



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศึกษาศาสตร์คุุณยบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

ปริญญา

หลักสูตรและการสอน

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Courses Standards and Learning Resources of Mathematics for
High School Level

นามผู้วิจัย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์นายดา ปิณฑนนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์วิภารัตน์ แสงจันทร์, ศษ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Courses Standards and Learning Resources
of Mathematics for High School Level

โดย

นายพงษ์ธร มหาวิจิตร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

พ.ศ. 2554

พงศธร มหาวิทยาลัย 2554: การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปรินญาศึกษาศาสตร์คุณ
บัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์นายดา ปิณฑานนท์, Ph.D.
212 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และ
พัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน 6
ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมการพัฒนามาตรฐานรายวิชา โดยประเมินความต้องการจำเป็นและความ
คิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานรายวิชาและแบบแผนการเขียนมาตรฐาน
รายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ขั้นการพัฒนามาตรฐาน
รายวิชา 3) ขั้นประเมินผลมาตรฐานรายวิชา 4) ขั้นเตรียมการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ 5) ขั้น
การพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ และ 6) ขั้นประเมินผลทรัพยากรการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ
ประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการ จำนวน 6 คน และผู้เชี่ยวชาญด้าน
ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัย
นักวิชาการ และครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้
มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอน
ปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา แบ่งเป็นมาตรฐาน
รายวิชาพื้นฐาน จำนวน 4 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra, Geometry, Probability and
Statistics, Pre-Calculus และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม จำนวน 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่
Trigonometry และ Discrete Mathematics โดยใช้รูปแบบการเขียน 2 รูปแบบ และ 2) ได้
ทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาทั้ง 6 มาตรฐาน
รายวิชา โดยแบ่งเป็น 3 หมวด คือ แผนการสอน สื่อ/กิจกรรม และเครื่องมือประเมินผล

Pongsatorn Mahavijit 2011: Development of Courses Standards and Learning Resources of Mathematics for High School Level. Doctor of Education (Curriculum and Instruction), Major Field: Curriculum and Instruction, Department of Education. Thesis Advisor: Associate Professor Nataya Pisanthanond, Ph.D. 212 pages.

The main objectives of this research were to create the model of high school mathematics courses standards which are appropriate for Thailand's context and to develop the learning resources which are relevant to them. Research processes consisted of 1) Preparing for courses standards development by evaluating needs and opinions of experts about high school mathematics courses standards determination and writing patterns 2) Developing courses standards 3) Evaluating courses standards 4) Preparing for learning resources development 5) Developing learning resources and 6) Evaluating relevance of learning resources with courses standards by experts.

Sample groups of this research were 6 professionals in mathematics curriculum those were professors and academicians and 10 experts in mathematics learning resources those were professors, academicians and high school teachers. Results of the research were 1) 6 high school mathematics courses standards which are appropriate for Thailand's context were developed and divided into 4 core courses standards: Algebra, Geometry, Probability and Statistics, Pre-Calculus and 2 selected courses standards: Trigonometry, Discrete Mathematics using 2 writing styles and 2) Learning resources relevant to the courses standards were developed and categorized into 3 groups: lesson plans, media/activities and evaluating tools.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. นาทยา ปลัณธานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร. วิจารณ์ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและเสียสละเวลาในการให้คำแนะนำตลอดการทำงาน รองศาสตราจารย์ ดร. มธุรส จงชัยกิจ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร. สวัสดิ์ เพชรบูรณ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์แสดงความคิดเห็น วิจารณ์งาน และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 10 ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ประเมินทรัพยากรการเรียนรู้เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณหน่วยงานและบุคลากรที่เป็นเจ้าของข้อมูลทรัพยากรการเรียนรู้ ที่ได้สร้างสรรค์ผลงานอันมีคุณค่าและเผยแพร่ต่อสาธารณะ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ศรีสอาด สำหรับความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดขั้นตอนการทำงานวิจัย ขอขอบคุณครอบครัวมหาจิตร เพื่อน KU 56 และเพื่อนนิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ ทุกคนที่เป็นกำลังใจอันสำคัญแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา รวมถึงผู้เขียนตำรา เอกสาร บทความต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในงานวิจัยครั้งนี้

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พงศธร มหาจิตร

กรกฎาคม 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
การศึกษาอิงมาตรฐานและมาตรฐานหลักสูตร	5
แนวคิดในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	13
มาตรฐานหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	16
ทรัพยากรการเรียนรู้	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	40
รูปแบบการวิจัย	40
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	43
ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	43
เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	51
ผลการวิจัย	51
ข้อวิจารณ์	136
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	146
สรุป	146
ข้อเสนอแนะ	152
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	155
ภาคผนวก	160
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ	161
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ	165
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	188
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	212

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) จำแนกตามประเภทมาตรฐานรายวิชา	54
2	จำนวนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	75
3	จำนวนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	76
4	คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra)	123
5	คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry)	125
6	คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics)	127
7	คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-Calculus)	130
8	คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry)	133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับ มาตรฐานรายวิชาวิยุตคณิต(Discrete Mathematics)	135



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ของรัฐ California	53
2	มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ California	57
3	มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 1 ของรัฐ Indiana	58
4	มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	59
5	สาระ(strand)ในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	61
6	สาระเรขาคณิตในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	61
7	สาระพีชคณิตในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	61
8	สาระจำนวนและการดำเนินการในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	62
9	สาระการวัดในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	62
10	สาระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi	63
11	มาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi	64
12	สาระ(strand)ในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	สาระจำนวนและการดำเนินการในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi	66
14	สาระพีชคณิตในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi	66
15	สาระเรขาคณิตในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi	66
16	สาระการวัดในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi	67
17	มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ California	68
18	มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ Virginia	69
19	มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 1 ของรัฐ North Carolina	71
20	มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ Indiana	73
21	มาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการ ของรัฐ Georgia	74
22	แนวทางการจัดรายวิชา(Courses)คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับประเทศไทย	96
23	ข้อมูลการกำหนดรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับโรงเรียนของรัฐต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา	139
24	มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Washington	141

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

25

การจัดลำดับรายวิชาของรัฐ Alabama

143



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ในยุคแห่งเทคโนโลยีและสารสนเทศที่มีองค์ความรู้ต่างๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย การเรียนรู้โดยการจดจำเนื้อหาไปใช้ประโยชน์คงไม่สามารถทำได้ การเรียนรู้ทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องไปตลอดชีวิตถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งกว่า ทั้งนี้เพราะศาสตร์ความรู้ต่างๆ ในโลกล้วนมีการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ดังที่ จีวีวรรณ เสวตมาลย์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า “ปัจจุบันความรู้เป็นเรื่องที่ไม่มีวงจำกัดและสามารถขยายได้โดยไม่มีที่สิ้นสุดเนื้อหาทุกสาขาวิชาจึงเปิดโอกาสให้ศึกษาได้ และเปลี่ยนวิธีการจากการจำและสะสมข้อเท็จจริงมาเป็นวิธีการค้นคว้าเพื่อหากฎและแนวความคิดทั่วไปอันเป็นพื้นฐานของความรู้และวิธีแก้ปัญหาต่างๆ” การเรียนรู้จึงต้องประกอบด้วยส่วนที่เป็นวิชาความรู้และวิชาชีพ วิชาความรู้จะเป็นต้นทุนพื้นฐานสำหรับเรียนรู้สิ่งอื่นๆ ต่อไป ส่วนวิชาชีพนั้นจะเป็นทักษะ ความสามารถ รวมทั้งประสบการณ์ที่จะนำวิชาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะสอดคล้องกับความหมายของคำว่า “มาตรฐานการศึกษา(standard)” ที่ Marzano (1998 อ้างใน นาดชา ปิลันธนานนท์, 2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “What student should know and be able to do.” อันประกอบด้วยส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นความสามารถของผู้เรียน

แนวโน้มหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของทุกประเทศทั่วโลกจึงหันมาให้ความสำคัญกับการสร้างคุณลักษณะที่จะเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนมากกว่าที่จะเน้นการเรียนรู้จดจำเนื้อหาจำนวนมาก โดยรัฐจะกำหนดมาตรฐานแกนกลาง แล้วให้โรงเรียนนำไปพัฒนาเป็นหลักสูตรของตนเองตามแนวคิดการกระจายอำนาจ มีลักษณะเป็นระบบการศึกษาอิงมาตรฐาน(Standard-Based Education) ซึ่งใช้มาตรฐานเป็นตัวกำกับตั้งแต่การพัฒนาหลักสูตร การเรียนการสอน ไปจนถึงการวัดผล ประเมินผล สำหรับประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแบบอิงมาตรฐาน(Standard-Based Curriculum) ขึ้นเป็นครั้งแรกในปี พุทธศักราช 2544 โดยกำหนดกรอบหลักสูตร(Curriculum Framework) กว้างๆ เพื่อเป็นแนวทางให้โรงเรียนนำไปสร้างหลักสูตรที่เหมาะสมกับบริบทของตน และด้วยเหตุที่เป็นครั้งแรกของประเทศไทยที่ครูต้องมียุทธศาสตร์เป็นนักพัฒนาหลักสูตร ครูและบุคลากรทางการศึกษาจำนวนมากยังขาดประสบการณ์และขาดแนวทางตัวอย่างในการทำหลักสูตร เมื่อกระทรวงศึกษาธิการกำหนด

มาตรฐานแกนกลางมาให้ ก่อให้เกิดปัญหาความสับสนของผู้ปฏิบัติในระดับสถานศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา สถานศึกษาส่วนใหญ่กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้มาก ทำให้เกิดปัญหาหลักสูตรแน่น การวัดและประเมินผลไม่สะท้อนมาตรฐาน ส่งผลต่อปัญหาการจัดทำเอกสารหลักฐานทางการศึกษาและการเทียบโอนผลการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

มาตรฐานแกนกลางที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดมาให้มีลักษณะเป็นมาตรฐานสาระ ซึ่งแต่ละสาระ(strand) เป็นกลุ่มขององค์ความรู้ บางสาระมีลักษณะเป็นเนื้อหา(content) ที่สามารถสร้างเป็นรายวิชาได้ในตัวเอง แต่บางสาระมีลักษณะเป็นทักษะ/กระบวนการ ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นรายวิชาได้โดยลำพัง โรงเรียนจะต้องนำมาตรฐานจากแต่ละสาระมาผสมผสานบูรณาการกันเพื่อสร้างขึ้นเป็นรายวิชา ในต่างประเทศส่วนใหญ่ตั้งแต่เกรด K – 8 จะมีการกำหนดเป็นมาตรฐานสาระ ซึ่งจะเอื้อต่อการนำไปสร้างรายวิชาบูรณาการ ส่วนตั้งแต่เกรด 9 – 12 จะกำหนดเป็นมาตรฐานรายวิชา(Course Standard) ซึ่งโรงเรียนสามารถนำไปใช้สร้างรายวิชาได้ง่าย และส่งเสริมให้เกิดรายวิชาที่มีความเข้มข้นเฉพาะทางขึ้นในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียน

การปฏิรูปการศึกษาครั้งที่ 2 ในปีพุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละกลุ่มสาระ ซึ่งยังคงมีลักษณะเป็นมาตรฐานสาระตลอดแนวตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย มาให้สถานศึกษาใช้ในการพัฒนาหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการนำมาตรฐานจากแต่ละสาระมาผสมผสานเพื่อสร้างเป็นรายวิชาของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทำให้ได้รายวิชาที่มีเนื้อหาในเชิงกว้าง มีใช่เชิงลึก โดยเฉพาะรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรโรงเรียนส่วนใหญ่ยังคงเป็นวิชา “คณิตศาสตร์พื้นฐาน” และ “คณิตศาสตร์เพิ่มเติม” ซึ่งเป็นรายวิชาที่ประกอบด้วยเนื้อหาจากหลากหลายสาระ ขาดความเข้มข้นเฉพาะทาง ทั้งที่รายวิชาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีลักษณะเข้มข้นและเจาะลึก เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการศึกษาค้นคว้าเฉพาะทางในระดับอุดมศึกษา สอดคล้องกับที่ สิทธิกร สุมาลี (2553) กล่าวว่า “การกำหนดมาตรฐานในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของรัฐต่างๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า แม้จะกำหนดมาตรฐานเป็นช่วงชั้น แต่การเขียนมาตรฐานจะเขียนในลักษณะมาตรฐานรายวิชา เนื่องจากการที่ผู้เรียนจะเรียนในระดับอุดมศึกษาได้นั้น ต้องมีความรู้และเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน...”

เพื่อเป็นการส่งเสริมและขับเคลื่อนให้การใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประสบผลสำเร็จ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน(สพฐ.) ได้มีโครงการที่จะทำการวิจัยพัฒนามาตรฐานการเรียนรู้รายวิชา(Courses Standards) สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้หลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าร่วมเป็นคณะนักวิจัยในโครงการนี้ จึงมีความสนใจที่จะพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และสร้างทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาตราฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้กับหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย
2. เพื่อพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาตราฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้กับหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทยในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะทำการศึกษารูปแบบการจัดทำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของรัฐต่างๆ ที่มีการเขียนมาตรฐานเป็นรายวิชา(Course) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศแรกที่เริ่มใช้ระบบการศึกษาอิงมาตรฐาน(Standard – Based Education) แล้วพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ที่มีความเหมาะสมกับบริบทและความต้องการของไทย โดยการพิจารณาและเห็นชอบ

จากผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นจะทำการรวบรวมแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้ เพื่อจัดทำเป็นทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับเป็นแนวทางให้สถานศึกษานำไปใช้เมื่อเวลาพัฒนาหลักสูตร และจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา

นิยามศัพท์

มาตรฐานหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง มาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่รัฐกำหนดให้โรงเรียนนำไปพัฒนาเป็นหลักสูตรสถานศึกษา

สาระ(Strands) หมายถึง กลุ่มขององค์ความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 6 สาระหลัก ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) หมายถึง มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากสาระหลักต่างๆ ที่รวบรวมมาและนำมาจัดกลุ่มโดยพิจารณาจากความสอดคล้องเกี่ยวเนื่องของเนื้อหา โดยที่รัฐกำหนดไว้ในลักษณะรายวิชา เพื่อให้เอื้อต่อการนำไปพัฒนาเป็นรายวิชา(Courses)ในหลักสูตรโรงเรียนได้ง่าย

ทรัพยากรการเรียนรู้ หมายถึง ทรัพยากรต่างๆ ทั้งสิ่งที่เป็นสื่อ กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้จัดรวบรวมเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้สำหรับผู้สนใจสามารถเข้าไปศึกษาได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอไว้ในรูปเอกสารสิ่งพิมพ์ โดยจัดหมวดหมู่เป็น 3 หมวด คือ แผนการสอน(Lesson Plan) สื่อ/กิจกรรม และเครื่องมือประเมินผล

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยเรื่อง การพัฒนามาตรฐานรายวิชา และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การศึกษาอิงมาตรฐานและมาตรฐานหลักสูตร
2. แนวคิดในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. มาตรฐานหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ทรัพยากรการเรียนรู้
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

การศึกษาอิงมาตรฐานและมาตรฐานหลักสูตร

การศึกษาตามมาตรฐานเริ่มพัฒนาขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อพัฒนาการศึกษาชาติ ภายในปี ค.ศ. 2000 รัฐบาลอเมริกันได้ประกาศจุดยืนทางการศึกษาเป็นมาตรฐานให้ทุกรัฐ และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาที่สอดคล้องกัน ซึ่งมีผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในองค์กรท้องถิ่นและสถาบันเอกชน ทั้งในประเทศ และนอกประเทศที่นำแนวทางนี้ไปใช้ ลักษณะเฉพาะของการศึกษาตามมาตรฐานคือ การให้ทุกคนในท้องถิ่นยอมรับมาตรฐานองค์ความรู้และทักษะความสามารถที่นักเรียนควรมี เมื่อจบการศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่ทำให้นักเรียนทุกคนมีมาตรฐานความสามารถขั้นสูงในการเรียนสาขาวิชาต่างๆ เป็นการระดมแนวปฏิบัติที่เป็นสิ่งที่ดีๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบันมาส่งเสริม สนับสนุนการจัดการศึกษาให้นักเรียนบรรลุตามมาตรฐาน และเป็นการจัดเตรียมความคาดหวังที่สามารถเป็นจริงได้ และโอกาสการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้กับนักเรียนทุกคน (นาตยา ปิรันธนานนท์, มธุรส จงชัยกิจ และ ศิริรัตน์ นิละคุปต์, 2542 อ้างถึง Colorado Department of Education, 1994)

ปัจจุบันการศึกษาของประเทศไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการกำหนดมาตรฐานแกนกลางมาใช้ในการจัดการศึกษา มีลักษณะเป็น การศึกษาอิงมาตรฐาน(standard – based education) ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษา ตามมาตรฐานดังนี้

