

การสร้างสื่อการเรียนการสอนวิชา สมการเชิงอนุพันธ์ โดยใช้โปรแกรมออดอร์แวร์ (Authorware)

วิภาวรรณ สิงห์พริง¹

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายถึงการสร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาที่ติดตามการเรียนการสอนวิชา “สมการเชิงอนุพันธ์” ในห้องเรียนไม่ทัน มีสื่อการสอนที่จะช่วยให้นักศึกษาทำการศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง

โปรแกรมออดอร์แวร์ เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถนำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านปฏิสัมพันธ์ (interactive) กับผู้ใช้ (user) คือสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี เมื่อนำมาใช้สร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ จึงทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับโปรแกรมในจุดต่างๆ ได้ ซึ่งทำให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจในจุดต่างๆ ที่เป็นเนื้อหาวิชาของสมการเชิงอนุพันธ์ได้ดีขึ้น

ผลการทดสอบประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนนี้ ปรากฏว่าระหว่างศึกษาจบแต่ละบทจากสื่อการเรียนการสอนนี้ ผลการทดสอบได้เฉลี่ยร้อยละ 77.17 และเมื่อทำการทดสอบหลังจากศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนนี้ ผลการทดสอบได้เฉลี่ยร้อยละ 81.33 ซึ่งสรุปได้ว่าสื่อการเรียนการสอนนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์

7KH & RQVWK FMRQRI 7HDFKIQJ DQG/ HDUQIQJ \$ LGV
RQ³' IILHQQMDQTXDMRQV' E\ 8 VIQJ
\$XWRUZ DUH3 URIHVIRQDO

: ISDZDDQ6IQIKDSUQN ¹

. IQ 0 RQNXW8 QYHUV RI 7HFKRQJ \ 7KRQXIL Bangmod, RQNLX%DQJNRN

\$ EWMDFW

7 KVSLSHGFMUEHMKHZ RUNIQDSURMFWSURGXFHMFKIQJ DQGDUQIQJ DGMRQWKH
FRPSXWIRUWGHQWZ KRFDQQRKQZ DFRXUMRI QFVUM³' IILHQQMDQTXDMRQV IQWKFQW
URRP 7 KHSXLSRVHVKHS VHWXGHQWRUHSHDUQIQJ HFKVRSIE IQWVXEMFV VWP VHYV

7 KF \$XWRUZ DUH SURJUP MDLRZ HIXQMDFWYHRRRUSURGXFIQJ WDFKIQJ DQG
CHUQIQ DGM/ KHDGVZ HKDYFUHMGE\ VWF \$XWRUZ DUH SURJUP DHQMDFWYHQGZ IGH
XHXDRXVHMQRUGHWXQCHUMQGEHWWKHXEMFV ³' IILHQQMDQTXDMRQV

7 HWRI VHHIHFVYHQMRI VHDGVSURGFHGIQWYSURMFVKRZ VDKHDYHD HFRUH
GULQ QDUQIQ Z IWKVHDGMDQGIQWMDI WQDUQIQ Z IWKVHDGMV 3%, VVWDW
VMDGMVHIFVYHDFRUGIQ VVWH 75/7 UVHURQ

¹ ULKXPRIQMLIQ&CRCTNOCPVQH CVCOVREU

1. บทนำ

เนื่องจากวิชา “สมการเชิงอนุพันธ์” เป็นวิชาพื้นฐานของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม นักศึกษาที่จะลงทะเบียนเรียนวิชา “สมการเชิงอนุพันธ์” ต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีในวิชาแคลคูลัส 1 และแคลคูลัส 2 แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากความรู้พื้นฐานของนักศึกษาแต่ละคนแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดปัญหาว่ามีนักศึกษาจำนวนมากที่ติดตามการเรียนการสอนวิชานี้ในห้องเรียนไม่ทัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงทำการสร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาสมการเชิงอนุพันธ์โดยใช้โปรแกรมออร์แอดแวร์ ทั้งนี้เพราะว่า โปรแกรมออร์แอดแวร์เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทางด้านปฏิสัมพันธ์ คือสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างดี

