



การพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ

ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้

**The Development of 3D Supplementary Book  
using Augmented Reality Technology “Solar System”**

เพชรพรรณ เพชรอาวช<sup>1</sup> และ ชัชวิน นามมัน<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

\*E-mail: chatchawin.n@ubu.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ในการพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หนังสือสามมิติเสริมบทเรียนถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม Unity ร่วมกับโปรแกรม Vuforia มีการประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจในด้านเนื้อหาและการใช้งานจากครูจำนวน 5 คนและนักเรียนจำนวน 30 คน จากโรงเรียนบ้านหนองนาจาน และโรงเรียนบ้านส้มป่อย จังหวัดมุกดาหาร จากการประเมินพบว่าผลการประเมินจากครูในด้านเนื้อหาเฉลี่ยอยู่ที่ 4.35 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากที่สุด และผลการประเมินจากนักเรียนในด้านเนื้อหาเฉลี่ยอยู่ที่ 4.24 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก สรุปได้ว่าความพึงพอใจในภาพรวมที่มีต่อหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไปได้

**คำสำคัญ:** ออกเมนเตดเรียลลิตี้ หนังสือสามมิติเสริมบทเรียน ระบบสุริยะ

Received: April 08, 2016

Revised: October 05, 2016

Accepted: October 05, 2016

## Abstract

The purpose of this research was to apply Augmented Reality Technology in the development of 3D supplementary book on topic of “Solar System” using on android platform. It was developed by using Unity and Vuforia. The 3D supplement book was evaluated in term of content and usage by 5 teachers and 30 students from Ban Na Jan School and Ban Som Poi School in Mukdahan Province. The result showed that the average of teachers’ satisfaction in contents evaluation was 4.35 which is the very good level and the average of teachers’ satisfaction in usage evaluation was 4.53 which is the best level. The average of students’ satisfaction in contents evaluation was 4.24 which is the very good level and the average of students’ satisfaction in usage evaluation was 4.08 which is the very good level. It can be concluded that the overall of users’ satisfaction was very good and this 3D supplementary book can be beneficial for further applications.

**Keywords:** augmented reality, 3D supplement book, solar system

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ออกเมนต์เรียลลิตี (Augmented Reality) [1] เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาวัตถุเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสมกับวัตถุทางกายภาพที่เป็นจริงในสภาพแวดล้อมทางกายภาพของโลกแห่งความเป็นจริงที่มีแบบมุมมอง 360 องศา เทคโนโลยีนี้จะช่วยให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบด้าน ในอดีตเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตีจะใช้กล้องเว็บแคมในการเก็บภาพความเป็นจริงและใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการสร้างภาพสามมิติจากเครื่องหมายในภาพและซ้อนภาพเข้าด้วยกันเพื่อแสดงผลต่อผู้ใช้งานแต่ในปัจจุบันนิยมใช้โดยใช้กล้องและจอแสดงผลของสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต หลักการทำงานของออกเมนต์เรียลลิตี จะเริ่มต้นจากการนำภาพที่ได้จากกล้องมาวิเคราะห์ภาพเพื่อค้นหาเครื่องหมายหรือมาร์กเกอร์ (Marker) จากฐานข้อมูลมาร์กเกอร์ที่เก็บข้อมูลต่างๆของมาร์กเกอร์ไว้ เช่น ขนาด สี และรูปแบบ เป็นต้น ในปัจจุบันนี้รูปแบบของมาร์กเกอร์สามารถเป็นได้ทั้ง

มาร์กเกอร์แบบดั้งเดิมที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขอบสีดำ พื้นหลังด้านในเป็นสีขาว และตัวมาร์กเกอร์เป็นสีดำ หรือเป็นมาร์กเกอร์แบบใหม่ที่ใช้ตำแหน่งบางส่วนของภาพมาอ้างอิงก็ได้ หลังจากระบุมาร์กเกอร์ได้แล้วจะทำการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของมาร์กเกอร์เทียบกับกล้อง โดยค่านี้จะถูกแสดงในรูปเมตริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งอ้างอิงจากแต่ละเฟรมของกล้อง (Camera Coordinated Frame) และตำแหน่งอ้างอิงของมาร์กเกอร์ในเฟรม (Marker Coordinated Frame) ซึ่งสามารถแสดงออกมาในรูปของมุมตามแกน x และแกน y หลังจากนั้นจะทำการสร้างภาพสามมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้ ทำให้ได้ภาพวัตถุเสมือนผสมเข้ากับภาพสภาพแวดล้อมจริง