ความหมายของคำว่า มาตรฐาน

นาตยา ปิณฑานนท์ (2545) กล่าวว่า “มาตรฐาน” ในบริบทของมาตรฐานการศึกษา (standard-based education) มีความหมายหลายอย่าง โดยทั่วไปมาตรฐานในทางวิชาการ(academic standard) เป็นสิ่งที่อธิบายว่าอะไรที่ผู้เรียนทุกคนควรรู้และสามารถทำได้เมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนดไว้การจะได้คำตอบเหล่านี้หมายความว่า

1. ต้องมีการกำหนดมาตรฐานไว้อย่างชัดเจนที่เป็นความคาดหวังสูง ที่ต้องการให้ผู้เรียนทุกคนสัมฤทธิ์ผล
2. จัดเตรียมสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่จะให้ทั้งนักการศึกษาและผู้เรียนได้แสดงความรับผิดชอบ และได้รับความรับผิดชอบจากสาธารณชน(Accountability)
3. ต้องเป็นมาตรฐานที่ส่งเสริมความเสมอภาคในโอกาสทางการศึกษา โดยต้องให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุมาตรฐานตามระดับชั้นที่กำหนด
4. เป็นมาตรฐานที่ใช้เป็นแนวทางการประเมินสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน ปรับปรุงการจัดการ ฝึกหัดครู การฝึกอบรมครู การพัฒนาหลักสูตร และยุทธวิธีการเรียนการสอน และการจัดเตรียมสื่อ ทรัพยากรให้พร้อมมีประสิทธิภาพ

การใช้คำว่า “มาตรฐาน” คือในบริบทของคำว่า “มาตรฐานสาระความรู้” (content standard หรือ curriculum standard) และ “มาตรฐานความสามารถ” (performance standard) ทั้งสองคำมีการ นำมาใช้ในบริบทของการศึกษาตามมาตรฐาน (standard-based education) ซึ่งมีความหมายดังนี้

มาตรฐานสาระการเรียนรู้ มีความหมายถึงสิ่งที่ควรสอนผู้เรียน อะไรที่ผู้เรียนควรรู้และควรทำ (what to know and be able to do) เป็นมาตรฐานที่นำไปสู่การพัฒนาหลักสูตร การวัดและประเมินผลผู้เรียน ในบริบทของการประเมินตามมาตรฐาน(standard-based assessment)

มาตรฐานความสามารถ เป็นตัวบ่งชี้ว่าผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานสาระการเรียนรู้ได้แค่ไหนเพียงไร มาตรฐานความสามารถจึงขึ้นอยู่กับมาตรฐานสาระความรู้ด้วยเราไม่อาจกำหนดมาตรฐานความสามารถโดยไม่มีมาตรฐานสาระความรู้ มาตรฐานความสามารถเป็นการอธิบายระดับของความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนจำเป็นต้องผ่าน ต้องบรรลุ ในการประเมินว่าผู้เรียนรอบรู้ในมาตรฐานสาระความรู้แค่ไหนเพียงไร

การศึกษาตามมาตรฐานจึงมิใช่เพียงแต่ให้รู้ว่าจะสอนอะไรให้แก่ผู้เรียน(Content standard) เท่านั้นแต่ต้องรู้ด้วยว่าผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องนั้นรอบรู้หรือไม่เพียงใด(performance standard)

Carr and Harris (2001 อ้างใน รุ่งนภา นุตราวงศ์, 2006) กล่าวว่า มาตรฐานอย่างเดียวจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความเป็นจริงได้ การเปลี่ยนแปลงประสพผลสำเร็จจะเกิดขึ้นเมื่อการจัดหลักสูตรท้องถิ่นได้เชื่อมโยงไปสู่มาตรฐานตามความมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

Striggins (2000 อ้างใน นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล, 2551) กล่าวว่า มาตรฐานคือการบรรยายคุณลักษณะหรือความคาดหวัง เกี่ยวกับความสำเร็จของผู้เรียนจากเกณฑ์การปฏิบัติและการประเมินผล

Hawan (1999 อ้างใน นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล, 2551) กล่าวว่า มาตรฐาน จะบอกว่านักเรียนควรจะมีรู้อะไร และมีความสามารถทำได้ มาตรฐานไม่ควรจะจำกัดการเรียนรู้ในเฉพาะบางเวลาเท่านั้น อะไรที่เป็นความสามารถก็ควรจะได้รับการยอมรับและมีหลักฐานของการเรียนเป็นที่ปรากฏ

Marzano (1998 อ้างใน นาดยา ปิณฑานนท์, 2545) กล่าวว่า มาตรฐาน คืออะไรที่นักเรียนควรรู้และทำอะไรได้

Ravitch (1995 อ้างใน นาคยา ปิณฑนานนท์, 2545) กล่าวว่า มาตรฐานจะสามารถปรับปรุงสัมฤทธิ์ผลในการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีการกำหนดไว้อย่างชัดเจนว่าควรต้องสอนอะไร คาดหวังว่า จะให้ผู้เรียนทำอะไรได้ และดีเพียงไร

ความสำคัญของมาตรฐาน

นาคยา ปิณฑนานนท์ (2545) ได้กล่าวว่า การกำหนดมาตรฐานก็เพื่อกำหนดความคาดหวังให้ชัดเจน สำหรับทั้งครูและพ่อแม่ ผู้ปกครองว่าอะไรที่ผู้เรียนควรต้องรู้และสามารถทำได้ในระดับต่างๆของการเรียนแต่ละช่วงชั้นปี ทำให้ผู้เรียนมองเห็นเป้าหมายชัดเจนว่าเขาต้องเรียนรู้อะไรให้ได้เพื่ออะไร ครูก็มองเห็นโครงร่างของการพัฒนาหลักสูตรและการประเมินผลที่จะวัดและประเมินผู้เรียนได้ถูกต้อง ชัดเจนจริง ๆ พ่อแม่ ผู้ปกครองก็เข้าใจชัดเจนว่าลูกหลานของตนถูกคาดหวังให้ต้องรู้และทำอะไรได้ ผลในระยะยาวในอนาคต สังคม หน่วยงานที่รับเด็กเข้าทำงาน ก็เข้าใจชัดเจนว่าเด็กแต่ละวัยได้รับการคาดหวังให้รู้อะไร และทำอะไรได้

American Federal of Teacher (1997 อ้างใน นาคยา ปิณฑนานนท์, 2545) กล่าวว่า มาตรฐานเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจมากของการปฏิรูปโรงเรียน เหตุผลก็เพราะว่า

1. ไม่จำเป็นต้องมีหลักสูตรแกนร่วมกันเหมือนกันทั่วประเทศ มีอิสระในการสอนและจัดเวลาที่จะสอนตามความต้องการของแต่ละท้องถิ่นเอง ด้วยมาตรฐานร่วมกัน
2. แก้ปัญหาการให้เกรดที่แตกต่างกันในครูแต่ละคน แม้จะสอนชั้นเดียวกัน วิชาเดียวกัน แต่ไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน
3. เปลี่ยนแปลงจากการสนใจแต่ปัจจัยนำเข้าทางการศึกษา(input) มาสู่การใส่ใจในเรื่องผลที่ได้จากการศึกษา(output) ซึ่งนั่นก็คือมาตรฐานของผู้เรียน
4. มีงานวิจัยศึกษาพบว่า หลายประเทศกำหนดมาตรฐานทางการศึกษาแล้วประสบความสำเร็จ

สิทธิกร สุมาลี (2553) กล่าวว่า การกำหนดมาตรฐานที่ชัดเจน จะทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำมาตรฐานไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. ครูผู้สอนจะใช้มาตรฐานในการพัฒนาหลักสูตร การเรียนการสอน และการประเมินผล โดยอยู่บนพื้นฐานว่าอะไรเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้

2. ผู้เรียนจะใช้มาตรฐานในการพัฒนาตนเองให้มีความรู้ความสามารถตามที่สังคมคาดหวัง

3. ผู้ปกครองจะใช้มาตรฐานในการช่วยเหลือผู้เรียน รวมถึงเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา และการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานที่กำหนด

4. เขตพื้นที่การศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับประเทศจะใช้มาตรฐานมาวางแผน สนับสนุนช่วยเหลือครูและโรงเรียนในการจัดการศึกษาให้เป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงนำมาตรฐานมาเป็นเครื่องมือในการกำหนดกรอบการทำข้อสอบระดับชาติ เช่น ประเทศไทยนำมาตรฐานในหลักสูตรมากำหนดกรอบในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินัยพื้นฐาน(O-NET) เป็นต้น

ลักษณะของการศึกษาตามมาตรฐาน

Colorado State Department of education (2001 อ้างใน นาดยา ปีลันธนานนท์, 2545) กล่าวว่า การศึกษาตามมาตรฐานเป็นระบบการเรียนการสอนตามมาตรฐานสาระความรู้(Content standards) หรือมาตรฐานหลักสูตร(Curriculum standards) ระบบการศึกษาตามมาตรฐานจะเชื่อมโยงโปรแกรมการเรียนการสอนและการประเมินผลให้เป็นไปตามมาตรฐานสาระความรู้หรือมาตรฐานหลักสูตร มาตรฐานอาจไม่ได้แก้ปัญหการศึกษาในประเทศที่กำลังอ่อนแออยู่ได้ทั้งหมด แต่เป็นขั้นตอนเริ่มต้นที่สำคัญที่จะทำให้ท้องถิ่นจัดการศึกษาให้เข้มแข็งได้

Hawaii Department of Education (2000) ได้กำหนดลักษณะของการศึกษาตามมาตรฐานไว้ดังนี้

1. บอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนควรจะรู้ และสามารถทำอะไรได้

2. กำหนดความคาดหวังระดับสูงกับผู้เรียนทุกคน

3. กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนในด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นซึ่งเป็นการท้าทายต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษหน้า

4. กำหนดเป้าหมายสำหรับระบบการศึกษาตามมาตรฐาน ซึ่งการกำหนดเป้าหมายสำหรับผู้เรียนโดยเน้นให้บรรลุตามมาตรฐาน

ลักษณะของมาตรฐานที่ดี

Cross and Joffis (1997 อ้างใน นาดยา ปิณฑานนท์, 2545) ชี้ให้เห็นว่า มาตรฐานที่มีคุณภาพเมื่อนำมาเชื่อมโยงกับการประเมินที่มีความหมาย สามารถช่วยให้เกิดระบบการศึกษาที่มีคุณภาพขึ้นได้อย่างไรก็ตามการมีมาตรฐานเป็นจุดเริ่มต้นในการปรับปรุงการศึกษาขั้นพื้นฐานก็มิได้หมายความว่าผู้เรียนทุกคนสามารถไปถึงมาตรฐานได้ทันทีทุกคน แต่ก็ยังเป็นจุดเริ่มต้นของการที่จะปฏิรูปการศึกษาให้มีความหมาย และทำให้ผู้เรียนมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนสูงขึ้น

Gandal (1995 อ้างใน นาดยา ปิณฑานนท์, 2545) ได้กำหนดว่า ลักษณะของมาตรฐานที่ดี คือ

1. ต้องเน้นที่ความเป็นวิชาการ การกำหนดมาตรฐานต้องมีจุดเน้นที่การปรับปรุงความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนเป็นหลัก มากกว่าที่จะเน้นถึงปัญหาทางสังคม และพฤติกรรมของคนในสังคม

2. มาตรฐานต้องมาจากสาระความรู้ในศาสตร์ที่เป็นแกนหลักและสหวิทยาการ นักศึกษามองว่าการกำหนดมาตรฐานควรเปลี่ยนจากการสร้างมาตรฐานจากกลุ่มวิชาหรือรายวิชาเดิมๆ ที่เป็นอยู่ มากำหนดมาตรฐานความรู้ที่เป็นสหวิทยาการให้มากขึ้น โดยพิจารณาว่าอะไรที่เป็นแก่นสารที่สำคัญที่สุดสำหรับผู้เรียน มิใช่พิจารณาจากวัสดุ สื่ออะไรบ้างที่จะนำมาสอน มาตรฐานจึงต้องเอื้อให้เกิดการจัดการศึกษาที่เป็นบูรณาการ

3. มาตรฐานเฉพาะเจาะจงพอสมควรที่จะใช้พัฒนาหลักสูตร มาตรฐานควรแสดงให้เห็นกรอบหรือขอบข่ายของสาระความรู้ ทักษะที่ผู้เรียนทุกคนควรเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มวิชา ไม่ว่าเขาจะอยู่ที่ใดของประเทศ หรือมีภูมิหลังอย่างไร เป็นมาตรฐานที่เอื้อทั้งต่อการศึกษาขั้นสูงในชั้น หรือการนำไปจัดหลักสูตรแบบบูรณาการทุกคนมีโอกาสที่เท่าเทียมกันที่จะได้รับการศึกษาที่มีมาตรฐาน

4. มาตรฐานจะต้องสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่มีเงื่อนไขของเวลาที่มีอยู่จำกัด ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานจึงมิใช่การบรรจุเนื้อหาความรู้มากมายครอบคลุมทุกสิ่งทุกอย่างส่วนที่เป็นมาตรฐานร่วมกันของทั่วทั้งประเทศควรอยู่ประมาณ 60-80% ที่เหลือควรจะเป็นสิ่งให้เขตพื้นที่การศึกษา โรงเรียน และครูสามารถเพิ่มเติมอะไรลงไปได้อีก หากกำหนดไว้มากมายก็จะเกิดปัญหาที่ท้องถิ่น โรงเรียนและครูนำไปสอนได้ไม่หมดเวลา ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานจะกำหนดเพียงมาตรฐานที่จะเป็นแกนร่วมกันทั้งประเทศเท่านั้น ไม่มีการกำหนดมาตรฐานเลือกอีกกลุ่มหนึ่งที่จะให้โรงเรียนเลือกโดยเฉพาะ

5. มาตรฐานจะต้องมีความเข้มข้น เป็นมาตรฐานขั้นสูง และเป็นสากล สะท้อนความรู้ ทักษะ หลายระดับหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ที่เขากำหนดมาตรฐานขั้นสูงของการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้

6. มาตรฐานจะต้องสามารถประเมินความสามารถได้ มาตรฐานเป็นแรงจูงใจและเป็นแนวทางในการให้ผู้เรียนแสดงความสามารถออกมาตามมาตรฐานเป็นเครื่องมือและแนวทางในการประเมินว่าผู้เรียนรู้อะไร ทำอะไรได้ และทำได้ดีเพียงไร ในระดับใด โดยปรากฏอยู่ในมาตรฐานสาระความรู้และมาตรฐานความสามารถ ดังนั้นในมาตรฐานระดับชาติจะมีการกำหนดระดับความสามารถในแต่ละช่วงชั้นของมาตรฐานสาระความรู้ของแต่ละกลุ่มวิชาไว้ และประเมินผู้เรียนเมื่อจบแต่ละช่วงชั้นนั้นเทียบกับระดับความสามารถที่กำหนดไว้

7. มาตรฐานต้องรวมถึงระดับความสามารถที่หลากหลาย การกำหนดมาตรฐานมิได้คาดหวังที่จะให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานอย่างเดียวกันและในระดับเดียวกัน เพราะผิดความเป็นจริงที่จะให้ทุกคนเหมือนกันมาตรฐานควรมีความหลากหลายที่จะตอบสนองกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันได้มาตรฐานที่ดีควรมาจากความมุ่งมั่นที่จะให้ผู้เรียนไปให้ถึง และด้วยการใช้ความพยายามทำงานหนักอย่างตั้งใจจึงสามารถแสดงให้เห็นว่าผู้ที่บรรลุมาตรฐานมีศักยภาพอย่างไรบ้าง มาตรฐานจึงควรเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียน ผู้เรียนสามารถสัมฤทธิ์ผลได้ด้วยระดับต่างๆกัน

8. มาตรฐานจะต้องรวมเอาความรู้และทักษะเข้าด้วยกัน ความรู้เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่การนำความรู้ไปใช้ได้เป็นสิ่งที่แน่นอนอย่างยิ่ง สิ่งสำคัญต่อผู้เรียน คือทักษะ ไม่ว่าจะเป็นทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการคิดขั้นสูง เพื่อที่เขาจะได้สามารถเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ ผู้เรียนไม่ควรมาเสียเวลากับการเรียนข้อเท็จจริงและทฤษฎีต่างๆ โดย

ล้าพั้งซึ่งต่อไปความรู้ประเภทนี้มีได้เกี่ยวข้องกับชีวิตของเขาในขณะที่เขาเรียนเขาควรศึกษาความรู้
อะไรแล้ว เขาควรจะได้มีทักษะที่เกี่ยวกับการนำความรู้นั้นไปใช้ได้ทันที