แนวการสร้างสื่อการเรียนการสอนมีหลักการคือจะมีคำถามและให้ผู้ใช้หยุดคิด เพื่อทำความเข้าใจกับคำถาม เมื่อผู้ใช้พร้อมก็สามารถดูคำตอบหรือคำอธิบายต่อไปได้ ส่วนของเนื้อหาที่เป็นจุดสำคัญ ผู้ใช้สามารถเลือกฟังเสียงคำอธิบายเพิ่มเติมได้ สำหรับการแสดงข้อความบนหน้าจอภาพเพื่อให้สามารถแสดงข้อความได้อย่างครบถ้วน และมีรายละเอียดที่มากพอ ข้อความเหล่านั้นสามารถเคลื่อนผ่านจอภาพได้อย่างต่อเนื่อง

การสร้างสื่อการเรียนการสอนนี้ เพื่อต้องการให้นักศึกษาที่ติดตามการเรียนการสอนวิชา “สมการเชิงอนุพันธ์” ในห้องเรียนไม่ทัน สามารถศึกษาเพิ่มเติมโดยศึกษาด้วยตนเองเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดีขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าสื่อการเรียนการสอนนี้มีจุดพิเศษของเนื้อหาสมการเชิงอนุพันธ์ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีกว่าและง่ายกว่าการอ่านจากตำราคือ มีเสียงคำอธิบายในจุดที่เป็นจุดสำคัญๆ (เสมือนนักศึกษาฟังการบรรยายในห้องเรียน) และนักศึกษาสามารถดูรายละเอียดที่มาของจุดสำคัญนั้นๆ ได้อย่างละเอียดและชัดเจน

2. วัตถุประสงค์ของการสร้างสื่อการเรียนการสอน

1. เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอนวิชา “สมการเชิงอนุพันธ์” สำหรับให้นักศึกษาที่ติดตามการเรียนการสอนในห้องเรียนไม่ทันสามารถมีสื่อกลางที่จะศึกษาได้ซ้ำๆ ด้วยตนเอง
2. เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

3. วิธีการสร้างสื่อการเรียนการสอน

การสร้างโปรแกรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมออร์แอดแวร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. นำปุ่มเครื่องมือ (icon) แบบต่างๆ เรียงตามลำดับบน เส้นผ้งงาน (flow line) ซึ่งจะแสดงการทำงานของโปรแกรมที่สร้างขึ้นจากปุ่มเครื่องมือ โดยเริ่มจากปุ่มเครื่องมือที่เป็นปุ่มบนสุดบนเส้นผ้งงานไปตามลำดับ จนถึงปุ่มเครื่องมือที่เป็นปุ่มล่างสุดบนเส้นผ้งงาน

2. พิมพ์ข้อความหรือบทเรียนที่ต้องการลงในปุ่มแสดง (display icon) ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบของตัวอักษรได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการปรากฏของตัวอักษรโดยใช้คุณสมบัติของการปรากฏลักษณะภาพ (transition) ในแบบต่างๆ

3. ช่วงเวลาของการปรากฏของข้อความในปุ่มแสดงถูกควบคุมด้วยปุ่มคอย (wait icon) ภายใต้เงื่อนไขระยะเวลาที่แน่นอน หรือขึ้นกับเงื่อนไขของการกดปุ่มใดๆ เมื่อต้องการ

4. จากปุ่มคอย ผู้สร้างโปรแกรมสามารถกำหนดให้ข้อความถูกเลื่อนตำแหน่งโดยใช้ ปุ่มเคลื่อนที่ (motion icon) เพื่อควบคุมเส้นทาง ตำแหน่งสุดท้าย และความเร็วของการเคลื่อนที่

5. เมื่อต้องการลบข้อความและรูปภาพออกจากจอภาพจะใช้ปุ่มลบ (erase icon) ทำการลบจอภาพตามที่ผู้สร้างโปรแกรมต้องการ และรูปแบบการลบสามารถใช้คุณสมบัติ เช่นเดียวกับคุณสมบัติของการปรากฏลักษณะภาพ

6. การทำงานร่วมกันระหว่างปุ่มแสดง ปุ่มคอย ปุ่มเคลื่อนที่ และปุ่มลบ ทำให้การปรากฏของข้อความบนจอภาพเกิดได้อย่างต่อเนื่อง