สื่อการเรียนรู้ถูกพัฒนาขึ้นหลากหลายรูปแบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะเข้าใจในเนื้อหา ไม่ใช่เพียงแค่อ่านในหนังสือเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นสื่อการเรียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ ภาพนิ่ง หรือ แอนิเมชัน

การนำเอาเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้มาประยุกต์ใช้กับสื่อการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพได้หลายมุมมองและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าแบบสองมิติที่เห็นเพียงด้านเดียว [2] สุมิตรานวลมีศรี และคณะ [3] ได้พัฒนาระบบสื่อเสมือนจริงสำหรับชุดไทยพระราชนิคมโดยใช้เทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้เพื่อนำมาช่วยส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับชุดไทยพระราชนิคม ผลการวิจัยพบว่า สื่อเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ [4] ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้าง อะตอมและพันธะเคมี โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ เพื่อจำลองโมเดลลักษณะโครงสร้างของอะตอมและพันธะเคมีในรูปแบบแอนิเมชันสามมิติ จำนวน 34 โมเดล ผลการวิจัยพบว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นได้ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วกว่าการเรียนด้วย บทเรียนแบบเดิมที่เป็นภาพสองมิติ วรณนภา ศรีโสภภาพ และคณะ [5] ได้พัฒนาหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคนิคภาพเสมือนผสานโลกจริงเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยไขสันหลังบาดเจ็บ ผลการวิจัยพบว่าหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้งาน Min-Chai Hsieh และ Hao-Chiang Koong Lin [6] ได้ทำการศึกษาแนวความคิดของการใช้เทคโนโลยี ออกเมนต์ดีเรียลลิตี้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เมือง Tainan และ Taiwan โดยได้นำหัวข้อวิทยาศาสตร์ ภายภาพเรื่องดวงอาทิตย์และฤดู มาทดลองจากการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ทั้งภายในห้องและนอกห้องได้และยังเป็นการเพิ่มการเรียนรู้และเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี ออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ Lucinda Kerawalla, et al. [7]

ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการสื่อสารกับเด็กนักเรียนแบบใช้เทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้และแบบดั้งเดิมคือแบบการเรียนการสอนตามปกติกับเด็กอายุ 10 ปี กับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องการเกิดกลางวันกลางคืนได้อย่างไร งานวิจัยพบว่าการใช้การเรียนการสอนแบบออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ มีการใช้หรือการมีส่วนร่วมน้อยกว่าการสอนแบบเดิมหรือแบบทั่วไป ครูต้องโน้มน้าวเด็กให้ใช้สื่อการสอนออกเมนต์ดีเรียลลิตี้และอธิบายเพิ่มเติม ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะมีการออกแบบเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้กับการเรียนการสอนในห้องเรียนที่จะมีการออกแบบที่ยืดหยุ่นครูสามารถปรับให้เข้ากับความต้องการของเด็กได้ และสามารถควบคุมได้โดยสามารถที่จะเพิ่มหรือลบองค์ประกอบที่แยกต่างหากหรือสามารถที่จะทำให้ช้าลงหรือหยุดการเคลื่อนไหวของภาพได้ ข้อเสนอแนะจากครูซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเด็ก เพื่อให้ขยายโอกาสในการเรียนรู้ของเด็กในเวลาจำกัด พร้อมทั้งใส่ใจกับความต้องการของสถานศึกษาและหลักสูตรด้วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีการนำเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้ และยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีออกเมนต์ดีเรียลลิตี้มาสร้างเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของสามมิติ ซึ่งหากมีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้ร่วมกับหนังสือเรียนก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและเสริมสร้างจินตนาการให้แก่ผู้เรียน ที่สามารถมองเห็นบทเรียนได้ออกมาเป็นภาพเสมือนจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเอาเรื่องระบบสุริยะ มาพัฒนาเป็นหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน โดยบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ ถูกกำหนดให้มีในหลักสูตรการเรียนการสอนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในหลักสูตร

การศึกษาขั้นพื้นฐานโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในสาระที่ 7 เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ [8] ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป็นการสอนโดยใช้หนังสือที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาและภาพนิ่ง ทำให้ขาดความน่าสนใจในการเรียนและไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน หนังสือสามมิติเสริมบทเรียนที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้จะช่วยสร้างความน่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับระบบสุริยะมากขึ้น และหนังสือสื่อการเรียนรู้นี้เป็นทางเลือกใหม่ในการส่งเสริมการเรียนการสอนของเรื่องระบบสุริยะอีกด้วย

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้ในการพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการใช้งานของหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

## 2. วัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยนวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาหนังสือเสริมสามมิติที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะ วิธีการวิจัยเริ่มจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเนื้อหาของบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ ที่อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ป.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ [9] แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประเมิน น้ำหนักและความสำคัญของเนื้อหา วิเคราะห์และออกแบบหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน หลังจากนั้นจึงทำการพัฒนาหนังสือ และประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการใช้งานของหนังสือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็นเครื่องมือในการสร้างและออกแบบหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ฮาร์ดแวร์ที่ใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ 4 แกนหลักความเร็ว 2.0 กิกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 2 กิกะไบต์ ฮาร์ดดิสก์ 500 กิกะไบต์ เครื่องพิมพ์สี และมีซอฟต์แวร์ที่ใช้คือโปรแกรม Autodesk Maya โปรแกรม Unity 3D โปรแกรม Vuforia และโปรแกรม Adobe Photoshop นอกจากนี้ยังใช้สมาร์ตโฟนที่มีหน่วยประมวลผลความเร็ว 1.2 กิกะเฮิร์ตซ์ หน่วยความจำ 2 กิกะไบต์ และกล้องหลังขนาด 8 ล้านพิกเซล ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4.4 ในการทดสอบการแสดงผลของหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการใช้งานเพื่อประเมินความพึงพอใจของหนังสือเสริมสามมิติที่ได้พัฒนาขึ้น

### 2.1 การออกแบบโครงสร้างเนื้อหา

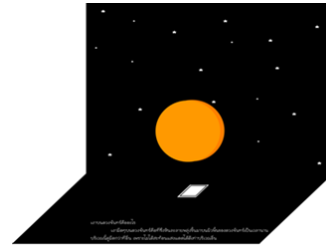
การออกแบบเนื้อหาของหนังสือเสริมสามมิติที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะ เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระบบสุริยะได้ตามมาตรฐานตัวชี้วัด ว7.1 ป. 4/1 จึงได้ทำการนำเสนอเนื้อหาบางส่วนที่สอดคล้องกับบทเรียนที่ผู้เรียนได้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเนื้อหาของหนังสือได้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ได้แก่ ความหมายของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ และเกร็ดน่ารู้ ในหัวข้อดาวเคราะห์ในระบบสุริยะได้แบ่งเป็นหัวข้อย่อยจำนวน 14 หัวข้อประกอบด้วย ดวงอาทิตย์ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคารดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน ดาวพลูโต ดาวหาง ดาวตก อุกกาบาต และดาวเคราะห์น้อย