9. มาตรฐานจะต้องไม่ผูกขาดว่าจะต้องนำสื่อวัสดุใดมาสอน มาตรฐานที่ดีจะต้องเป็นเพียง
แนวทางเท่านั้น ไม่ใช่การควบคุม บังคับ ผูกขาด ให้เกิดข้อจำกัดในการสอน มาตรฐานควรสะท้อน
ให้เห็นความเป็นอิสระของผู้สอนและความรับผิดชอบของผู้เรียนที่จะเลือกใช้วิธีการเรียนการสอน
ต่างๆ และมีใช่เปิดโอกาสให้ผู้สอนต้องใช้วิธีสอนอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างเดียวหรือให้ผู้สอนต้อง
ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องใช้สื่อ ทรัพยากรที่ดีที่สุด ราคาแพง

10. มาตรฐานจะต้องเขียนชัดเจน ให้พ่อแม่ ผู้เรียน ชุมชน เข้าใจและให้การสนับสนุนใช้คำ
หรือข้อความง่ายๆ มาตรฐานนั้นมีความชัดเจนพอหรือไม่ ที่จะให้ครูเข้าใจว่าต้องการให้ครูสอน
อะไร ให้ผู้เรียนเรียนรู้อะไร

แนวคิดการศึกษาตามมาตรฐาน (Standard-Based Education – SBE)

นาคยา ปิรันธนานนท์ (2545) ได้กล่าวว่า การศึกษาตามมาตรฐาน เป็นระบบการเรียนการ
สอนที่มีจุดเน้นที่ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามมาตรฐานสาระความรู้(content standard) หรือ
มาตรฐานหลักสูตร(curriculum standard) ระบบการศึกษาแบบ SBE จะเชื่อมโยงโปรแกรมการ
เรียนการสอนและการประเมินผลให้เป็นไปตามมาตรฐานสาระความรู้หรือมาตรฐานหลักสูตร
มาตรฐาน อาจไม่ได้แก้ไขปัญหาการศึกษาในประเทศที่กำลังอ่อนแออยู่ได้ทั้งหมด แต่ก็ป็นขั้นตอน
เริ่มต้นที่สำคัญที่จะทำให้ท้องถิ่นจัดการศึกษาให้เข้มแข็งและเข้มขึ้นได้ การศึกษาตามแนว
มาตรฐานจึงเปิดโอกาสให้ท้องถิ่นเป็นผู้จัดการศึกษาเองให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วม มีประสบการณ์
ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นจริงและมีความหมายผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเตรียมให้บรรลุ
มาตรฐานได้รับสาระความรู้ตามมาตรฐาน และได้รับการตรวจสอบและประเมินทั้งภายในและ
ภายนอกตามมาตรฐาน

เป้าหมายการจัดการศึกษาตามมาตรฐาน

นาคยา ปิรันธนานนท์ (2545) กล่าวถึงเป้าหมายของการจัดการศึกษาตามมาตรฐาน เพื่อ

1. กำหนดมาตรฐานทางวิชาการและมาตรฐานความสามารถที่เข้มข้นสำหรับการศึกษาระดับพื้นฐาน

2. ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุถึงมาตรฐานความรู้และความสามารถเหล่านั้น

3. ใช้การประเมินผลที่สามารถวัดได้ว่าผู้เรียนบรรลุมาตรฐานได้ดีเพียงไร

4. มีการพัฒนาวิชาชีพและการปฏิรูปโรงเรียน เพื่อให้โรงเรียนในท้องถิ่นจัดการเรียนการสอนได้ตามมาตรฐาน

5. จัดตั้งที่เป็นอุปสรรคต่อการจัดการศึกษาตามมาตรฐานและการใช้มาตรฐานเป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตร

6. ให้ท้องถิ่น เขตพื้นที่การศึกษา โรงเรียน มีอิสระที่จะตัดสินใจเองว่าทำอย่างไรจึงจะให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานให้ได้

7. โรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาต้องรับผิดชอบต่อสาธารณชน(accountability) ที่จะจัดการศึกษาให้ผู้เรียนก้าวหน้าถึงมาตรฐาน

8. ให้เขตพื้นที่การศึกษาได้รับความช่วยเหลือ สนับสนุน จากนักการศึกษา นักวางแผน นโยบาย ครอบครัว ชุมชน และองค์กรธุรกิจ ในการจัดการศึกษาตามมาตรฐาน

9. สามารถสื่อสารวิสัยทัศน์ ปณิธานของการจัดการศึกษา ความก้าวหน้า และโอกาสทางการศึกษาได้อย่างชัดเจนและแน่นอน

แนวคิดในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The National Council of Teachers of Mathematics (n.d.) กล่าวว่า นักเรียนทุกคนที่เข้าเรียนในระดับ High School ควรจะได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทุกๆ ปี ตลอดช่วงเวลา 4 ปี โดยควรจะได้เรียนรู้แนวคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ขั้นสูง (ambitious) ซึ่งเป็นสิ่งที่

มีความสำคัญทั้งสำหรับนักเรียนที่จะออกไปประกอบอาชีพ และนักเรียนที่จะศึกษาต่อในสาขาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และเนื่องด้วยความสนใจและความต้องการของนักเรียนอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในช่วงที่กำลังศึกษาหรือหลังจบการศึกษาระดับ High School ไปแล้ว การศึกษาคณิตศาสตร์จึงควรจะช่วยรับรองยืนยันการมีทางเลือกที่หลากหลายทั้งในการประกอบอาชีพและการศึกษาต่อ โดยนักเรียนควรได้รับการจัดประสบการณ์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างพีชคณิต เรขาคณิต สถิติ ความน่าจะเป็น และคณิตศาสตร์เต็มหน่วย และมีความเข้าใจความคิดรวบยอดเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ความไม่แปรเปลี่ยน (invariance) และการแปลง (transformation) นอกจากนี้ยังควรมีความชำนาญในการนึกภาพ (visualizing) การอธิบาย (describing) และการวิเคราะห์ (analyzing) สถานการณ์ในรูปนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ (mathematical terms) รวมทั้งสามารถแสดงเหตุผลและพิสูจน์โดยใช้แนวความคิดทางคณิตศาสตร์ด้วย

กระทรวงศึกษาธิการ(2551) กล่าวว่า การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6) เน้นการเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน สนองตอบความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ มีทักษะในการใช้วิทยาการและเทคโนโลยี ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ มุ่งพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่าง ๆ

นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

- นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

- มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

- เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

- รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

- เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

- เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณื ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 หลักสูตรมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน มุ่งปลูกฝังความรู้ ความสามารถและทักษะในวิทยาการและเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ

มาตรฐานหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดช่วงชั้นในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริง
2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง
3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มและจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. เข้าใจความหมาย และหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระนี้ไม่มีตัวชี้วัดช่วงชั้น

สาระที่ 4 พิชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต
2. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์และฟังก์ชันในรูปต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ และสมการ
4. เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด
5. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่างๆของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. เขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตและนำไปใช้แก้ปัญหา
2. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล โดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์

3. แก้วสมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง
4. สร้างความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์หรือปัญหา และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
5. ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา
6. เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย
2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล
3. เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. ใช้ข้อมูลข่าวสาร และค่าสถิติ ช่วยในการตัดสินใจ
2. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็น ช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
5. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทรัพยากรการเรียนรู้

ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้

ทรัพยากรการเรียนรู้ ตรงกับภาษาอังกฤษ คำว่า Learning Resources ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ศิริรัตน์ ศรีสอาด (2552) ได้ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้ว่าหมายถึง แหล่งการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนสามารถใช้แบบเดี่ยว หรือแบบผสม เพื่อช่วยนักเรียนเกิดการเรียนรู้

วรรณภา เนื่องชุมพล (2550) สรุปความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่สามารถช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น ข้อเสนเทศ/ข่าวสาร บุคคล วัสดุ เครื่องมือ เทคนิค และอาคารสถานที่ ซึ่งได้รับนำมาเก็บเป็นหมวดหมู่ ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้ โดยอาจเก็บไว้ในรูปแบบของสถานที่ คลังสิ่งของ หรือคลังข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2547) ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้หรือคลังโปรแกรมบทเรียนไว้สรุปได้ว่า คือการรวบรวมบทเรียนที่จัดทำไว้มาไว้ที่เดียวกันเพื่อให้นักเรียนเข้าไปอ่านไปศึกษาในส่วนนี้อาจทำเป็นหมวดหมู่ หรืออาจทำเช่นสมุดโทรศัพท์ สมุดหน้าเหลือง ซึ่งส่วนของโปรแกรมบทเรียนอาจจะมาจากที่ครูสร้างขึ้นเอง หรืออาจรวบรวมมาจากแหล่งต่าง ๆ

อรจริย์ ณ ตะกั่วทุ่ง และคณะ (2547) ให้ความหมายของ แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ หรือ ศูนย์สื่อการศึกษาไว้ว่า หมายถึง “ หน่วยงานส่วนกลางที่ให้การสนับสนุนส่งเสริมการจัดสภาพการเรียนรู้การสอนให้มีประสิทธิภาพ ด้วยการจัดเก็บ การให้บริการ การใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ การให้คำปรึกษา รวมถึงการจัดบริเวณที่เป็นสัดส่วนสำหรับความต้องการในการใช้สื่อบางประเภท”

กอบกุล สรรพกิจจานง (2546) ได้ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้(Learning Resources) ว่าหมายถึง ทรัพยากรทุกชนิดซึ่งผู้เรียนสามารถใช้แบบเชิงเดี่ยว หรือแบบผสมทั้งแบบเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้

นิคม ทาแดง, กอบกุล ปราบประชา และ อำนวย เดชชัยศรี (2546) ได้ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้ประเภทสื่อ ว่าหมายถึง สิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์ที่ใช้เป็นช่องทางการสื่อสาร

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2546) ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้ไว้สรุปได้ว่า หมายถึง ทรัพยากรทุกชนิด ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้แบบเชิงเดี่ยวหรือแบบผสม แบบไม่เป็นทางการ เพื่อเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ ได้แก่ ข้อสนเทศ/ข่าวสาร บุคคล วัสดุ เครื่องมือ เทคนิค และอาคารสถานที่

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2537) ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้ว่าคือทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่ในโลก ที่มีโดยธรรมชาติและมนุษย์พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการเรียนรู้

Kerlinger (1988) ได้ให้ความหมายของทรัพยากรการเรียนรู้(Learning Resources) ว่า หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ช่วยผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ทรัพยากรการเรียนรู้ หมายถึง ทรัพยากรต่างๆ ทั้งสิ่งที่เป็นสื่อ กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้จัดรวบรวมเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยเอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ สำหรับผู้ที่สนใจสามารถเข้าไปศึกษาได้

จากความหมายของคำว่า “ทรัพยากรการเรียนรู้” แสดงให้เห็นว่า มีความหมายเทียบเคียงและครอบคลุมไปถึงคำว่า สื่อทางการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ นิคม ทาแดง และคณะ (2546) ได้ให้ความหมายของสื่อการศึกษา ว่าเป็นตัวกลางหรือสิ่งต่างๆ เช่น วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเทคนิควิธีการ รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดการพัฒนา และสามารถนำความรู้ที่ได้รับนั้นไปใช้ในการประกอบอาชีพ ตลอดจนการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข และมีประสิทธิภาพ

เป็นผลให้การสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้อง จึงปรากฏคำว่า “สื่อ” หรือ “สื่อทางการศึกษา” ในความหมายของ “ทรัพยากรการเรียนรู้” ซึ่งเป็นคำใหม่ทางการศึกษาที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ประเภทของทรัพยากรการเรียนรู้

จากการศึกษาเกี่ยวกับประเภทของทรัพยากรการเรียนรู้ มีผู้จำแนกประเภททรัพยากรการเรียนรู้ได้หลายประเภท ดังนี้

กอบกุล สรรพกิจจานง (2546) ได้แยกประเภทของทรัพยากรการเรียนรู้เป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. ข้อสนเทศ/ข่าวสาร คือ ข้อสนเทศที่ถ่ายทอดโดยองค์ประกอบอื่นๆ ในรูปแบบของความ
จริง ความหมาย และข้อมูล

2. บุคคล ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อสนเทศและข่าวสาร เป็นคณะบุคคลที่ปฏิบัติงานใน
หน่วยงาน ได้แก่ ครู นักการศึกษา นักวิชาการบุคคล

3. ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเตรียมงาน ปรับปรุง ผลิต ดำเนินการประเมินผลและพัฒนา เพื่อให้การ
เรียนการสอนประสบผลสำเร็จ

4. วัสดุ ได้แก่ สิ่งของนิยมเรียกว่า ซอฟต์แวร์(software) มี 2 ประเภท คือ

4.1 ประเภทที่บรรจุหรือบันทึกข่าวสารที่จะต้องถ่ายทอดด้วยเครื่องมือ เช่น แผ่นเสียง
ฟิล์มสตริป สไลด์ ภาพยนตร์ วิดีโอเทป ไมโครฟิล์ม ไมโครฟิช ฯลฯ

4.2 ประเภทที่ตัวของมันเองใช้ได้ และไม่ต้องพึ่งเครื่องมือ เช่น แผนที่ ลูกโลก หนังสือ
ของจริง ของจำลอง เป็นต้น

5. เครื่องมือ หมายถึง อุปกรณ์ที่เป็นตัวถ่ายทอดข่าวสารที่บรรจุหรือบันทึกไว้ในวัสดุ
เรียกว่า ฮาร์ดแวร์(Hardware) ส่วนมากจะเป็นเครื่องกลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ บางอย่างไม่
จำเป็นจะต้องเป็นเครื่องกลไกที่ใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ เครื่องฉายภาพยนตร์
เครื่องฉายสไลด์ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกภาพ เครื่องฉายภาพทึบแสง กล้องถ่ายรูป โทรทัศน์
เครื่องพิมพ์ และอ่านไมโครฟิล์ม

6. เทคนิค เป็นวิธีในการถ่ายทอดข่าวสารหรือเสนอเนื้อหาวิชาความรู้ให้แก่ผู้เรียน ได้แก่

6.1 เทคนิคทั่วไป ได้แก่ เทคนิคการสอนแบบต่างๆ เช่น การสาธิต การแสดงนาฏการ
การสังเกต การอภิปราย การบรรยาย การสาธิต การฝึกปฏิบัติการเรียน แบบแก้ปัญหา หรือแบบ
ค้นพบ และแบบสืบสวน การเรียนการสอนแบบโปรแกรม สถานการณ์จำลอง เกม การเรียนการ
สอนแบบโครงการ เป็นต้น

6.2 เทคนิคการใช้ทรัพยากร ได้แก่ การศึกษานอกสถานที่ การใช้ทรัพยากรชุมชน การจัดห้องเรียน

6.3 เทคนิคการใช้วัสดุ และเครื่องมือ เป็นเทคนิคของการใช้วัสดุและเครื่องมือในการจัดการศึกษา และการเรียนการสอน เช่น การใช้โสตทัศนูปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ การใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ตลอดจนเทคนิคการเสนอเนื้อหาวิชาด้วยวิธีการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ เช่น วิธีบังภาพบางส่วนที่ยังไม่ใช้ก่อน เมื่อใช้จึงเปิดส่วนนั้นออกมา หรือเทคนิคการใช้สื่อประสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดจากตัวอย่าง หรือการแสดงด้วยสื่อหลายชนิด

6.4 เทคนิคการใช้บุคคล ได้แก่ เทคนิคในการจัดบุคคลให้เหมาะสมกับงาน เช่น การสอนเป็นคณะ เทคนิคกลุ่มสัมพันธ์ การสอนแบบซ่อมเสริม หรือการสัมมนา เป็นต้น

7. อาคารสถานที่ สภาพแวดล้อมเป็นสิ่งแวดล้อมในการเรียนอย่างหนึ่ง ควรจะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน เพื่อที่จะประกอบการศึกษา ค้นคว้า หรือการเรียนในรูปแบบต่างๆ

นิคม ทาแดง และคณะ (2546) ได้แบ่ง ทรัพยากรการเรียนรู้ประเภทสื่อเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สื่อทางด้านกายภาพ ได้แก่ วัสดุ ลักษณะสิ่งพิมพ์ फिल्म แผ่นภาพโปร่งใส แผ่น CD ชนิดเสียงและภาพ เทปบันทึกภาพ เทปบันทึกเสียง เป็นต้น

2. สื่อทางด้านวิธีการ ได้แก่ รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่างๆ ทั้งการใช้เทคโนโลยีพื้นบ้านและเทคโนโลยีระดับสูง ได้แก่

2.1 สื่อท้องถิ่น ประเภทเพลง เช่น หมอลำ หนังตะลุง ลำตัด อีแซว เพลงพวงมาลัย ลำนำ เพลงซอ เพลงน้อย และนิทานพื้นบ้าน เป็นต้น