7. ปุ่มเครื่องมือจำนวนมากบนเส้นผังงาน สามารถรวมให้เป็นกลุ่มได้โดยการรวมกลุ่มของปุ่มเครื่องมือให้อยู่ใน ปุ่มแผนการ (map icon) เพื่อความสะดวกในการทำงานและการสังเกต แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ่มแผนการจะทำให้กลุ่มของปุ่มเครื่องมือมีระดับ (level) ที่มากขึ้น

8. ข้อความบางส่วนที่ต้องการโต้ตอบกับผู้ใช้จะใช้ปุ่มโต้ตอบ (interactive icon) เป็นหลักในการควบคุมการโต้ตอบในลักษณะต่างๆ เช่น

- การโต้ตอบแบบ ฮอท ส্পอต (hot spot interactive) เป็นการกำหนดพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมบางส่วนบนจอภาพให้โต้ตอบกับผู้ใช้ โดยการคลิกเมาส์ (mouse click) ซึ่งมีทั้งคลิกหนึ่งครั้ง (single click) และคลิกสองครั้ง (double click) บนพื้นที่นั้นๆ
- การโต้ตอบแบบฮอท ออบเจกต์ (hot object interactive) เป็นการกำหนดข้อความบางส่วนให้เป็นวัตถุ (object) ที่โต้ตอบกับผู้ใช้ได้เช่นเดียวกัน

9. ระหว่างการทำงานของปุ่มเครื่องมือตามลำดับจากปุ่มบนสุดไปยังปุ่มล่างสุดที่อยู่บนเส้นผังงานสามารถสร้างเสียงประกอบการทำงานได้ โดยใช้ปุ่มเสียง (sound icon) วาง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ

4. ขอบเขตการศึกษา

รายละเอียดในสื่อการเรียนการสอนวิชา สมการเชิงอนุพันธ์โดยใช้โปรแกรมออเธอร์แวร์นี้ มี 8 บท ดังนี้

บทนำ แนะนำให้รู้จักสมการเชิงอนุพันธ์ ชนิด และอันดับของสมการเชิงอนุพันธ์

บทที่ 1 การหาคำตอบของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับ 1 โดยแยกเป็น สมการแบบแยกตัวแปร ได้ สมการแบบเอกพันธ์ สมการเชิงอนุพันธ์แม่นตรงและไม่แม่นตรง สมการเชิงเส้นอันดับ 1 และสมการแบร์นูลลี

- บทที่ 2** การประยุกต์ของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับ 1 เกี่ยวกับเส้นโค้งแนววิถีจาก ปัญหา อัตราการเปลี่ยนแปลง และปัญหาของผสม
- บทที่ 3** การหาคำตอบของสมการเชิงเส้นอันดับ n ที่มีสัมประสิทธิ์คงที่ โดยวิธีตัวดำเนินการผกผัน วิธีเทียบสัมประสิทธิ์ และวิธีแปรผันของพารามิเตอร์ สมการเลอร์จองก์
- บทที่ 4** การประยุกต์ของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับ 2 เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของมวลบนสปริง กรณีไม่มีแรงแดมป์ และกรณีมีแรงแดมป์
- บทที่ 5** ผลการแปลงลาปลาซ
- บทที่ 6** ระบบสมการเชิงเส้น
- บทที่ 7** คำตอบในรูปอนุกรมกำลัง
- บทที่ 8** การหาคำตอบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย โดยวิธีแยกตัวแปร

5. หลักการใช้สื่อการเรียนการสอน

เนื่องจากโปรแกรมออร์เทอร์แวร์ เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทางด้านโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างดี เมื่อนำมาใช้สร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ จึงทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับโปรแกรมในจุดต่างๆ ได้ ดังนี้