## 2.2 การออกแบบหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน

หลังจากออกแบบโครงสร้างเนื้อหาของหนังสือแล้วผู้วิจัยได้ดำเนินการในขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ และสื่อสามมิติเพื่อนำมาจัดวางในแต่ละหน้าของหนังสือสามมิติที่จะพัฒนาขึ้นซึ่งแบ่งเป็นหน้าปกหนังสือ และหน้าเนื้อหาในหนังสือ ได้เป็นหนังสือในส่วนของเนื้อหาได้จำนวน 61 หน้า จากนั้นจึงทำการออกแบบการวางเนื้อหาภายในหนังสือ ตำแหน่งของมาร์กเกอร์ และการออกแบบภาพร่างโมเดล 3 มิติ และการแสดงผลของภาพโมเดล 3 มิติในหน้าเนื้อหาแต่ละหน้า ตัวอย่างการออกแบบการวางส่วนต่างๆในหนังสือ และตัวอย่างของการแสดงผลภาพ 3 มิติในหนังสือ แสดงได้ดังรูปที่ 1

## 2.3 การพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน

ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop เพื่อสร้างภาพพื้นหลังของแต่ละหน้าในหนังสือ และการบันทึกไฟล์ในรูปแบบของนามสกุล .PSD แล้วทำการส่งพิมพ์ภาพพื้นหลังของหนังสือในแต่ละหน้าออกมาเพื่อทำการสร้างส่วนจดจำมาร์กเกอร์ในขั้นตอนถัดไป ในการออกแบบและสร้างโมเดลสามมิติ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Autodesk MAYA(Student Version) แล้วส่งออกไฟล์ในรูปแบบของนามสกุล .obj เพื่อไปใช้งานในขั้นตอนถัดไป ตัวอย่างการสร้างโมเดลสามมิติแสดงได้ในรูปที่ 2

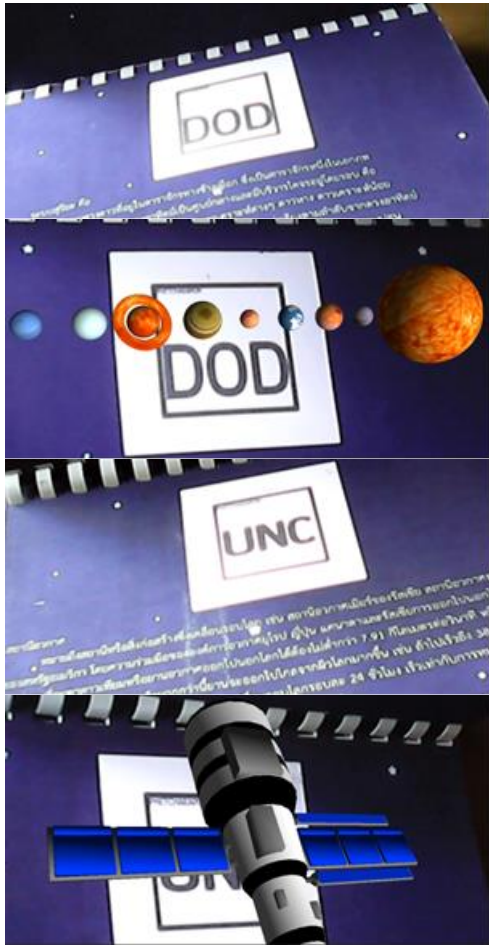


รูปที่ 1 ตัวอย่างการวางเนื้อหาภายในหนังสือและการแสดงผลของภาพโมเดล 3 มิติ



รูปที่ 2 ตัวอย่างการสร้างโมเดลสามมิติ

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop เพื่อสร้างมาร์กเกอร์ โดยสร้างให้มีขนาด 5X5 เซนติเมตร แล้วใช้โปรแกรม Unity 3D และ Vuforia พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเชื่อมโยมาร์กเกอร์และโมเดล 3 มิติที่ได้สร้างขึ้นมาในขั้นตอนก่อนหน้านี้อ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งจะทำงานตามหลักการทำงานของออกเมนเตดเรียลลิตี้โดยเริ่มจากการค้นหามาร์กเกอร์เพื่ออ้างอิงตำแหน่งและโมเดล 3 มิติจากกล้องของสมาร์ตโฟน หลังจากนั้นจะนำโมเดล 3 มิติที่ได้จากการอ้างอิงมาสร้างผลานเข้าไปในเฟรมภาพที่แสดงผลอยู่ในหน้าจอปัจจุบัน ตัวอย่างของหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น แสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

