิธ [10]



3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler หลังจากเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler หลังจากเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler อยู่ในระดับมาก เนื่องจากนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยการปฏิบัติตามกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนได้ทำการสำรวจและสังเกตแนวคิดที่สำคัญของกำหนดการเชิงเส้น รวมทั้งมีโปรแกรมช่วยอำนวยความสะดวกในการคิดคำนวณ และสามารถตรวจคำตอบหลังจากการทำกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้นและรู้สึกสนุกกับการเรียนมากขึ้น

### ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

จากการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตบางประการดังนี้

1. ความสนใจในการจัดการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่ให้ความสนใจในคาบแรกๆ ที่มีการจัดการเรียนการสอน อาจเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ไม่มีในหลักสูตร จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่สนใจเท่าที่ควร ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการอธิบายถึงความสำคัญ ประโยชน์ และความรู้ที่ใช้ในการศึกษากำหนดการเชิงเส้น ประกอบกับการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ประกอบการเรียนการสอนด้วย เพื่อต้องการให้นักเรียนได้เห็นภาพที่เป็นรูปธรรมและเข้าใจแนวคิดของกำหนดการเชิงเส้นมากขึ้น ซึ่งเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น และสามารถเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้นได้อย่างรวดเร็ว

2. ระยะเวลาโดยภาพรวมเหมาะสม สอดคล้องตามแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบมีส่วนน้อยที่พบว่าสอนไม่ทันเวลาจากการทดลอง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนมีการนำโปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler มาใช้ประกอบการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนบางคนมีปัญหาการใช้งานโปรแกรมทั้งสองในช่วงเริ่มแรก อาจเกิดจากความไม่ชำนาญในการใช้โปรแกรมของนักเรียน และเมื่อนักเรียนเกิดความชำนาญทำให้การเรียนการสอนมีความสนุกสนานไม่น่าเบื่อและนักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้เนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ดังนั้นผลการวิจัยน่าจะเป็นแนวทางเลือกที่สถานศึกษาจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

1.2 การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้และใบกิจกรรม รวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้อย่างละเอียด เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ต่อไป

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ครูควรมีผู้ช่วยในการสอน เพื่อจะได้ให้คำแนะนำนักเรียนได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึงมากขึ้น

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรทำวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการเรียน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้สื่อชนิดอื่น เพื่อหาข้อสรุปที่แน่นอนชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการนำโปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับเนื้อหาอื่นๆ หรือในระดับชั้นอื่นๆ

2.3 ควรทำวิจัยเกี่ยวกับการนำเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับสูงอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันและเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน มาสอนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์เมตต์ แยมวงษ์ อาจารย์กาญจนา พานิชการ รองศาสตราจารย์อุษาวดี จันทร์สนธิ และ อาจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา และ ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอนตลอดจนตรวจแก้ไขงานวิจัยนี้อย่างละเอียดมาโดยตลอด งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำปฏิญานิพนธ์ในระดับบัณฑิตศึกษาจากงบประมาณเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2553

## เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิชาการ. 2546. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. หน้า 6.
2. Bruner, J. 1963. *The Process of Education*. Harvard. Harvard University Press.
3. วิฑูรย์ แสงทอง. 2548. การศึกษาความสามารถและความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). สงขลา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
4. Kittayakornnupong, W., Pooudom, T., and Penpean, C. 2008. Instructional Activities on Congruence by Using Geometric Transformation and Dynamic Geometry Software for Mathayomsuksa II Students. *Srinakharinwirot Science Journal* 24(1): 81-94. (in Thai).
5. Pooudom, T., Penpean, C., and Chanfoy, P. 2008. Instructional Activity Package on Trigonometric Functions by Using C.a.R. Software for Mathayomsuksa IV Students. *Srinakharinwirot Science Journal* 24(1): 15-30. (in Thai).

6. Eakthaichareon, K. 2002. A Study of the Undergraduate Mathematics Students' Achievement and Attitude on Learning Linear Algebra by Using Graphing Calculators. *Srinakharinwirot Science Journal* 18(2): 52-61. (in Thai).
7. ชาญชัย สุกใส. 2543. การศึกษาผลของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับอุดมศึกษา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MAPLE V ประกอบการเรียนการสอน. อุบลราชธานี. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
8. ทิวาพร ชันผณี. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนในระดับอุดมศึกษาจากการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตของฟังก์ชัน. เพชรบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
9. Perjési, I. H. 2003. Application of CAS for Teaching of Integral-Transforming Theorems. *ZDM* 35(2): 43-47.
10. Smith, K. B. 1991. An Integration of the Computer Algebra System Derive into Instruction of Linear Programming. University of South Carolina. Available from URL: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=745158161&sid=3&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQD>. 20 February 2008.

ได้รับบทความวันที่ 7 เมษายน 2553

ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 12 พฤษภาคม 2553