1. การเลือกศึกษาเนื้อหาในแต่ละบท หรือเลือกศึกษาหน้าใดๆ ผู้ใช้สามารถเลือกศึกษาได้โดยคลิกเมาส์ที่บทนั้นในหน้าเมนู (menu) ซึ่งแสดงรายการของแต่ละบท และการเลือกศึกษาที่หน้าใดๆ ให้ผู้ใช้พิมพ์เลขหน้าลงไปได้โดยตรง
2. เนื้อหาจะมีคำถาม และให้ผู้ใช้หยุดคิดทำความเข้าใจกับคำถาม ซึ่งควบคุมการหยุดโดยใช้ปุ่มคอย เมื่อผู้ใช้พร้อมก็กดปุ่มใดๆ เพื่อดูคำตอบหรือคำอธิบายต่อไปได้
3. เพื่อให้สามารถแสดงข้อความได้อย่างครบถ้วน และมีรายละเอียดที่มากพอ ข้อความเหล่านั้นสามารถเคลื่อนที่ผ่านบนหน้าจอภาพได้อย่างต่อเนื่อง โดยการเคลื่อนที่จะถูกควบคุมด้วยปุ่มเคลื่อนที่
4. เนื้อหาบางตอนที่เป็นจุดสำคัญ ผู้ใช้สามารถเลือกฟังเสียงคำอธิบายเพิ่มเติมได้จากไฟล์เสียงซึ่งทำงานผ่านปุ่มเสียง การฟังเสียงคำอธิบายมี 2 ลักษณะคือ
 - ก. สิ่งที่ทุกคนควรรู้ จะมีคำบรรยายโดยผู้ใช้ไม่ต้องกดปุ่มใดๆ
 - ข. ในบางกรณีจะเป็นจุดที่ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจว่า จะเลือกฟังคำอธิบายหรือไม่ก็ได้ โดยมีปุ่มเครื่องมือแสดงภาพสัญลักษณ์การฟังเสียง ถ้าผู้ใช้ต้องการฟังก็สามารถคลิกเมาส์ที่ปุ่มเครื่องมือนี้ได้
5. เนื้อหาบางตอนจะให้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจว่าต้องการดูรายละเอียดเพิ่มเติมหรือไม่ ถ้าต้องการก็สามารถคลิกเมาส์บนพื้นที่ที่กำหนดไว้ได้

6. การทดสอบผลการใช้สื่อการเรียนการสอน

การสร้างแบบทดสอบจะเน้นให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ ที่สำคัญทั้งหมด โดยกำหนดเกณฑ์เป็น 75/75 ซึ่งมีความหมายดังนี้

เกณฑ์ 75 ตัวแรก หมายถึงคะแนนระหว่างศึกษาจะต้องได้ร้อยละ 75 และเกณฑ์ 75 ตัวหลัง หมายถึงคะแนนหลังจากศึกษาเนื้อหาทั้งหมดแล้ว จะต้องได้ร้อยละ 75

การทดสอบจะทดสอบกับนักศึกษาที่สอบได้วิชา แคลคูลัส 1 และ แคลคูลัส 2 มาแล้ว โดยแยกวัดผลการทดสอบเป็น ทดสอบระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนทั้งหมด 4 ครั้ง และทดสอบหลังจากศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนทั้งหมด 2 ครั้ง

การทดสอบระหว่างศึกษา ทั้งหมด 4 ครั้ง มีรายละเอียดดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดสอบเมื่อศึกษาจบบทที่ 1-2 แล้วประเมินผลให้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75

ครั้งที่ 2 ทดสอบเมื่อศึกษาจบบทที่ 3-4 แล้วประเมินผลให้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75

หลังจากการทดสอบระหว่างศึกษา ครั้งที่ 2 เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักศึกษากลับไปทบทวนบทที่ 1-4 อีกครั้ง เพื่อจะได้ทำความเข้าใจในจุดต่างๆ ที่มีปัญหา จากนั้นทำการทดสอบหลังจากศึกษาครั้งที่ 1

การทดสอบหลังจากศึกษาจบบทที่ 1-4 เป็นการทดสอบหลังจากศึกษาครั้งที่ 1

แบบทดสอบหลังจากศึกษาคือ ชุดที่ 1 มีเนื้อหาบทที่ 1-4

การประเมินผลหลังจากเรียน จบบทที่ 1-4 ให้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75

ต่อไปทดสอบระหว่างเรียนอีก 2 ครั้ง คือครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ดังนี้