2.2 สื่อกิจกรรม เช่น หมากเก็บ หมากখেหย่ง ตีจับ มอญซ่อนผ้า เดินกะลา เป็นต้น เป็นที่น่าสังเกตว่า สื่อกิจกรรมพื้นบ้านดังกล่าวมีมาแต่โบราณหลายกิจกรรมเหมือนกับของชนเผ่าปิกมีในทวีปแอฟริกา ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีความสนุกสนานตื่นเต้นในกลุ่มเด็กๆ ปัจจุบันก็ยังได้รับความนิยมอยู่ แต่ก็มีกิจกรรมที่ได้รับการพัฒนามาเป็นลำดับ จนถึงการใช้เทคโนโลยีระดับสูง เช่น โปรแกรมเกม คอมพิวเตอร์ บทเรียนโปรแกรม โปรแกรมผ่านสื่ออินเทอร์เน็ต ระบบมัลติมีเดียประเภท e -

Learning เป็นต้น ซึ่งการประชุมสัมมนา การปฏิบัติงาน การทัศนศึกษา ก็เข้าข่ายสื่อกิจกรรมเช่นกัน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) แบ่งประเภทของสื่อออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.1 สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึง สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงหรือจำแนกหรือเรียบเรียงสาระความรู้ต่าง ๆ โดยใช้ตัวหนังสือที่เป็นตัวหนังสือหรือตัวเขียนเป็นสื่อเพื่อแสดงความหมาย เช่น สื่อสิ่งพิมพ์มีหลายประเภท เช่น เอกสาร หนังสือ หนังสือพิมพ์ วารสาร รายงาน วิทยานิพนธ์

2.2 สื่อเทคโนโลยี หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ได้ผลิตขึ้นเพื่อใช้ควบคู่กับเครื่องมือโสตทัศนวัสดุ หรือเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากนี้สื่อเทคโนโลยี ยังหมายรวมถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เช่น การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน

2.3 สื่ออื่น ๆ อาจแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

2.3.1 สื่อบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ความสามารถ ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ซึ่งสามารถถ่ายทอดสาระความรู้ แนวคิด เจตคติ และวิธีปฏิบัติตนไปสู่บุคคลอื่นได้ เช่น ผู้บริหาร

2.3.2 สื่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งแวดล้อมเองตามธรรมชาติหรือสภาพที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครุหาได้ไม่ยาก เช่น พืชผัก ผลไม้

2.3.3 สื่อกิจกรรม/กระบวนการ หมายถึง กิจกรรมหรือกระบวนการที่ครูหรือผู้เรียนกำหนดขึ้นเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ ใช้ในการฝึกทักษะซึ่งต้องใช้กระบวนการคิด ปฏิบัติ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียน เช่น การแสดงละครบทบาทสมมติ การจัดนิทรรศการ

นอกจากนี้ นิคม ทาแดง และคณะ (2546) ยังได้แบ่ง สื่อการศึกษาในหลายลักษณะได้แก่

1. การแบ่งประเภทตามช่องทางการส่งและรับสาร สื่อการศึกษาที่แบ่งประเภทตามช่องทางการส่ง และรับสาร มี 3 ประเภท ได้แก่

1.1 สื่อโสตทัศน์ ได้แก่ สื่อกราฟฟิก วัสดุลายเส้น แผ่นป้ายต่างๆ สื่อสามมิติประเภทหุ่นจำลอง และสื่อเสียง เช่น เทปเสียง เป็นต้น

1.2 สื่อมวลชน ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ วิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์

1.3 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม ได้แก่ โทรศัพท์ โทรสาร วิทยุสื่อสาร โทรศัพท์ระบบประชุมทางไกล เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ และ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

2. การแบ่งประเภทสื่อการศึกษาตามโครงสร้างความคิด มี 2 ประเภท ได้แก่

2.1 สื่อการศึกษาตามลักษณะประสบการณ์ ซึ่งผู้เรียนได้รับจากผลการใช้สื่อ นั้น ๆ โดยศึกษาแนวคิดของ Edgard Dale ที่แบ่งไว้ทั้งสิ้น 10 ประเภท ที่เรียกว่า “กรวยแห่งประสบการณ์” โดยเรียงตามลำดับจากรูปธรรมไปหานามธรรม ดังนี้

2.1.1 ประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนได้จากสื่อของจริง ได้แก่ วัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เป็นสื่อที่มีความจำเป็นต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เสนอปัญหา ขั้้นการทดลอง และรวบรวมข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจากสถานการณ์การเรียนการสอน

2.1.2 ประสบการณ์จากสถานการณ์จำลองและหุ่นจำลอง สื่อประเภทสถานการณ์จำลองหรือหุ่นจำลองนี้ สามารถเน้นประเด็นที่ต้องการหรือกำจัดส่วนเกินที่ไม่ต้องการจากของจริงได้ มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกรณีที่ของจริงหายากมีราคาแพง มีอันตรายมากใหญ่โตเกินไป เล็กเกินไป สลับซับซ้อนเกินไป ฯลฯ

2.1.3 ประสบการณ์นำจากการที่ผู้เรียนได้รู้การแสดงด้วยตนเองหรือการชมการแสดง เป็นสถานการณ์จำลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และกระบวนการบางอย่างได้ดี

2.1.4 ประสบการณ์จากการทดลองสาธิต เป็นประสบการณ์ที่ได้จากสื่อ ซึ่งอาจจะ เป็นสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง แต่เป็นสื่อที่มีจำนวนน้อย จึงสาธิตให้ดูเป็นกลุ่มเป็น

ประสบการณ์ที่จะต้องรับรู้พร้อมๆกัน เหมาะสำหรับการทดลองสาธิตให้ผู้เรียนสังเกตและรวบรวมข้อมูลพร้อมกันหลายคน

2.1.5 ประสบการณ์ทัศนศึกษา เป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์จริง แต่แทนที่จะเป็นการนำสื่อเข้ามาหาผู้เรียน เป็นการนำผู้เรียนไปยังแหล่งของสื่อ เหมาะสำหรับการนำเข้าสู่ปัญหาหรือการสรุปบทเรียน เป็นการยืนยันข้อสรุปที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน

2.1.6 ประสบการณ์ที่ได้จากนิทรรศการ สื่อที่ให้ประสบการณ์ในลักษณะนี้อาจจะเป็นทั้งของจริงและสิ่งจำลองต่างๆ แต่จัดเรียงไว้ในรูปที่จะใช้ข้อมูลหรือเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของผู้จัด เหมาะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นการสรุปบทเรียน

2.1.7 ประสบการณ์จากภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ เป็นประสบการณ์ที่ได้จากภาพและเสียงที่พยายามทำให้เหมือนกับประสบการณ์ตรงโดยเทคนิคการถ่ายทำ เหมาะสำหรับการเสนอเนื้อหา เสนอข้อมูลหรือการสรุปบทเรียน

2.1.8 ประสบการณ์จากภาพนิ่ง วิทย์และการบันทึกเสียง สื่อประเภทนี้ให้ประสบการณ์ที่เป็นรายละเอียดในประเด็นที่ต้องการเน้น โดยเทคนิคการถ่ายภาพ การอัดขยายและการบันทึกติดต่อในกรณีที่เป็นเทปเสียง

2.1.9 ประสบการณ์จากสื่อทัศนสัญลักษณ์ ได้แก่ ภาพเขียนภาพลายเส้น วัสดุกราฟฟิคต่างๆ ที่สามารถเน้นโดยใช้รูป ลักษณะ และสีทำให้เกิดความสนใจในประเด็นที่ต้องการจะเน้น

2.1.10 ประสบการณ์พจนสัญลักษณ์ ได้แก่ สัญลักษณ์ สูตร ภาษา คำต่างๆ เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการนำเสนอเนื้อหา มโนคติ หลักการ ทฤษฎีหรือกฎบางอย่างได้ดี

2.2 สื่อการศึกษาตามลักษณะสื่อในกระแสมโนทัศน์ของผู้เรียน แบ่งตามทฤษฎีโครงสร้างของความคิด (Cognitive Structure) ของ Bruner ซึ่งอธิบายไว้ว่า คนเราจะเกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมได้โดยสิ่งแวดล้อมที่เป็นวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ เราให้เกิดสื่อหรือสิ่งแทนในกระแสมโนทัศน์ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านกระทำ ด้านภาพ หรือ

ด้านสัญลักษณ์ ดังนั้น สื่อในที่นี้จึงหมายถึงสื่อที่เป็นวัตถุหรือสถานการณ์กับสื่อที่เป็นลักษณะของความคิด ซึ่งจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

2.2.1 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการกระทำ การเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ ได้แก่ สื่อของจริง สถานการณ์จำลอง หุ่นจำลอง นาฏการ การทดลอง สาริต และการศึกษานอกสถานที่

2.2.2 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดภาพนึก ได้แก่ สื่อนิทรรศการ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ ภาพนิ่ง วิทยู และแผ่นเสียง

2.2.3 สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการจินตนึกเป็นสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อทัศนสัญลักษณ์และภาษา

3. การแบ่งประเภทของสื่อการศึกษาตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1 ฮาร์ดแวร์ มีความหมายตามพจนานุกรม ว่าหมายถึง เครื่องมือ อุปกรณ์ที่เป็นโลหะ และวัตถุเนื้อแข็ง อาวุธ ยุทโธปกรณ์ ตลอดจนชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านี้ ความหมายของฮาร์ดแวร์ในเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ หมายถึง เครื่องกลไกและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ จะเห็นได้ว่าฮาร์ดแวร์เป็นผลผลิตจากการประยุกต์ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

3.1.1 เครื่องมือ หมายถึง เครื่องช่วยเครื่องประกอบในกิจกรรม เช่น ปากกา ดินสอ มีด คัตเตอร์ เป็นต้น

3.1.2 วัสดุสิ้นเปลือง หมายถึง วัสดุต่าง ๆ ที่ได้จากการประยุกต์วิทยาศาสตร์กายภาพใช้ประกอบกับเครื่องมือและอุปกรณ์อื่น เมื่อถูกนำไปใช้แล้ววัสดุบางอย่างก็จะหมดสภาพการใช้งานเป็นประเภทฮาร์ดแวร์ เพราะมีผลผลิตของการประยุกต์พฤติกรรมศาสตร์เข้ามาเป็นโครงสร้างของวัสดุนั้น กลายเป็นวัสดุสำเร็จพร้อมที่จะนำไปใช้ตามต้องการ ได้แก่ กระดาษ หมึก สี แผ่นโปรงใสสำหรับเขียน ฟิล์มถ่ายภาพ ฟิล์มภาพยนตร์ ที่ยังไม่ได้ใช้ เทปเสียง เทปภาพ ที่ยังไม่ได้บันทึก แผ่นฟลอปปี แผ่นดิสก์แม่เหล็ก แผ่นดิสก์ออฟติก สำหรับเครื่องเลเซอร์ดิสก์ เป็นต้น

3.1.3 อุปกรณ์ ได้แก่ ครุภัณฑ์ตามระเบียบการเงินของราชการไทย เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายภาพทึบแสง เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเทปเสียง เครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องบันทึกภาพ (VTR) กล้องวิทยุโทรทัศน์ กล้องถ่ายภาพ เป็นต้น

3.2 ซอฟต์แวร์ เป็นคำที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์โดยที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การที่จะสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งนั้นจะต้องมีคำสั่งหรือโปรแกรมที่เป็นภาษาของเครื่องช่วยจึงจะสั่งเครื่องให้ทำงานตามต้องการวิธีการทำโปรแกรม คำสั่งหรือเทคนิคในการจัดทำชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ และผลผลิตที่ได้เป็นโปรแกรมต่าง ๆ นี้เรียกว่า ซอฟต์แวร์ แต่ในที่นี้คำว่าซอฟต์แวร์มาใช้ในความหมายกว้าง ๆ หมายถึง ผลผลิตจากการประยุกต์พฤติกรรมศาสตร์มาใช้ในการศึกษาและการแนะแนว ซึ่งได้แก่ลำดับขั้นตอน ระบบกระบวนการ โปรแกรมและวิธีการเก็บรวบรวม จัดแจง และการเสนอสารสนเทศทางการศึกษา ซึ่งสามารถแบ่ง 3 กลุ่ม ดังนี้

3.2.1 วัสดุสำเร็จรูป ได้แก่ วัสดุที่ได้ดำเนินการออกแบบ และจัดบรรจุเนื้อหาสาระเป็นระบบเพื่อการศึกษาเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งนำไปใช้ เช่น फिल्मภาพยนตร์ที่ถ่ายทำเป็นเรื่องราวเรียบร้อยแล้ว ตำราแบบโปรแกรม แผ่นฟลอปปีดิสก์โปรแกรมการสอน เป็นต้น

3.2.2 กิจกรรมและเกม ได้แก่ การเลียนแบบ สถานการณ์จำลอง บทบาทสมมติ และเกมที่จัดเตรียมไว้เพื่อสร้างสถานการณ์การสื่อสาร การตัดสินใจ เสนอประเด็นความคิด หรือเปิดเผยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

3.2.3 วิธีการ หมายถึง เทคนิควิธีลำดับขั้นตอนและระบบในการรวบรวม หรือเสนอเนื้อหาสาระและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้การศึกษาในสถานศึกษา

ไชยศ เรืองสุวรรณ (2545) กล่าวว่าด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา นิยมจำแนกสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุ(Software) ได้แก่ วัสดุต่าง ๆ เช่น บัตรคำ รูปภาพ แผนภูมิ หุ่นจำลอง จานเสียง แถบบันทึกเสียง फिल्मต่าง ๆ

2. เครื่องมือ(Hardware) ได้แก่ เครื่องมืออุปกรณ์ และเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่ช่วยผลิตรายการสำหรับเสนอสาระต่างกับวัสดุ เช่น เครื่องฉายชนิดต่าง ๆ เครื่องเสียงชนิดต่าง ๆ และเครื่องบันทึกภาพ บันทึกเสียง เป็นต้น

3. วิธีการ(Technique) ได้แก่ การปฏิบัติต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสาธิต ละคร นิทรรศการ เป็นต้น

อานวย เดชชัยศรี (2533) กล่าวว่า สื่อทางการศึกษาสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. สื่อประเภทวัสดุ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1.1 ประเภทที่สามารถใช้ได้ทันที โดยผู้เรียนสามารถอ่านและศึกษาได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่อง เช่น ตำรา เอกสาร แผนภูมิ รูปภาพ เป็นต้น

1.2 ประเภทที่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องช่วย เช่น CD-ROM แผ่นโปรเจกต์ เทป วิดีทัศน์ สไลด์ เป็นต้น

2. สื่อประเภทอุปกรณ์ หรือเครื่องต่างๆ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

3. สื่อประเภทเทคนิควิธีการ และกิจกรรม เช่น กิจกรรมพัฒนาชุมชน การจัดนิทรรศการ ป้องกันโรคเอดส์ การณรงค์ป้องกันยาเสพติด เป็นต้น

คุณค่าของทรัพยากรการเรียนรู้

นิคม ทาแดง และคณะ (2546) ได้กล่าวถึง คุณค่าของสื่อการศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สื่อการศึกษาจะสามารถช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น
2. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นในเวลาที่กำหนด
3. สื่อการศึกษาสามารถสร้างแรงจูงใจและสร้างความสนใจได้เป็นอย่างดี
4. ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
5. การเรียนรู้จากสื่อการศึกษาจะทำให้ผู้เรียนจำได้นาน เรียนรู้ได้เร็วและดีขึ้น

6. ผู้เรียนมีประสบการณ์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม
7. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนสำเร็จง่ายขึ้นและสอบได้มากขึ้น
8. สื่อการศึกษาสามารถเอาชนะข้อจำกัดต่างๆได้ เช่น
 - 8.1 ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
 - 8.2 ทำนามธรรมให้เป็นรูปธรรม
 - 8.3 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
 - 8.4 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวช้าให้ดูเร็วขึ้น
 - 8.5 ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้ย่อขนาดลง
 - 8.6 ทำสิ่งที่เล็กมากให้ขยายขนาดขึ้น
 - 8.7 นำอดีตมาศึกษาได้
 - 8.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลึกลับมาศึกษาได้

การเลือกทรัพยากรการเรียนรู้

นิคม ทาแดง และคณะ (2546) ได้กล่าวถึงสื่อการศึกษาจะให้ประโยชน์อย่างมาก ถ้ามีการใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นในการเลือกสื่อการศึกษาควรพิจารณาสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการเรียนการสอนเรื่องนั้นๆ
2. สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนองและพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะเกิดขึ้น พฤติกรรมของผู้เรียนจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมและประสบการณ์ที่ได้รับ และความพึงพอใจย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี
3. เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน
4. เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน สื่อการศึกษาที่จัดให้ผู้เรียนควรง่ายและอยู่ในขอบเขตความสามารถของผู้เรียน
5. มีประสิทธิภาพ มีความสมบูรณ์ สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง
6. มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อประหยัดเวลา และงบประมาณ

7. หาได้โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพ ความปลอดภัย ประหยัด และสามารถใช้ได้สะดวก

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2545) กล่าวว่า ผู้สอนควรพิจารณาหลักการเลือกสื่อบนพื้นฐานของ จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และความสอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียน โดยมีข้อควรพิจารณาดังนี้