#### 2.4 การประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้หนังสือสามมิติเสริมบทเรียน เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูชำนาญการและนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านส้มป่อยและโรงเรียนหนองนาจาน จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 35 คน มีการทดสอบโดยแนะนำการใช้หนังสือสามมิติเสริมบทเรียนให้นักเรียนและครู แล้วเริ่มทำการทดสอบโดยให้แต่ละคนได้ทดลองใช้ หลังจากนั้นได้ทำการแจกแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ ซึ่งมีการแบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 2 ด้านเพื่อ

สอบถามถึงความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งาน ได้แก่ ด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนมีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมของการใช้ภาษาในหนังสือ เนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถเป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน และด้านการใช้งานเพื่อประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือมีความน่าสนใจ ตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์ มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงามอ่านง่าย มีการออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ การใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ แบ่งเกณฑ์คะแนนเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประเมินค่าของลิเคอร์ท [10]

### 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

#### 3.1 ผลการพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการการพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียน เรื่องระบบสุริยะ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาทั้งหมด 61 หน้า แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ได้แก่ ความหมายของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ และเกร็ดน่ารู้ มีจำนวนโมเดลสามมิติที่สร้างด้วยโปรแกรม Autodesk MAYA(Student Version) จำนวนทั้งสิ้น 61 โมเดล และมีจำนวนมาร์กเกอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการอ้างอิงโมเดลจำนวน 61 มาร์กเกอร์เช่นเดียวกัน

#### 3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

หลังจากจากการทดลองใช้หนังสือสามมิติเสริมบทเรียน เรื่องระบบสุริยะ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยนักเรียนและครูแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการแจกแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ รวมถึงข้อคิดเห็นที่มีต่อหนังสือที่ได้พัฒนาขึ้น ผล

ประเมินความพึงพอใจได้จากกลุ่มกลุ่มตัวอย่างจากผู้ประเมินมีจำนวนทั้งหมด 35 คน แบ่งได้ดังนี้

นักเรียน จำนวน 30 คน

ครูชำนาญการ จำนวน 5 คน

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ ด้านเนื้อหาและด้านการใช้งานของครู แสดงได้ดังตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากครูด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.35 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากครูด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากที่สุด โดยภาพรวมจากผลการประเมินความพึงพอใจจากครูในส่วนของด้านเนื้อหาและการใช้งานนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจจากครู

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<b>ก. ด้านเนื้อหา</b>		
- มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.8	0.45
- ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสือ	4	0.71
- มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน	4.6	0.89
- เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน	4	1
สรุปด้านเนื้อหา	4.35	0.81
<b>ข. ด้านการใช้งาน</b>		
- มีความน่าสนใจ	4.8	0.45
- ภาพรวมของตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์	4.6	0.55
- มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ	4	0.71
- รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงามอ่านง่าย	4.6	0.55
- การออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ	4.4	0.55
- มีการใช้งานที่เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ	4.8	0.55
สรุปด้านการใช้งาน	4.53	0.57
สรุปรวมทุกด้าน	4.46	0.64

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ ด้านเนื้อหาและด้านการใช้งานด้านการใช้งานของนักเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.24 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก โดยภาพรวมจากผลการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนในส่วนของด้านเนื้อหาและ

การใช้งานนั้นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.15 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<b>ก. ด้านเนื้อหา</b>		
- มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4.17	1.15
- ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสือ	4.27	1.01
- มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน	4.4	0.93
- เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน	4.13	1.31
สรุปด้านเนื้อหา	4.24	1.1
<b>ข. ด้านการใช้งาน</b>		
- มีความน่าสนใจ	3.77	1.43
- ภาพรวมของตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์	3.57	1.25
- มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ	4.13	1.2
- รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงามอ่านง่าย	4.23	0.9
- การออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ	4.27	1.17
- มีการใช้งานที่เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ	4.53	0.9
สรุปด้านการใช้งาน	4.08	1.19
สรุปรวมทุกด้าน	4.15	1.15

ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการใช้งานจากครูและนักเรียนสามารถสรุปผลค่าเฉลี่ยรวมในแต่ละหัวข้อได้ดังนี้ หนังสือสามมิติเสริมบทเรียนมีความน่าสนใจ 3.88 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก หนังสือสามมิติเสริมบทเรียนมีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย 4.26 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ภาพรวมของตัวโมเดล 3.67 อยู่ในเกณฑ์ความพึง

พอใจอยู่ในระดับดีมาก รูปแบบการนำเสนอ 4.13 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสือ 4.23 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน 4.43 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน 4.11 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอ 4.29 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การออกแบบหนังสือโดยภาพรวม 4.26 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ 4.56 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากที่สุด และค่าเฉลี่ยผลการประเมินความพึงพอใจรวมในด้านเนื้อหาและการใช้งานมีค่า 4.19 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

#### 4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะในรูปแบบออกเมนต์เรียลลิตี้ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีความพึงพอใจของหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คนซึ่งแบ่งออกเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนจำนวน 30 คน พบว่าค่าเฉลี่ยผลการประเมินความพึงพอใจในด้านเนื้อหาและการใช้งานมีค่า 4.19 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

จากผลการประเมินความพึงพอใจแสดงให้เห็นว่าหนังสือสามมิติเสริมบทเรียนเรื่องระบบสุริยะเป็นหนังสือที่มีการใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ เป็นหนังสือที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบสุริยะ ซึ่งในการพัฒนาหนังสือดังกล่าวได้สอดคล้องกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่



ได้นำเอาเทคโนโลยีออกมามีเด็คเรียดลิตี่มาประยุกต์ใช้ในด้านการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้ใช้เรียนได้เห็นภาพได้หลายมุมมองและใกล้เคียงกับความเป็นจริงทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้คือในการพัฒนาโมเดลหากพัฒนาให้โมเดลสามารถเคลื่อนไหวจะยิ่งสร้างความเข้าใจในเนื้อหา และความน่าสนใจให้กับบทเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพของของหนังสือโดยใช้กระบวนการวัดผลการเรียนรู้ร่วมด้วย และหากสามารถพัฒนาเป็นสื่อการเรียนการสอนได้หลายวิชา จะช่วยทำให้เกิดความน่าสนใจให้กับผู้เรียนได้อีกทางหนึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้และเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎีมากยิ่งขึ้น

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองนาจาน และโรงเรียนบ้านส้มป่อย จังหวัดมุกดาหาร ในการสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือการวิจัยในครั้งนี้

## 5. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] พนิดา ตันศิริ. โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง. วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (2553): 169-175.
- [2] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. (2554):119-127.
- [3] สุमितรา นวลมีศรี และคณะ. การพัฒนาระบบสื่อเสมือนจริงสำหรับชุดไทยพระราชนิยม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร รัตนบุรี. (2558): 74-84
- [4] ณัฐฐิ ดิชเจริญ และคณะ. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีด้วยเทคโนโลยีออกมามีเด็คเรียดลิตี่. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. (2557): 21-27
- [5] วรณนภา ศรีโสภภาพ และคณะ. การพัฒนาหนังสือเสริมบทเรียนสามมิติด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนผสมผสานโลกจริงเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของผู้ป่วยไขสันหลังบาดเจ็บ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. (2556): 24-32
- [6] M.C. Hsieh, H.C.K. Lin. "A conceptual study for Augmented Reality E-learning System based on Usability Evaluation". In: **Journal of the Communications in Information Science and Management Engineering**. Hong Kong: World Academic Publishing; 2011. p. 5-7.
- [7] Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., and Woolard, A. "Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science". In: **Virtual Reality**. New York: Springer; 2006. p. 163-174.
- [8] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร;2551.
- [9] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน**

**วิทยาศาสตร์ ป.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้**

**วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร;2554.**

- [10] มนต์ชัย เทียนทอง. **สถิติและวิธีวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ;2548.**