ครั้งที่ 3 ทดสอบเมื่อศึกษาจบบทที่ 5-6 แล้วประเมินผลให้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75

ครั้งที่ 4 ทดสอบเมื่อศึกษาจบบทที่ 7-8 แล้วประเมินผลให้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75

หลังจากการทดสอบระหว่างศึกษาครั้งที่ 4 เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักศึกษากลับไปทบทวนบทที่ 5-8 อีกครั้ง เพื่อจะได้ทำความเข้าใจในจุดต่างๆ ที่มีปัญหา จากนั้นทำการทดสอบหลังจากศึกษาครั้งที่ 2

การทดสอบหลังจากศึกษาจบบทที่ 5-8 เป็นการทดสอบหลังจากศึกษาครั้งที่ 2

แบบทดสอบหลังจากศึกษาคือ ชุดที่ 2 มีเนื้อหาบทที่ 5-8

การประเมินผลหลังจากศึกษาจบบทที่ 5-8 ให้อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75

ทั้งนี้ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ ทั้งระหว่างศึกษา และหลังจากศึกษา มีความใกล้เคียงกัน

7. ผลการทดสอบสื่อการเรียนการสอน

ในการทดสอบสื่อการเรียนการสอนวิชา “สมการเชิงอนุพันธ์” ได้ว่าผลระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนทั้งหมด 4 ครั้ง ได้เกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 77.17 และเมื่อทดสอบหลังจากศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนทั้งหมด 2 ครั้ง ได้เกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 81.33 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลระหว่างศึกษา

จำนวนนักศึกษา 15 คน ผลการทดสอบได้คะแนนดัง ตารางที่ 1-4

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบบทที่ 1-2 (สมการอันดับ 1 และการประยุกต์) คะแนนเต็ม 21 คะแนน

นักศึกษา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	16.5	17.5	12	14.5	18	19	17	17	19	14	13	15.5	14.5	14.5	17.5

จากตารางที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.96 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.03

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบบทที่ 3-4 (สมการอันดับ n) คะแนนเต็ม 22 คะแนน

นักศึกษา															
คะแนน															

จากตารางที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.66

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบบทที่ 5 (ผลการแปลงลาปลาซ) คะแนนเต็ม 24 คะแนน

นักศึกษา															
คะแนน															

จากตารางที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.66 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.33

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบบทที่ 7-8 (คำตอบในรูปอนุกรมกำลัง สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย) คะแนนเต็ม 20 คะแนน

นักศึกษา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	19	19	18	20	17	17	16	16	15	18	15	14	14	13	17

จากตารางที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.67

สรุป ได้ค่าเฉลี่ยระหว่างศึกษาคิดเป็นร้อยละ 77.17

ผลหลังจากศึกษา

จำนวนนักศึกษา 15 คน ผลการทดสอบได้คะแนนดัง ตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6

ตารางที่ ผลการทดสอบชุดที่ (บทที่ 1-4) คะแนนเต็ม คะแนน

นักศึกษา															
คะแนน															

จากตารางที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.73 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.46

ตารางที่ ผลการทดสอบชุดที่ (บทที่ 5-8) คะแนนเต็ม คะแนน

นักศึกษา															
คะแนน	48														

จากตารางที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 41.6 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.2

สรุป ได้ค่าเฉลี่ยหลังจากศึกษาคิดเป็นร้อยละ 81.33

8. การวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดสอบสื่อการเรียนการสอน

ผลการทดสอบระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนบทที่ 1-2 และบทที่ 3-4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.03 และ 76.66 ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 75

ผลการทดสอบหลังจากศึกษาชุดที่ 1 คือ บทที่ 1-4 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.46 ซึ่งดีกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน แสดงว่าบทที่ 1-4 ของสื่อการเรียนการสอนนี้มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้ในการศึกษาได้

ผลการทดสอบระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนบทที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.33 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เล็กน้อย สาเหตุที่คะแนนเฉลี่ยของบทนี้น้อยเนื่องจากบทนี้เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับผลการแปลงลาปลาซ ซึ่งมีคุณสมบัติและทฤษฎีบทเกี่ยวกับผลการแปลงลาปลาซมาก จึงทำให้ผู้ศึกษานำความเข้าใจไปใช้ในบางครั้งเกิดความสับสน สำหรับเรื่องผลการแปลงลาปลาซนี้จึงน่าจะทำสื่อการเรียนการสอนที่เน้นเกี่ยวกับการทำแบบฝึกหัดโดยเฉพาะ เพื่อให้ผู้ศึกษาเกิดความชำนาญในการนำทฤษฎีบทต่างๆ ไปใช้

ผลการทดสอบระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอน บทที่ 7-8 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เมื่อเปรียบเทียบกับผลหลังจากศึกษา ชุดที่ 2 คือบทที่ 5-8 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.2 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เช่นเดียวกัน แสดงว่าสื่อการเรียนการสอน บทที่ 5-8 มีประสิทธิภาพเพียงพอในการที่จะใช้ศึกษาได้

จากผลการทดสอบระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอน ได้เฉลี่ยร้อยละ 77.17 และผล
 หลังจากศึกษาได้เฉลี่ยร้อยละ 81.33 จะพบว่าหลังจากศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอน ซึ่งนักศึกษา
 มีโอกาสที่จะศึกษาได้ซ้ำๆ ในส่วนที่ไม่เข้าใจจึงทำให้มีความเข้าใจได้ดีขึ้น และทำให้ผลการทดสอบ
 หลังจากศึกษาดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเกณฑ์ที่ได้ระหว่างศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอน และหลังจาก
 ศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนนี้ ก็อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าผลการทดสอบสื่อการเรียนการสอน
 สอดคล้องตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้

9. สรุปผลการสร้างสื่อการเรียนการสอน

จากผลการทดสอบระหว่างศึกษาและหลังจากศึกษาด้วยสื่อการเรียนการสอนวิชา สมการเชิง
 อนุพันธ์โดยใช้โปรแกรมมอเธอร์แวร์นี้ ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ เกณฑ์ 75/75
 จึงสรุปได้ว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอ สำหรับใช้ในการช่วยสอนนักศึกษาที่ติดตามการเรียนการสอน
 ในห้องเรียนไม่ทันได้ และสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ สื่อการเรียน
 การสอนนี้สามารถช่วยสอนได้

10. ข้อเสนอแนะ

การเรียนจากสื่อการเรียนการสอนนี้ ควรกระทำดังนี้ เมื่อศึกษาจบแต่ละหัวข้อหรือจบแต่ละบท
 นักศึกษาจะต้องหยุดทบทวนโดยทำแบบฝึกหัดในเรื่องที่เพิ่งจะศึกษาจบ เพื่อจะได้ประเมินความเข้าใจ
 ของตนเอง ถ้ายังมีปัญหาให้กลับไปศึกษาเรื่องนั้นจากสื่อการเรียนการสอนซ้ำๆ อีกจะทำให้สามารถ
 แก้ปัญหาจุดที่มีปัญหาได้

สำหรับความเห็นของผู้ใช้สื่อ สรุปได้ว่านอกเหนือจากการทำสื่อการเรียนการสอน เรื่องสมการ
 เชิงอนุพันธ์ ในลักษณะนี้แล้ว น่าจะทำสื่อในลักษณะที่เน้นหลักในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละบทด้วย
 เพื่อจะช่วยให้ นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาสมการเชิงอนุพันธ์ มากยิ่งขึ้น

11. เอกสารอ้างอิง

- GZ DUG&+ DQG3HQQH ' (' N0GVCII ' IIIHLQW0' SV0M0FUY HJ
 \$\$\$0EDMRQ3UQWTH-DOF (Q0Z RRG&0LVI HZ -HMH
 UH VJIL (UZ IQ\$ GYDQFHG(QIQHUIQ 0 DKFP DWEV-RKQ: I0I & GRQ
 / W0I HZ <RUN
 RW6KFS0I / ' IIIHLQW0TXDMRQV-RKQ: I0I & GRQ W0I HZ <RUN
 IXDU H DQG Bratt-Howland, DD # Wthorware URHMRQD 7 UKH
 9 DUDKH& XQFMRQ 0 DFURP H0D,QF
 XMRUZ DLFB URHMRQD 7 UG) WFG DFURP H0D,QF