1. ทำความเข้าใจ วิเคราะห์จุดประสงค์ของการสอน เงื่อนไขการเรียนรู้ และส่วนประกอบของสื่อให้ชัดเจน
2. พยายามหาแหล่งทรัพยากร และข้อมูลเกี่ยวกับสื่อที่เหมาะสมจากแหล่งต่าง ๆ เช่น คู่มือ (Catalogs) และรายการที่ปรากฏในหนังสือต่าง ๆ
3. เลือกสื่อที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้
4. พิจารณาว่าประสบการณ์การเรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น จะส่งผลต่อกระบวนการเรียนและบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างไร
5. สื่อที่เลือกมาต้องมีความถูกต้อง สอดคล้องกับประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มผู้เรียน
6. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับวิธีสอนในแบบเพื่อใช้กับการเรียนเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มใหญ่ หรือการสอนเป็นคณะ
7. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียน
8. วางแผนและเตรียมการใช้สื่อให้สามารถปฏิบัติได้โดยสะดวก
9. วางแผนและเตรียมการสนับสนุนการผลิตสื่อเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
10. ทดสอบกระบวนการเลือกสื่อโดยอาศัยหลักวิชาการสังเกต และการใช้ตามจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้

นอกจากนี้ยังมีความเห็นเพิ่มเติมอีกว่าแม้ว่าผู้สอนส่วนใหญ่จะเลือกสื่อโดยอาศัยเนื้อหาวิชาและหลักการจากตำราแล้วก็ตาม หากไม่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการใช้สื่อแล้วก็จะประสบความสำเร็จยาก นอกจากนี้ยังต้องการการสนับสนุนจากแหล่งบริการสื่อ หรือห้องสมุดที่สามารถจะช่วยอำนวยความสะดวกในการอ่าน การสังเกตและข้อสนเทศจากแหล่งทรัพยากรต่างๆ อีกด้วย

กิดานันท์ มลิทอง (2544) กล่าวถึงหลักการเลือกสื่อการสอนไว้ สรุปได้ดังนี้

- 1) สื่อต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่ที่จะสอน
- 2) เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้องทันสมัยน่าสนใจและเป็นสื่อที่จะส่งผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชานั้นได้ดีเป็นลำดับขั้นตอน
- 3) เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
- 4) สื่อต้องสะดวกในการใช้ มีวิธีการที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยากเกินไป
- 5) ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพ เทคนิคการผลิตดี มีความชัดเจนและเป็นจริง
- 6) ราคาไม่แพง ถ้าทำการผลิตเองจะต้องคุ้มค่างบเวลาที่เสียไป

เกณฑ์ในการเลือกทรัพยากรการเรียนรู้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2545) ผู้สอนและผู้เรียนควรจะได้ประเมินสื่อในลักษณะของศักยภาพของสื่อ ที่จะช่วยกระตุ้นให้สามารถแสวงหาคำตอบหรือการใช้สื่อที่บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น โดยใช้เกณฑ์พิจารณาจากการตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่
2. มีความสัมพันธ์กับผู้เรียนหรือไม่
3. เนื้อหามีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนหรือไม่
4. สามารถแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของผู้เรียนหรือไม่

5. สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือไม่
6. มีการจัดรูปแบบและการเสนอข้อมูลเป็นลำดับหรือไม่
7. มีความถูกต้องและทันสมัยหรือไม่
8. เน้นการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติหรือไม่
9. มีการเสริมแรงและการกระทำซ้ำเพื่อให้เกิดความคิดต่อ ๆ ไปหรือไม่
10. ประสิทธิภาพ และความชัดเจนของสื่อมีความสัมพันธ์กันหรือไม่
11. ช่วงเวลาของการเสนอสอดคล้องกับความสนใจและความต้องการเพียงใด
12. สามารถรายงานผลการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด
13. ผู้ผลิตมีความรับผิดชอบและมีหลักประกันเพียงใด
14. คุณค่าของสื่อผ่านการตรวจสอบ ทดลอง อย่างน่าเชื่อถือเพียงใด

หลักการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้

นิคม ทาแดง และคณะ (2546) ให้ทัศนะในการใช้สื่อว่าผู้ใช้จะต้องศึกษาวิธีการใช้สื่อแต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด และควรคำนึงถึงหลักการใช้สื่อ ดังต่อไปนี้

1. ในบทเรียนหนึ่งๆ ไม่ควรใช้สื่อมากเกินไป ควรใช้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น
2. ก่อนใช้สื่อควรทดลองใช้จนเกิดความมั่นใจ เพื่อป้องกันการเกิดความผิดพลาด ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนลดศรัทธาในความสามารถของผู้สอนได้ และในการทดลองใช้สื่อยังสามารถกำหนดเวลา และกิจกรรมที่เหมาะสมกับการใช้สื่อนั้นๆ
3. ใช้สื่อที่ตรงกับบทเรียน และกระบวนการเรียนการสอน
4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ
5. คำนึงเสมอว่าสื่อที่ใช้อยู่ในนั้นไม่สามารถใช้ได้กับทุกบทเรียน และกับทุกสถานการณ์
6. พยายามนำสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้เป็นสื่อเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและการลงทุน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2545) กล่าวว่าในการเลือกใช้สื่อพิจารณา 4 หลัก ดังนี้

1. หลักความพร้อม(Principle of Readiness) การใช้สื่อควรจะมีการพัฒนาความพร้อมของผู้เรียนเสียก่อน เพราะผู้เรียนจะได้มีโอกาสร่วมมือในการเรียนอย่างเต็มความสามารถ ถ้าสื่อการสอนดี สอดคล้องกับความสามารถในการใช้สื่อของผู้เรียน ผู้เรียนเข้าใจจุดประสงค์ และรายละเอียดของปัญหาแล้วก็จะทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หลักการสร้างความพร้อมมีดังนี้

1.1 ออกแบบการวางแผนในการสร้างความพร้อมเฉพาะอย่างเป็นขั้นตอน เช่น การปฏิบัติ การอธิบาย และการช่วยเหลือที่จำเป็นแก่ผู้เรียน

1.2 แนะนำให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจในการพิจารณาสื่อตามความเหมาะสมของตนเองและกลุ่ม

1.3 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์โดยเฉพาะระหว่างสื่อกับกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติต่อไป

1.4 ใช้วิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความพร้อมให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนก่อนใช้สื่อและหารูปแบบเสริมสร้างความพร้อมเพิ่มเติม

1.5 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียน เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างความพร้อมโดยเฉพาะ

2. หลักการควบคุม(Principle of Control) ในการใช้และการจัดระบบสื่อให้มีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องมีหน้าที่ควบคุมและรับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับสื่อที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามจุดมุ่งหมาย และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นผลที่เกี่ยวกับค่าใช้จ่าย สิ่งที่ได้รับใช้เวลา ความพอใจของเจ้าของงาน อัตราความผิดพลาด และปัญหาที่กระทบสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเงื่อนไขการใช้สื่อ ดังนั้น การควบคุมจึงต้องอาศัยความสามารถของผู้สอนที่จะประสานหลักการให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ทั้งผลส่วนรวมที่เกิดจากการใช้สื่อ หลักการควบคุมจะพิจารณาในลักษณะต่อไปนี้

2.1 การจัดเตรียมเครื่องมือที่มีความเหมาะสมและถูกต้องตามลักษณะของสื่อแต่ละชนิด

2.2 ตรวจสอบ ป้องกัน และแก้ไขข้อบกพร่องในการใช้สื่อได้

2.3 จัดสถานที่และสภาพแวดล้อมการใช้สื่อที่สอดคล้องกับสภาพการเรียนรู้

2.4 จัดบรรยากาศที่เกี่ยวกับการถ่ายเทอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และระบบเสียงที่เหมาะสม

2.5 จัดประสิทธิภาพการเสนอ การตอบสนองระหว่างผู้เรียนและสื่อที่เกี่ยวข้องอย่างสัมพันธ์กัน

2.6 จัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้โดยอาศัยตารางสอน

2.7 จัดระบบความปลอดภัยเกี่ยวกับสื่อและผู้ใช้สื่อ

3. หลักการปฏิบัติ(Principle of Action) ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้สื่อในการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิเคราะห์ตนเองตลอดถึงการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาบางอย่างให้มากที่สุด แนวคิดพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรม มีดังนี้

3.1 ใช้เทคนิคการตั้งคำถาม ที่ท้าทายให้ผู้เรียนอยากตอบสนอง

3.2 ใช้เทคนิคการอภิปรายที่ดี

3.3 การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ใคร่รู้ใคร่เรียนตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน

3.4 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติโดยวิธีต่าง ๆ เช่น การจินตนาการ การค้นคว้า การแก้ปัญหา หรือการทำโครงการ

3.5 จัดลำดับประสบการณ์และสื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยสะดวกที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอนนั้น ๆ

3.6 กำหนด และจัดสถานการณ์โดยใช้โครงงานที่มีสื่อช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถเฉพาะของบุคคล หรือกลุ่มผู้เรียนในกระบวนการเรียนการสอน

3.7 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการผลิตสื่อทั้งเป็นลักษณะรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม ตามความเหมาะสม อันเป็นการเสริมสร้างลักษณะการปฏิบัติให้เกิดทักษะแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

4. หลักการประเมินผล(Principle of Evaluation) ผู้สอนควรจะต้องมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านคุณลักษณะของสื่อ และเทคนิคการใช้สื่อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศิริรัตน์ ศรีสอาด (2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้สาขาวิชาฟิสิกส์ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการประเมินความต้องการจำเป็นของครู 10 คน และนักเรียน 236 คน เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องทางฟิสิกส์และรูปแบบทรัพยากรการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาเป็นทรัพยากรการเรียนรู้สาขาวิชาฟิสิกส์ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แล้วทำการประเมินคุณภาพทรัพยากรการเรียนรู้โดยครู 9 คน และนักเรียน 280 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา 2 คน ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาวิชาฟิสิกส์ 3 คน พบว่า เว็บไซต์ http://www.satitm.chula.ac.th/sirirat_phys_resources/index.html ที่พัฒนาขึ้น อันประกอบด้วย 6 เมนูที่สามารถสืบค้นหัวข้อเรื่องทางฟิสิกส์ได้ ได้แก่ Simulation รูปภาพประกอบ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกหัด การทดลอง ยกเว้นแหล่งรวมการศึกษาค้นคว้า มีผลการประเมินคุณภาพ ในด้านวิชาการและด้านเทคโนโลยีอยู่ในระดับมาก

นพเรศวร์ ธรรมศรัณยกุล (2551) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาค้นหาหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 โดยพัฒนาและประเมินคุณภาพของคลังหน่วยการเรียนรู้ และพิจารณาความสอดคล้องในด้านเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อประเมินคุณภาพของคลังหน่วยการเรียนรู้เป็นครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้น ป.4 , 5 และ 6 ชั้นละ 2 คน ในโรงเรียนบ้านโนนเวียง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ เขต 1 และผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน จากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า คลังหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 ส่วนใหญ่มีค่า IOC ที่มีความสอดคล้องกัน

ศักดิ์ สุวรรณฉาย (2551) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ และศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ ของครูผู้สอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านฟิสิกส์และดาราศาสตร์ และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวนด้านละ 3 ท่าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 จำนวน 10 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง จากโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า เว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 อันประกอบด้วย 4 หัวข้อหลัก คือ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล การเรียนรู้ หน่วยและแผนการเรียนรู้ ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นอย่างมีคุณภาพ ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นทุกข้อ และผลการศึกษารูปแบบการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ของครู พบว่า ครูทุกคนสามารถใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ในงานที่รับผิดชอบทั้งการพัฒนาแผนการสอน และการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ครูมีพฤติกรรมการใช้ผ่านอินเทอร์เน็ต และคัดลอกบางส่วนไปใช้อย่างอิสระ ความคิดเห็นของครูที่มีต่อฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับดีมากทุกด้าน

งานวิจัยต่างประเทศ

Beyer (2000 อ้างใน เทพนคร ทาคง, 2546) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาผลการปฏิรูปการศึกษาที่นำแนวคิดการจัดการศึกษาแบบอิงมาตรฐานไปใช้ กลุ่มตัวอย่างคือ ครู ครูสนับสนุนการสอนและผู้บริหารจากโรงเรียนประถมศึกษา วิธีการวิจัยที่ใช้มีทั้งการสังเกต การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การสนทนากลุ่ม และการบันทึกของผู้วิจัย ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความมั่นใจในความสามารถทางการสอนของตนเอง ครูมีเวลาพอที่จะเตรียมการสอน ครูสามารถสอนได้ตามหลักสูตร สามารถทำได้ นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และครูได้ใช้แนวทางใหม่ๆ ในการสอน

Bodone (2000 อ้างใน เทพนคร ทาคง, 2546) ได้ทำวิจัยเพื่อสำรวจความเป็นไปได้ของความเสมอภาคในการจัดการศึกษาที่อิงมาตรฐานว่ามาตรฐานจะสามารถเป็นเครื่องมือที่เสริมสร้างพลังอำนาจให้นักเรียนทุกคนได้หรือไม่ และครูจะแสดงบทบาทใดในกระบวนการการศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ ครูในรัฐโอเรกอนที่อยู่ในระบบปฏิบัติการศึกษา การสำรวจใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก การสนทนากลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การปฏิบัติการศึกษาโดยใช้แนวคิดการจัดการศึกษาอิงมาตรฐานทำให้นักเรียนได้รับผลสำเร็จโดยผ่านการประเมินการปฏิบัติ

Neo (2005) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้เว็บไซต์ช่วยเพิ่มการเรียนรู้การสอน เพื่อนำเข้าสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของบรรยากาศการเรียนการสอนเพื่อสร้างความรู้โดยใช้เว็บไซต์เป็นฐาน ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 102 คนของคณะออกแบบสื่อประสมใช้ โดยมีโครงการผลิตสื่อที่ใช้เว็บไซต์เป็นฐานที่พัฒนาขึ้นและให้นักศึกษาได้เข้าไปเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้เครื่องมือที่อาจารย์ผู้สอนจะสอนให้ก่อนแล้วให้นักศึกษาเข้าไปแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเว็บไซต์ และผู้วิจัยส่งแบบสำรวจให้นักศึกษาผ่านการออนไลน์ โดยใช้ Likert Scale 5 ระดับในการวัดระดับความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่าได้ผลที่เป็นบวกและน่าพึงพอใจ โดยรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิธีนี้ นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจในการแก้ปัญหาได้มีการทำงานแบบร่วมมือกันเพื่อสร้างแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยตนเองและตัดสินใจเลือกผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ของตนเองได้ ข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากการส่งแบบสำรวจออนไลน์พบว่า บรรยากาศของการเรียนรู้วิธีนี้ช่วยเอื้อให้นักศึกษามีทัศนคติในทางบวกเพิ่มขึ้น

Stoicheva (2002) ศึกษาการใช้ฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้บนอินเทอร์เน็ต เป็นสื่อช่วยครูจัดการเรียนรู้ในวิชาที่เกี่ยวกับการทำงานของนักประพันธ์ เช่น เชกสเปียร์ เว็บไซต์ต่างๆ สามารถทำให้ครูและผู้ปกครองแนะนำเชกสเปียร์ให้กับนักเรียน หรือ ลูกๆ ได้ ครูสามารถใช้จุดประสงค์ เนื้อหา ตัวอย่างกิจกรรมที่สร้างขึ้นในเครือข่ายเว็บ ในการวางแผนการสอน รวมทั้งแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้อื่นๆ อีก ซึ่งเชื่อมโยงไว้ เช่น ความรู้จาก ERIC (Education Resources Information Center) เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า ประเทศต่างๆ มีแนวโน้มในการจัดการศึกษาแบบอิงมาตรฐาน(Standard-based education) มากขึ้น รวมทั้งมีการจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานหลักสูตรในหลากหลายรูปแบบและหลากหลายสาขาวิชา เพื่อเป็นตัวช่วยสำหรับครูในการนำไปจัดการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตร

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวิธีการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา(Research and Development) โดยดำเนินการ
สร้างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน
คุณภาพของเครื่องมือ ซึ่งมีขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย 6 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)
- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นประเมินผลมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)
- ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้
- ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้
- ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมินผลทรัพยากรการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการพัฒนามาตรฐานรายวิชา มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากเว็บไซต์ต่างประเทศในประเด็นต่างๆ ได้แก่

- รูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)
- แบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)
- รวบรวมตัวอย่างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

2. รวบรวม และสังเคราะห์ข้อมูล จากข้อ 1

3. ประเมินความต้องการจำเป็นและความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน เกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 3

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการพัฒนามาตรฐานรายวิชา มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. พัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

2. ประเมินคุณภาพมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน

3. ปรับปรุง และพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. ขร่างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ที่จัดทำขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นประเมินผลมาตรฐานรายวิชา มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. จัดประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการในการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้

2. สรุปและนำเสนอผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการพัฒนารัพยากรการเรียนรู้

1. ศึกษา วิเคราะห์มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. สืบค้นแหล่งข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแต่ละมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่างประเทศ

3. ศึกษาเอกสาร ดำารการจัดทำรพยากรการเรียนรู้

4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลรพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

5. รวบรวม จัดหมวดหมู่รพยากรการเรียนรู้ พัฒนาข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการพัฒนารัพยากรการเรียนรู้

1. พัฒนารัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรพยากรการเรียนรู้

2. ปรับปรุงและจัดทำทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 6 ขึ้นประเมินผลทรัพยากรการเรียนรู้

1. นำทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้วในขั้นตอนที่ 5 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน ประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา

2. นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

3. สรุปและนำเสนอผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ประเมินประเมินความต้องการจำเป็นและคุณภาพของมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน และประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิชาการและครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 โดยผู้วิจัยทำการสืบค้นรูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา และตัวอย่างแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่างประเทศ ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 และสืบค้นแหล่งข้อมูลสำหรับการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแต่ละมาตรฐาน

รายวิชา(Courses Standards) จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่างประเทศ ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554

เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แบบสอบถามความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับการกำหนดชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. แบบสนทนากลุ่ม(Focus Group) สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. แบบประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

แบบสอบถามความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบถามความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความต้องการจำเป็น

2. นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบสอบถาม

3. นำแบบสอบถามดังกล่าวไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. ผู้วิจัยจะได้แบบสอบถามความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับประเทศไทย

มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดในการจัดการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระบบการศึกษามาตรฐานและมาตรฐานหลักสูตร แนวคิดในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และแนวทางการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากเว็บไซต์ต่างประเทศ

2. รวบรวมชื่อมาตรฐานรายวิชา และตัวอย่างแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พบในต่างประเทศ

3. นำข้อมูลจากข้อ 2 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ประเมินความต้องการจำเป็นและให้ความคิดเห็น เกี่ยวกับชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) ที่ควรกำหนดในมาตรฐานหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของประเทศไทย

4. รวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 3

5. พัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

6. นำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิชุดเดิมประเมินคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะ

7. ปรับปรุง และพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบสนทนากลุ่ม(Focus Group) เกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

แบบสนทนากลุ่ม(Focus Group) เกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสนทนากลุ่ม (Focus Group) และแนวทางการจัดการสนทนากลุ่ม

2. นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบสนทนากลุ่ม

3. นำแบบสนทนากลุ่มดังกล่าวไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. ผู้วิจัยจะได้แบบสนทนากลุ่ม สำหรับนำไปใช้จัดการประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวทางการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้

ทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

ทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานเพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์ในการจัดทำทรัพยากรการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ เอกสาร ตำรา วารสารทางวิชาการ รายงานการวิจัย อินเตอร์เน็ต วารสารงานวิจัย จากในประเทศ และต่างประเทศ ตามรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยศึกษาเฉพาะสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 ศึกษา วิเคราะห์มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเชื่อมโยงตามมาตรฐาน

2. สืบค้นแหล่งข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแต่ละมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) ทั้งในด้านแผนการสอน สื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือประเมินผลจากเครือข่ายอินเตอร์เน็ตต่างประเทศ

3. ศึกษาเอกสาร ตำราการจัดทำทรัพยากรการเรียนรู้

4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

5. รวบรวม จัดหมวดหมู่ทรัพยากรการเรียนรู้ พัฒนาข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะ

6. พัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของทรัพยากรการเรียนรู้

7. นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

แบบประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้

แบบประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี ดำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

2. นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้

3. นำแบบประเมินดังกล่าวไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. ผู้วิจัยจะได้แบบประเมินคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและนำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิ
2. ประเมินความต้องการจำเป็น และความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับการกำหนดชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล
4. ประเมินคุณภาพมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
5. ปรับปรุง และพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
6. ผู้วิจัยติดต่อผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและนำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มอบให้ผู้เชี่ยวชาญ
7. นำทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม สอดคล้องเชิงเนื้อหา
8. นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้จากการวิจัยดังนี้

1. พิจารณาคำฐานนิยม(Mode) ของผลการประเมินข้อมูลเกี่ยวกับชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการวิเคราะห์เชิงสถิติและประมวลผลเชิงพรรณนา
2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการประเมินคุณภาพมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ของผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์โดยการประมวลผลเชิงพรรณนา
3. หาค่าเฉลี่ยของคะแนน IOC จากผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา ของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของ ผู้เชี่ยวชาญ โดยการวิเคราะห์เชิงสถิติและประมวลผลเชิงพรรณนา

บทที่ 4

ผลการวิจัย และข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

การพัฒนามาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของต่างประเทศ
2. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย
3. แบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
4. ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
6. ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้
7. ทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

8. ผลการประเมินคุณภาพของทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 รูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากรัฐต่างๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการกำหนดมาตรฐานแบบมาตรฐานรายวิชา ผลปรากฏว่ามีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การนำสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์มาพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) เช่น Algebra , Probability and Statistics , Trigonometry และ Calculus
2. การนำสาขาของคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 สาขาหรือมากกว่า มาพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) เช่น Algebra with Trigonometry และ Algebra with Statistics
3. การนำสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์หรือมากกว่า มาพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยมุ่งเน้นในบางประเด็นสำคัญเป็นการเฉพาะ เช่น Algebra, Functions and Data Analysis
4. การนำสาขาของคณิตศาสตร์มาบูรณาการกัน แล้วพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยมีทั้งรูปแบบที่บูรณาการความรู้จากสาระต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น Integrated Mathematics และรูปแบบที่นำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ เช่น Discrete Mathematics , Computer Mathematics , Advanced Functions and Modeling และ Financial Mathematics

นอกจากนี้ยังพบว่า บางรัฐมีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไว้หลากหลายระดับ เพื่อช่วยให้โรงเรียนสามารถนำไปสร้างรายวิชาที่ตอบสนองตามศักยภาพของผู้เรียนได้ง่าย ดังตัวอย่างของรัฐ California (California Department of Education, 2007)

Table I. Mathematics Disciplines, by Grade Level

Disciplines	Grades				
	Eight	Nine	Ten	Eleven	Twelve
Algebra I					
Geometry					
Algebra II					
Probability and Statistics					
Trigonometry					
Linear Algebra					
Mathematical Analysis					
Advanced Placement Probability and Statistics					
Calculus					

ภาพที่ 1 การกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ของรัฐ California

ที่มา: California Department of Education (2007: 79)

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า รัฐนี้จะกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ที่เป็นคณิตศาสตร์เฉพาะ ทั้งมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน (สีอ่อน) และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม (สีเข้ม) และเสนอแนะให้ได้ว่า มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ใดควรจัดให้นักเรียนเรียนเป็นรายวิชาในชั้นปีใดบ้าง ดังจะเห็นว่า 4 มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)แรกเสนอว่าไปเป็นหลักสูตรของโรงเรียนได้ในช่วงชั้น 8 – 12 ในขณะที่ 3 มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ถัดมาเสนอให้โรงเรียนนำไปจัดเป็นหลักสูตร เริ่มได้ตั้งแต่เกรด 9 – 12 และ 2 มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)สุดท้ายเสนอแนะให้อยู่ในหลักสูตรของโรงเรียนได้ตั้งแต่เกรด 10 – 12

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย

ผู้วิจัยนำผลจากการศึกษาในตอนที่ 1 มาสังเคราะห์และสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย แล้วไปสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ท่าน เกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่าประเทศไทยควรมีการกำหนด

มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน(มาตรฐานรายวิชาบังคับ) และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม(มาตรฐานรายวิชาเลือก) สรุปผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) จำแนกตามประเภทมาตรฐานรายวิชา

มาตรฐานรายวิชา	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ		
	ควรพัฒนาเป็น	ควรพัฒนาเป็น	ไม่ควรพัฒนา
	มาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน	มาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม	
Algebra	6	0	0
Probability and Statistics	6	0	0
Geometry	5	1	0
Pre-Calculus	5	1	0
Trigonometry	2	4	0
Discrete Mathematics	2	4	0
Calculus	0	2	4
Algebra with Trigonometry	1	1	4
Computer Mathematics	0	1	5
Algebra, Functions and Data	0	1	5
Analysis			
Advanced Functions and Modeling	0	1	5
Integrated Mathematics	0	1	5
Algebra with Statistics	0	1	5
Financial Mathematics	0	1	5
มาตรฐานรายวิชาที่เพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ			
Algorithm		1	

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า มาตรฐานรายวิชาที่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่านมีความเห็นว่าการพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน มี 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra และ Probability and Statistics

มาตรฐานรายวิชาที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นแตกต่างกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน มีความเห็นว่าการพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานมี 2 มาตรฐานรายวิชา คือ Geometry และ Pre-Calculus

มาตรฐานรายวิชาที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นแตกต่างกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน มีความเห็นว่าการพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติมมี 2 มาตรฐานรายวิชา คือ Trigonometry และ Discrete Mathematics

มาตรฐานรายวิชาที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นแตกต่างกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน มีความเห็นว่าการพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา มี 8 มาตรฐานรายวิชา คือ Calculus , Algebra with Trigonometry , Computer Mathematics , Algebra, Functions and Data Analysis , Advanced Functions and Modeling , Integrated Mathematics , Algebra with Statistics และ Financial Mathematics

นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานรายวิชาที่เพิ่มเติมโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 1 ท่าน อีก 1 มาตรฐานรายวิชา คือ Algorithm

จากผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกที่จะดำเนินการพัฒนามาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) ตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าการพัฒนา จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา โดยแบ่งเป็นมาตรฐานรายวิชา จำนวน 4 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra , Probability and Statistics , Geometry , Pre-Calculus และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม จำนวน 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Trigonometry และ Discrete Mathematics

ตอนที่ 3 แบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐต่างๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าจะมีหลักการเขียน
มาตรฐานรายวิชา และรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา ดังนี้

หลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

จากการศึกษาหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา พบว่า มีหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา
ทั้งสิ้น 2 ลักษณะ ดังนี้

หลักการที่ 1 กำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้น ๆ จากนั้นจึงเขียนมาตรฐาน
ในแต่ละสาระเหล่านี้ สาระของมาตรฐานรายวิชา จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละมาตรฐาน
รายวิชา ดังตัวอย่างการกำหนดมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ California (California
Department of Education, 2007)

Algebra II Mathematics Content Standards	
This discipline complements and expands the mathematical content and concepts of Algebra I and geometry. Students who master Algebra II will gain experience with algebraic solutions of problems in various content areas, including the solution of systems of quadratic equations, logarithmic and exponential functions, the binomial theorem, and the complex number system.	
1.0	Students solve equations and inequalities involving absolute value. Sketch the graph of each function. $y = \left \frac{1}{x} \right $. $y = -\frac{2}{3} x - 2 - 5$.
2.0	Students solve systems of linear equations and inequalities (in two or three variables) by substitution, with graphs, or with matrices. Draw the region in the plane that is the solution set for the inequality $(x - 1)(x + 2y) > 0$.
3.0	Students are adept at operations on polynomials, including long division. Divide $x^4 - 3x^2 + 3x$ by $x^2 + 2$, and write the answer in the form: $\text{polynomial} + \frac{\text{linear polynomial}}{x^2 + 2}$.
4.0	Students factor polynomials representing the difference of squares, perfect square trinomials, and the sum and difference of two cubes. Factor $x^3 + 8$.
5.0	Students demonstrate knowledge of how real and complex numbers are related both arithmetically and graphically. In particular, they can plot complex numbers as points in the plane.
6.0	Students add, subtract, multiply, and divide complex numbers. Write $\frac{1+i}{1-2i}$ in the form of $a + bi$, where a and b are real numbers.

ภาพที่ 2 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ California

ที่มา: California Department of Education (2007: 90)

จะเห็นว่าในมาตรฐานแต่ละข้อล้วนเป็นสิ่งที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เป็นองค์ความรู้โดยตรงของมาตรฐานรายวิชานี้ทั้งสิ้น

อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ การกำหนดมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 1 ของรัฐ Indiana (Indiana Department of Education, 2006)

Algebra I

Standard 1

Operations With Real Numbers

Students simplify and compare expressions. They use rational exponents and simplify square roots.

A1.1.1 Compare real number expressions.

Example: Which is larger: 2^3 or $\sqrt{49}$?

A1.1.2 Simplify square roots using factors.

Example: Explain why $\sqrt{48} = 4\sqrt{3}$.

A1.1.3 Understand and use the distributive, associative, and commutative properties.

Example: Simplify $(6x^2 - 5x + 1) - 2(x^2 + 3x - 4)$ by removing the parentheses and rearranging. Explain why you can carry out each step.

A1.1.4 Use the laws of exponents for rational exponents.

Example: Simplify $25^{3/2}$.

A1.1.5 Use dimensional (unit) analysis to organize conversions and computations.

Example: Convert 5 miles per hour to feet per second: $\frac{5 \text{ mi}}{1 \text{ hr}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} \times \frac{5280 \text{ ft}}{1 \text{ mi}} \approx 7.3 \text{ ft/sec}$.

Standard 2

Linear Equations and Inequalities

Students solve linear equations and inequalities in one variable. They solve word problems that involve linear equations, inequalities, or formulas.

A1.2.1 Solve linear equations.

Example: Solve the equation $7a + 2 = 5a - 3a + 8$.

A1.2.2 Solve equations and formulas for a specified variable.

Example: Solve the equation $q = 4p - 11$ for p .

A1.2.3 Find solution sets of linear inequalities when possible numbers are given for the variable.

Example: Solve the inequality $6x - 3 > 10$ for x in the set $\{0, 1, 2, 3, 4\}$.

A1.2.4 Solve linear inequalities using properties of order.

Example: Solve the inequality $8x - 7 \leq 2x + 5$, explaining each step in your solution.

A1.2.5 Solve combined linear inequalities.

Example: Solve the inequalities $-7 < 3x + 5 < 11$.

A1.2.6 Solve word problems that involve linear equations, formulas, and inequalities.

Example: You are selling tickets for a play that cost \$3 each. You want to sell at least \$50 worth. Write and solve an inequality for the number of tickets you must sell.

ภาพที่ 3 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 1 ของรัฐ Indiana

ที่มา: Indiana Department of Education (2006: 83)

จะเห็นว่าในมาตรฐานรายวิชานี้มีการกำหนดมาตรฐานความรู้ ความสามารถ ที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เป็นองค์ความรู้โดยตรงของมาตรฐานรายวิชานี้ เช่นเดียวกับตัวอย่างแรก แต่มีวิธีการเขียนที่แตกต่างกัน โดยตัวอย่างจากรัฐนี้ จะมีการกำหนดสาระที่เกี่ยวกับพีชคณิตขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงกำหนดมาตรฐานของแต่ละสาระเหล่านั้น

หลักการที่ 2 นำสาระของมาตรฐานคณิตศาสตร์มากำหนดเป็นมาตรฐานของมาตรฐานรายวิชา ดังตัวอย่างของรัฐ Mississippi ที่มีมาตรฐานคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 สาระหลักคือ Number and Operations , Algebra , Geometry , Measurement และ Data Analysis and Probability แล้วกำหนดมาตรฐานจากแต่ละสาระเหล่านี้ให้เชื่อมโยงกับมาตรฐานรายวิชานั้น ๆ ดังตัวอย่าง มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตและมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ ต่อไปนี้ (Mississippi Department of Education, 2007)

GEOMETRY

CONTENT STRANDS:

Number and Operations	Algebra
Geometry	Measurement
Data Analysis & Probability	

Competencies and Objectives:

NUMBER AND OPERATIONS

1. Compute and determine the reasonableness of a result in mathematical and real-world situations with and without technology.

- Apply problem-solving skills to solve and verify the solutions for unknown measures in similar polygons. (DOK 2)
- Given exact irrational solutions, determine the best rational estimation. (DOK 2)
- Solve real-world or application problems that involve square roots and the Pythagorean Theorem. (DOK 3)

ALGEBRA

2. Understand relations, functions, and patterns. Analyze change using various geometric properties.

- Represent data from geometric and real-world contexts with expressions, formulas, tables, charts, graphs, relations, and functions. (DOK 2)
- Recognize and write the equation of a circle in standard form $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$ and identify the center and radius. (DOK 2)
- Use slope to analyze and write equations for parallel and perpendicular lines. (DOK 2)
- Apply the Midpoint and Distance Formulas to solve application problems involving the coordinate plane. (DOK 2)
- Determine the effects of rigid (translations, rotations, and reflections) and non-rigid (dilations) motions and compositions when performed on objects on the coordinate plane. (DOK 2)

ภาพที่ 4 มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi

GEOMETRY**3. Investigate, apply, and prove properties and theorems from postulates and definitions related to angles, lines, circles, polygons, and two- and three-dimensional figures. Explore applications of patterns and transformational geometry.**

- a. Use inductive reasoning to make conjectures and deductive reasoning to make valid conclusions. (DOK 3)
- b. Develop and evaluate mathematical arguments and proofs to include paragraph, two-column, and flow chart forms. (DOK 3)
- c. Identify, classify, and apply angle relationships formed by parallel lines cut by transversals. (DOK 2)
- d. Use the properties of altitudes, medians, angle bisectors, and perpendicular bisectors of triangles to solve problems. (DOK 2)
- e. Classify triangles and apply postulates and theorems to test for triangle inequality, congruence, and similarity. (DOK 2)
- f. Determine and justify if a given shape could be tessellated. (DOK 2)
- g. Describe and draw cross-sections of prisms, cylinders, pyramids, and cones. (DOK 1)
- h. Graph a vector and determine the magnitude and direction of a given vector. (DOK 2)
- i. Given the pre-image or image, find figures obtained by applying reflections, translations, rotations, and dilations; describe and justify the method used. (DOK 2)

MEASUREMENT**4. Select and apply various strategies, tools, and formulas to calculate length, surface area, volume, and angle measurements.**

- a. Use the properties of circles using arc, angle, and segment relationships to find missing measures. (DOK 2)
- b. Solve real-world applications and mathematical problems to find missing measurements in right triangles by applying special right triangle relationships, geometric means, or trigonometric functions. (DOK 2)
- c. Solve real-world and mathematical problems involving the lateral area, surface area and volume of three-dimensional figures, including prisms, cylinders, cones, pyramids, and spheres. (DOK 2)
- d. Explain and use the properties of 45-45-90 and 30-60-90 triangles. (DOK 2)
- e. Apply the relationships of sine, cosine, and tangent to problems involving right triangles. (DOK 2)

DATA ANALYSIS & PROBABILITY**5. Represent, analyze, and make inferences based on data with and without the use of technology.**

- a. Apply multiple strategies and representations, including area models, to solve probability problems. (DOK 2)

ภาพที่ 4 (ต่อ)

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 52 – 54)

จากตัวอย่างข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่า มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต จะประกอบด้วยสาระหลัก 5 สาระ ซึ่งเป็นสาระของมาตรฐานคณิตศาสตร์

GEOMETRY	
CONTENT STRANDS:	
Number and Operations	Algebra
Geometry	Measurement
Data Analysis & Probability	

ภาพที่ 5 สาระ(strand)ในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 52)

หากพิจารณามาตรฐานของสาระเรขาคณิตในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตนี้ จะเห็นว่า มีการกำหนดมาตรฐานเรขาคณิตที่สอดคล้องตรงกันกับมาตรฐานรายวิชานี้ ดังตัวอย่างนี้

GEOMETRY
3. Investigate, apply, and prove properties and theorems from postulates and definitions related to angles, lines, circles, polygons, and two- and three-dimensional figures. Explore applications of patterns and transformational geometry.

ภาพที่ 6 สาระเรขาคณิตในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 53)

แต่สำหรับมาตรฐานของสาระอื่นจะเขียนในลักษณะที่พยายามเชื่อมโยงสสารนั้นๆ เข้ากับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต เช่น สาระพีชคณิตก็จะกำหนดมาตรฐานที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต ดังตัวอย่างนี้

ALGEBRA
2. Understand relations, functions, and patterns. Analyze change using various geometric properties.

ภาพที่ 7 สาระพีชคณิตในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 52)

จะพบว่าเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน และแบบรูปของพีชคณิตโดยใช้สมบัติทางเรขาคณิต

เช่นเดียวกับในสาระจำนวนและการดำเนินการ ก็จะเป็นจำนวนและการดำเนินการเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

NUMBER AND OPERATIONS

1. Compute and determine the reasonableness of a result in mathematical and real-world situations with and without technology.

- a. Apply problem-solving skills to solve and verify the solutions for unknown measures in similar polygons. (DOK 2)
- b. Given exact irrational solutions, determine the best rational estimation. (DOK 2)
- c. Solve real-world or application problems that involve square roots and the Pythagorean Theorem. (DOK 3)

ภาพที่ 8 สาระจำนวนและการดำเนินการในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi
ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 52)

ในสาระการวัด ก็เป็นการวัดความยาว พื้นที่ผิว ปริมาตร และมุมของรูปและทรงเรขาคณิต

MEASUREMENT

4. Select and apply various strategies, tools, and formulas to calculate length, surface area, volume, and angle measurements.

ภาพที่ 9 สาระการวัดในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Mississippi
ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 53)

รวมทั้งในสาระการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ก็จะระบุว่าเป็นการใช้แบบจำลองพื้นที่(ของรูปเรขาคณิต)เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็น

DATA ANALYSIS & PROBABILITY

5. Represent, analyze, and make inferences based on data with and without the use of technology.

- a. Apply multiple strategies and representations, including area models, to solve probability problems. (DOK 2)

ภาพที่ 10 สารการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นในมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ

Mississippi

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 54)

จากตัวอย่างมาตรฐานรายวิชานี้ จะเห็นความพยายามในการเชื่อมโยงสาระทางคณิตศาสตร์
ทั้ง 5 สาระหลักเข้ากับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต

พิจารณาอีกตัวอย่างหนึ่งของการกำหนดสาระภายในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ ต่อไปนี้

TRIGONOMETRY

CONTENT STRANDS:

Number and Operations
Geometry

Algebra
Measurement

Competencies and Objectives:

NUMBER AND OPERATIONS

1. Represent and compare numbers in various forms and perform operations.

- a. Perform conversions across measurement systems including degree to radian measurements of angles, radian measurements to degree measurements of angles, polar to rectangular coordinates, rectangular to polar coordinates, rectangular to trigonometric forms of complex numbers, and trigonometric to rectangular forms of complex numbers. (DOK 1)
- b. Determine the product and quotient of complex numbers in trigonometric form. (DOK 1)
- c. Apply De Moivre's theorem to determine the n th roots of a complex number given in polar form. (DOK 1)
- d. Explain the addition formulas for sine and cosine and use them to prove (or simplify) other trigonometric functions. (DOK 2)

2. Investigate basic concepts of vectors and operations with vectors.

- a. Recognize and draw different notations for vectors to represent a quantity. (DOK 1)
- b. Analyze properties of vectors and the effects of these properties on operations with vectors. (DOK 2)
- c. Apply the limit definition of e . (DOK 2)

ALGEBRA

3. Compare and produce equivalent forms of trigonometric expressions and solve trigonometric equations.

- a. Determine the domain and range of trigonometric functions. (DOK 2)
- b. Identify and apply trigonometric identities. (DOK 2)
- c. Verify identities analytically and with technology. (DOK 2)
- d. Solve trigonometric equations in real-world situations or mathematical settings. (DOK 2)

GEOMETRY

4. Use geometric modeling to analyze trigonometric relationships.

- a. Use the unit circle to solve real-world applications and problems in mathematical settings. (DOK 3)
- b. Apply the six trigonometric functions in relation to a right triangle to solve real-world applications and problems in mathematical settings. (DOK 3)
- c. Find exact values of trigonometric functions of special angles in the unit circle. (DOK 1)
- d. Recognize, sketch, and interpret graphs of the six trigonometric functions and include restrictions on their domain. (DOK 2)
- e. Model and apply right triangle formulas, Law of Sines, and Law of Cosines to problem-solving situations. (DOK 2)
- f. Use the graph of polar coordinates and associated equations to model real-world applications and mathematical situations. (DOK 2)

MEASUREMENT**5. Select and apply formulas to determine length and area.**

- a. Find arc length and sector area of a circle. (DOK 2)
- b. Using graphs of functions of the form $f(t) = A \sin(Bt + C)$ or $f(t) = A \cos(Bt + C)$, interpret A , B , C in terms of amplitude, frequency, period, and phase shift. (DOK 2)
- c. Given one angle and the measures of two adjacent sides, determine the area of a triangle and explain the process used. (DOK 2)

ภาพที่ 11 (ต่อ)

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 63 – 64)

จะพบว่าการนำเอาสาระในมาตรฐานคณิตศาสตร์มากำหนดเป็นสาระของมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ จำนวน 4 สาระ ดังนี้

TRIGONOMETRY**CONTENT STRANDS:**

Number and Operations
Geometry

Algebra
Measurement

ภาพที่ 12 สาระ(strand)ในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 63)

ในสาระจำนวนและการดำเนินการ จะพบว่าการกำหนดมาตรฐานของสาระนี้ ที่เป็นจำนวนและการดำเนินการเกี่ยวกับตรีโกณมิติ

NUMBER AND OPERATIONS

1. Represent and compare numbers in various forms and perform operations.

- a. Perform conversions across measurement systems including degree to radian measurements of angles, radian measurements to degree measurements of angles, polar to rectangular coordinates, rectangular to polar coordinates, rectangular to trigonometric forms of complex numbers, and trigonometric to rectangular forms of complex numbers. (DOK 1)
- b. Determine the product and quotient of complex numbers in trigonometric form. (DOK 1)
- c. Apply De Moivre's theorem to determine the n th roots of a complex number given in polar form. (DOK 1)
- d. Explain the addition formulas for sine and cosine and use them to prove (or simplify) other trigonometric functions. (DOK 2)

ภาพที่ 13 สารบัญจำนวนและการดำเนินการในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi
ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 63)

ในสาระพีชคณิต ก็จะเป็นพีชคณิตที่เกี่ยวกับตรีโกณมิติ

ALGEBRA

3. Compare and produce equivalent forms of trigonometric expressions and solve trigonometric equations.

ภาพที่ 14 สารบัญพีชคณิตในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi
ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 63)

เช่นเดียวกับในสาระเรขาคณิต ก็จะเป็นการใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติ

GEOMETRY

4. Use geometric modeling to analyze trigonometric relationships.

ภาพที่ 15 สารบัญเรขาคณิตในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi
ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 64)

รวมทั้งในสาระการวัด ก็จะเป็นการวัดความยาวและพื้นที่ของรูปที่มีความเกี่ยวข้องกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ

MEASUREMENT

5. Select and apply formulas to determine length and area.

- a. Find arc length and sector area of a circle. (DOK 2)
- b. Using graphs of functions of the form $f(t) = A \sin(Bt + C)$ or $f(t) = A \cos(Bt + C)$, interpret A , B , C in terms of amplitude, frequency, period, and phase shift. (DOK 2)
- c. Given one angle and the measures of two adjacent sides, determine the area of a triangle and explain the process used. (DOK 2)

ภาพที่ 16 สาระการวัดในมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติของรัฐ Mississippi

ที่มา: Mississippi Department of Education (2007: 64)

จากตัวอย่างนี้จะพบว่า ไม่ได้มีการนำเอาสาระวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นสาระในมาตรฐานคณิตศาสตร์ มากำหนดเป็นมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ

ในแบบแผนที่ 2 นี้ แสดงให้เห็นว่าการจะนำเอาสาระในมาตรฐานคณิตศาสตร์มาใช้ในการกำหนดมาตรฐานรายวิชาใดๆ จะต้องพิจารณาเลือกเฉพาะสาระที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชานั้นๆ ได้เท่านั้น บางมาตรฐานรายวิชาสามารถนำมาได้ครบทุกสาระของมาตรฐานคณิตศาสตร์ แต่บางมาตรฐานรายวิชาที่จะนำมาใช้เฉพาะบางสาระที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

จากการศึกษารูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา พบว่า มีรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชาทั้งสิ้น 4 รูปแบบ ดังนี้

1. เขียนมาตรฐานของมาตรฐานรายวิชาเป็นมาตรฐานใหญ่ไปเลย เช่น รัฐ California (California Department of Education, 2007)

Algebra II
Mathematics Content Standards

This discipline complements and expands the mathematical content and concepts of Algebra I and geometry. Students who master Algebra II will gain experience with algebraic solutions of problems in various content areas, including the solution of systems of quadratic equations, logarithmic and exponential functions, the binomial theorem, and the complex number system.

1.0 Students solve equations and inequalities involving absolute value.
 Sketch the graph of each function.

$$y = \left| \frac{1}{x} \right|$$

$$y = -\frac{2}{3} |x - 2| - 5$$

2.0 Students solve systems of linear equations and inequalities (in two or three variables) by substitution, with graphs, or with matrices.
 Draw the region in the plane that is the solution set for the inequality $(x - 1)(x + 2) > 0$.

3.0 Students are adept at operations on polynomials, including long division.
 Divide $x^4 - 3x^2 + 3x$ by $x^2 + 2$, and write the answer in the form:
 polynomial + $\frac{\text{linear polynomial}}{x^2 + 2}$.

4.0 Students factor polynomials representing the difference of squares, perfect square trinomials, and the sum and difference of two cubes.
 Factor $x^3 + 8$.

5.0 Students demonstrate knowledge of how real and complex numbers are related both arithmetically and graphically. In particular, they can plot complex numbers as points in the plane.

6.0 Students add, subtract, multiply, and divide complex numbers.
 Write $\frac{1+i}{1-2i}$ in the form of $a + bi$, where a and b are real numbers.

ภาพที่ 17 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ California

ที่มา: California Department of Education (2007: 90)

จะเห็นว่าในมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต จะประกอบด้วยมาตรฐานใหญ่ทั้งหมด 6 ข้อ

2. เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระ(Strand) ก่อน แล้วจึงเขียนมาตรฐานภายในสาระ เช่น รัฐ Virginia (Board of Education Commonwealth of Virginia, 2009)

Algebra II

Expressions and Operations

- AII.1 The student, given rational, radical, or polynomial expressions, will
- add, subtract, multiply, divide, and simplify rational algebraic expressions;
 - add, subtract, multiply, divide, and simplify radical expressions containing rational numbers and variables, and expressions containing rational exponents;
 - write radical expressions as expressions containing rational exponents and vice versa; and
 - factor polynomials completely.
- AII.2 The student will investigate and apply the properties of arithmetic and geometric sequences and series to solve real-world problems, including writing the first n terms, finding the n^{th} term, and evaluating summation formulas. Notation will include Σ and a_n .
- AII.3 The student will perform operations on complex numbers, express the results in simplest form using patterns of the powers of i , and identify field properties that are valid for the complex numbers.

Equations and Inequalities

- AII.4 The student will solve, algebraically and graphically,
- absolute value equations and inequalities;
 - quadratic equations over the set of complex numbers;
 - equations containing rational algebraic expressions; and
 - equations containing radical expressions.
- Graphing calculators will be used for solving and for confirming the algebraic solutions.
- AII.5 The student will solve nonlinear systems of equations, including linear-quadratic and quadratic-quadratic, algebraically and graphically. Graphing calculators will be used as a tool to visualize graphs and predict the number of solutions.

Functions

- AII.6 The student will recognize the general shape of function (absolute value, square root, cube root, rational, polynomial, exponential, and logarithmic) families and will convert between graphic and symbolic forms of functions. A transformational approach to graphing will be employed. Graphing calculators will be used as a tool to investigate the shapes and behaviors of these functions.
- AII.7 The student will investigate and analyze functions algebraically and graphically. Key concepts include
- domain and range, including limited and discontinuous domains and ranges;
 - zeros;
 - x - and y -intercepts;
 - intervals in which a function is increasing or decreasing;
 - asymptotes;
 - end behavior;
 - inverse of a function; and
 - composition of multiple functions.
- Graphing calculators will be used as a tool to assist in investigation of functions.
- AII.8 The student will investigate and describe the relationships among solutions of an equation, zeros of a function, x -intercepts of a graph, and factors of a polynomial expression.

Statistics

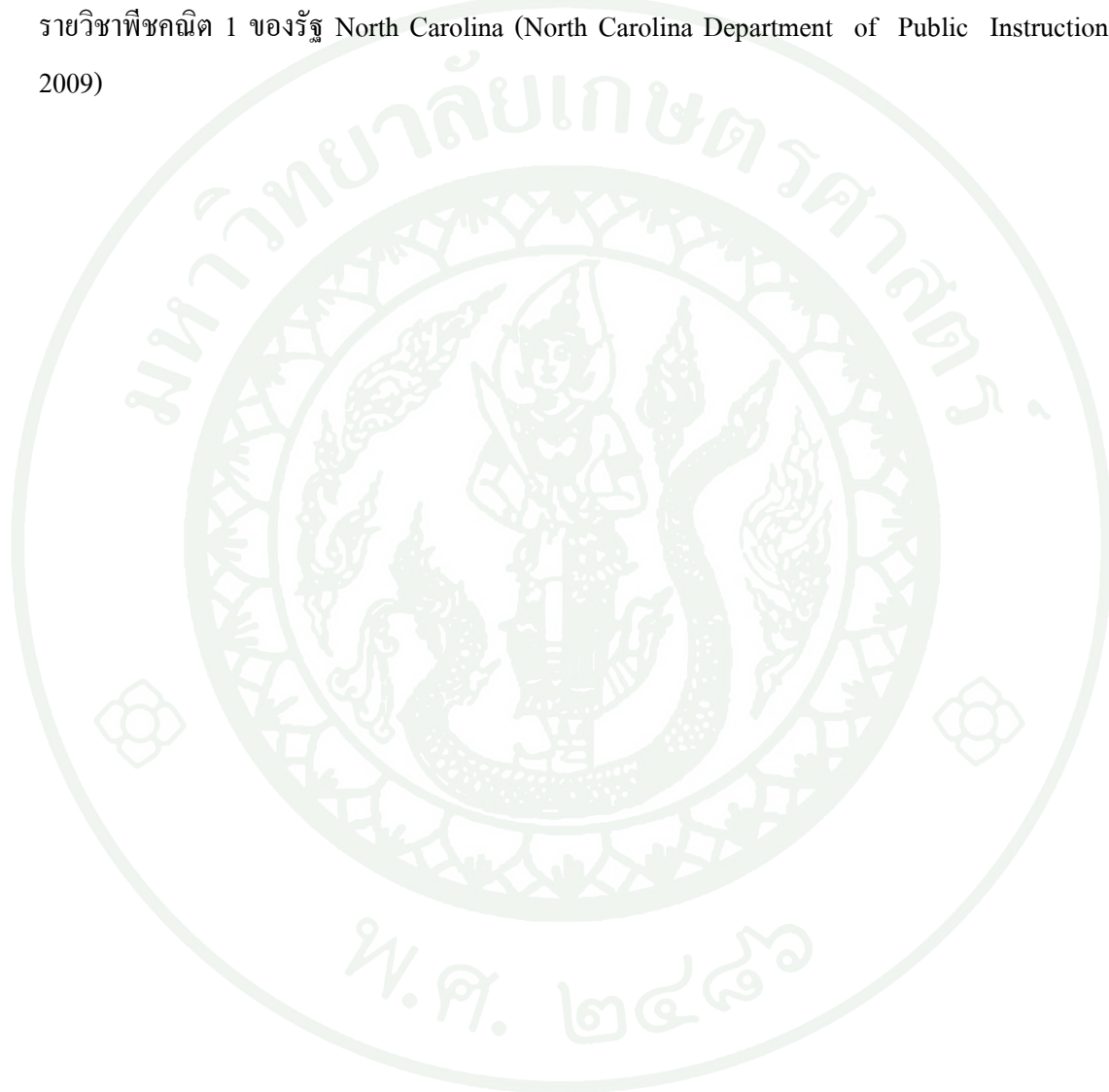
- AII.9 The student will collect and analyze data, determine the equation of the curve of best fit, make predictions, and solve real-world problems, using mathematical models. Mathematical models will include polynomial, exponential, and logarithmic functions.
- AII.10 The student will identify, create, and solve real-world problems involving inverse variation, joint variation, and a combination of direct and inverse variations.
- AII.11 The student will identify properties of a normal distribution and apply those properties to determine probabilities associated with areas under the standard normal curve.
- AII.12 The student will compute and distinguish between permutations and combinations and use technology for applications.

ภาพที่ 18 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ Virginia

ที่มา: Board of Education Commonwealth of Virginia (2009: 30 – 31)

จะเห็นได้ว่ามาตรฐานรายวิชานี้เขียนมาตรฐานโดยกำหนดชื่อสาระเป็นหัวข้อ(Topic) ก่อน แล้วจึงเขียนมาตรฐานไปที่สาระ

3. เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยเขียนสาระ(Strands) เป็นมาตรฐานใหญ่ไปเลย 1 ข้อ แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน ซึ่งในที่นี้เรียกมาตรฐานย่อยว่า Objective เช่น ในมาตรฐาน รายวิชาพีชคณิต 1 ของรัฐ North Carolina (North Carolina Department of Public Instruction, 2009)



Algebra 1

Strands: Number and Operations, Geometry and Measurement, Data Analysis and Probability, Algebra

COMPETENCY GOAL 1: The learner will perform operations with numbers and expressions to solve problems.

Objectives

- 1.01 Write equivalent forms of algebraic expressions to solve problems.
 - a) Apply the laws of exponents.
 - b) Operate with polynomials.
 - c) Factor polynomials.
- 1.02 Use formulas and algebraic expressions, including iterative and recursive forms, to model and solve problems.
- 1.03 Model and solve problems using direct variation.

COMPETENCY GOAL 2: The learner will describe geometric figures in the coordinate plane algebraically.

Objectives

- 2.01 Find the lengths and midpoints of segments to solve problems.
- 2.02 Use the parallelism or perpendicularity of lines and segments to solve problems.

COMPETENCY GOAL 3: The learner will collect, organize, and interpret data with matrices and linear models to solve problems.

Objectives

- 3.01 Use matrices to display and interpret data.
- 3.02 Operate (addition, subtraction, scalar multiplication) with matrices to solve problems.
- 3.03 Create linear models for sets of data to solve problems.
 - a) Interpret constants and coefficients in the context of the data.
 - b) Check the model for goodness-of-fit and use the model, where appropriate, to draw conclusions or make predictions.

COMPETENCY GOAL 4: The learner will use relations and functions to solve problems.

Objectives

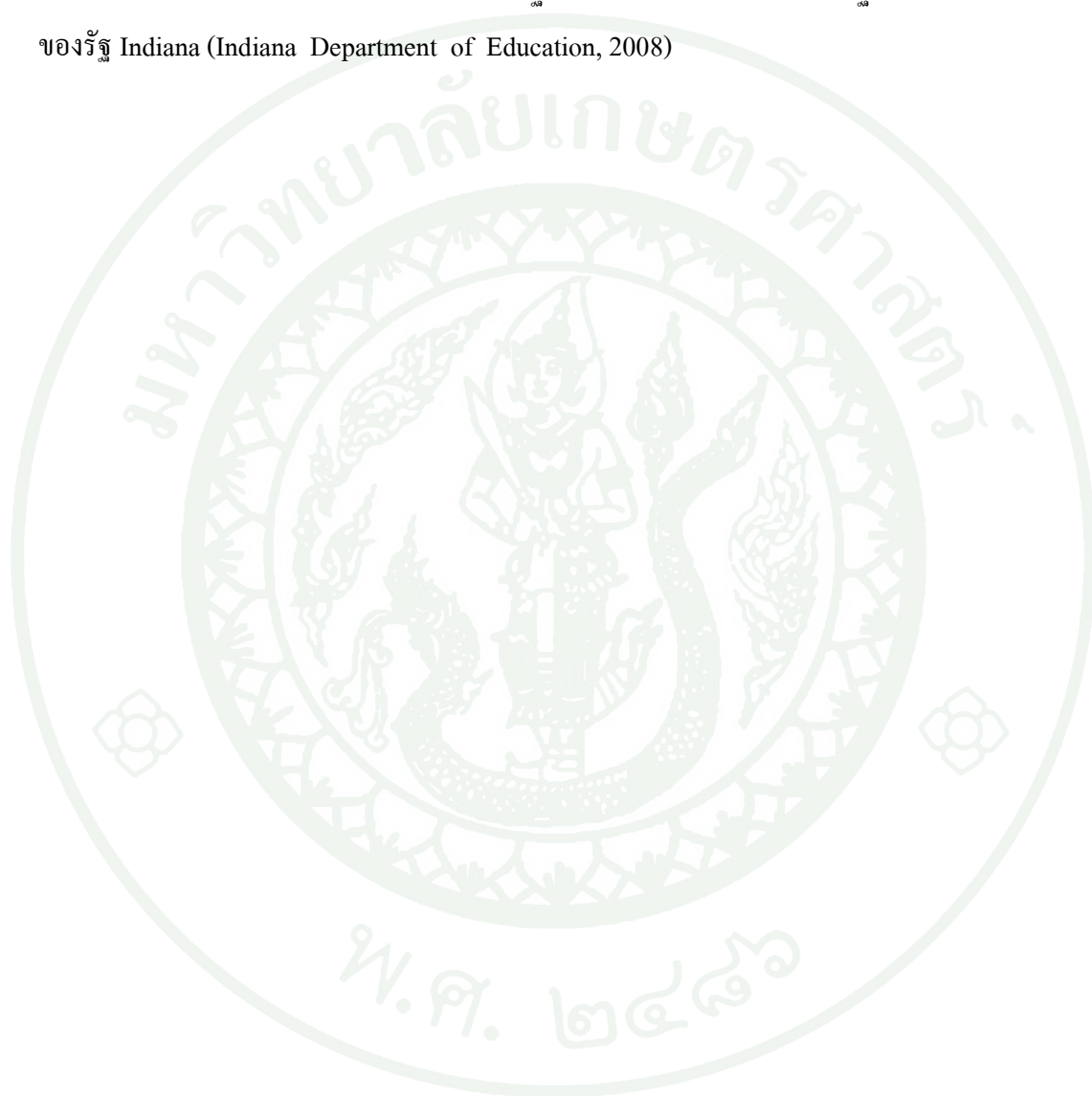
- 4.01 Use linear functions or inequalities to model and solve problems; justify results.
 - a) Solve using tables, graphs, and algebraic properties.
 - b) Interpret constants and coefficients in the context of the problem.
- 4.02 Graph, factor, and evaluate quadratic functions to solve problems.
- 4.03 Use systems of linear equations or inequalities in two variables to model and solve problems. Solve using tables, graphs, and algebraic properties; justify results.
- 4.04 Graph and evaluate exponential functions to solve problems.

ภาพที่ 19 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 1 ของรัฐ North Carolina

ที่มา: North Carolina Department of Public Instruction (2009: 45 – 46)

จะเห็นว่ามาตรฐานใหญ่แต่ละข้อคือการกำหนดสาระ(Strand) หนึ่ง ๆ และมาตรฐานรายวิชานี้มีมาตรฐานใหญ่ 4 ข้อ แสดงว่ามาตรฐานรายวิชานี้ประกอบด้วย 4 สาระ

4. เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระโดยระบุชื่อสาระ(Strands)หนึ่งๆ เป็นมาตรฐานใหญ่ 1 ข้อ และตามด้วยข้อความขยาย แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน เช่น ในมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ Indiana (Indiana Department of Education, 2008)



Algebra II

Standard 1

Relations and Functions

Students graph relations and functions and find zeros. They use function notation and combine functions by composition. They interpret functions in given situations.

- A2.1.1 Recognize and graph various types of functions, including polynomial, rational, and algebraic functions.

Example: Draw the graphs of the functions $y = x^4 - x^2$, $y = \frac{7}{x-2}$, and $y = \sqrt{x+2}$.

- A2.1.2 Use function notation. Add, subtract, multiply, and divide pairs of functions.

Example: Let $f(x) = 7x + 2$ and $g(x) = x^2$. Find the value of $f(x) \cdot g(x)$.

- A2.1.3 Understand composition of functions and combine functions by composition.

Example: Let $f(x) = x^3$ and $g(x) = x - 2$. Find $f(g(x))$.

- A2.1.4 Graph relations and functions with and without graphing technology.

Example: Draw the graph of $y = x^3 - 3x^2 - x + 3$.

- A2.1.5 Find the zeros of a function.

Example: In the last example, find the zeros of the function; i.e., find x when $y = 0$.

- A2.1.6 Solve an inequality by examining the graph.

Example: Find the solution for $x^3 - 3x^2 - x + 3 < 0$ by graphing $y = x^3 - 3x^2 - x + 3$.

- A2.1.7 Graph functions defined piece-wise.

Example: Sketch the graph of $f(x) = \begin{cases} x + 2 & \text{for } x \geq 0 \\ x^2 & \text{for } x < 0 \end{cases}$.

- A2.1.8 Interpret given situations as functions in graphs, formulas, and words.

Example: You and your parents are going to Boston and want to rent a car at Logan International Airport on a Monday morning and drop the car off in downtown Providence, R.I., on the following Wednesday. Find the rates from two national car companies and plot the costs on a graph. Decide which company offers the best deal. Explain your answer.

Standard 2

Linear and Absolute Value Equations and Inequalities

Students solve systems of linear equations and inequalities and use them to solve word problems. They model data with linear equations.

- A2.2.1 Graph absolute value equations and inequalities.

Example: Draw the graph of $y = 2x - 5$ and use that graph to draw the graph of $y = |2x - 5|$.

- A2.2.2 Use substitution, elimination, and matrices to solve systems of two or three linear equations in two or three variables.

Example: Solve the system of equations: $x - 2y + 3z = 5$, $x + 3z = 11$, $5y - 6z = 9$.

- A2.2.3 Use systems of linear equations and inequalities to solve word problems.

Example: Each week you can work no more than 20 hours all together at the local bookstore and the drugstore. You prefer the bookstore and want to work at least 10 more hours there than at the drugstore. Draw a graph to show the possible combinations of hours that you could work.

- A2.2.4 Find a linear equation that models a data set using the median fit method and use the model to make predictions.

Example: You light a candle and record its height in centimeters every minute. The results recorded as (time, height) are (0, 20), (1, 18.3), (2, 16.5), (3, 14.8), (4, 13.2), (5, 11.5), (6, 10.0), (7, 8.2), (9, 4.9), and (10, 3.1). Find the median fit line to express the candle's height as a function of the time and state the meaning of the slope in terms of the burning candle.

ภาพที่ 20 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต 2 ของรัฐ Indiana

ที่มา: Indiana Department of Education (2008: 91 – 92)

จะเห็นว่ามาตรฐานแต่ละข้อคือการกำหนดสาระ(Strand) หนึ่ง ๆ และกำหนดมาตรฐานย่อยภายในสาระนั้นๆ

อีกตัวอย่างหนึ่งที่มีการระบุมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการไว้ในแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ด้วย เช่น รัฐ Georgia (Georgia Department of Education, 2006)

Process Standards

The following process standards are essential to mastering each of the mathematics content standards. They emphasize critical dimensions of the mathematical proficiency that all students need.

MM1P1. Students will solve problems (using appropriate technology).

- a. Build new mathematical knowledge through problem solving.
- b. Solve problems that arise in mathematics and in other contexts.
- c. Apply and adapt a variety of appropriate strategies to solve problems.
- d. Monitor and reflect on the process of mathematical problem solving.

MM1P2. Students will reason and evaluate mathematical arguments.

- a. Recognize reasoning and proof as fundamental aspects of mathematics.
- b. Make and investigate mathematical conjecture.
- c. Develop and evaluate mathematical arguments and proofs.
- d. Select and use various types of reasoning and methods of proof.

MM1P3. Students will communicate mathematically.

- a. Organize and consolidate their mathematical thinking through communication.
- b. Communicate their mathematical thinking coherently and clearly to peers, teachers, and others.
- c. Analyze and evaluate the mathematical thinking and strategies of others.
- d. Use the language of mathematics to express mathematical ideas precisely.

MM1P4. Students will make connections among mathematical ideas and to other disciplines.

- a. Recognize and use connections among mathematical ideas.
- b. Understand how mathematical ideas interconnect and build on one another to produce a coherent whole.
- c. Recognize and apply mathematics in contexts outside of mathematics.

MM1P5. Students will represent mathematics in multiple ways.

- a. Create and use representations to organize, record, and communicate mathematical ideas.
- b. Select, apply, and translate among mathematical representations to solve problems.
- c. Use representations to model and interpret physical, social, and mathematical phenomena.

ภาพที่ 21 มาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการ ของรัฐ Georgia

ที่มา: Georgia Department of Education (2006: 5 – 6)

จะพบว่าการเขียนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วย แต่เขียนแยกทักษะและกระบวนการ 1 ด้านเป็นมาตรฐาน 1 ข้อ และมาตรฐานเหล่านี้จะปรากฏอยู่ในทุกมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards)

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ท่าน เกี่ยวกับแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย สรุปผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
หลักการที่ 1 กำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้น ๆ	4
หลักการที่ 2 นำสาระของมาตรฐานคณิตศาสตร์มากำหนดเป็นมาตรฐานของมาตรฐานรายวิชา	2
หลักการอื่นๆ	0

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แตกต่างกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่าจะใช้หลักการที่ 1 จำนวน 4 ท่าน และมีความคิดเห็นว่าจะใช้หลักการที่ 2 จำนวน 2 ท่าน

โดยผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่ให้ความเห็นเพิ่มเติมในประเด็นดังกล่าวว่า ในระยะเริ่มต้นที่โรงเรียนยังไม่เคยมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) มาก่อน การเขียนมาตรฐานรายวิชาโดยกำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้นๆ จะช่วยให้โรงเรียนเห็นแนวทางในการนำไปพัฒนาเป็นรายวิชา(Courses) ในหลักสูตรของโรงเรียนได้ดีกว่าการเขียนแบบเชื่อมโยงกับมาตรฐานคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3 จำนวนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา
(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
รูปแบบที่ 1 เขียนมาตรฐานของมาตรฐานรายวิชาเป็นมาตรฐานใหญ่ไปเลย	0
รูปแบบที่ 2 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระก่อนแล้วจึงเขียนมาตรฐานภายในสาระ	3
รูปแบบที่ 3 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยเขียนสาระเป็นมาตรฐานใหญ่ไปเลย 1 ข้อ แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน	0
รูปแบบที่ 4 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระหนึ่งๆ เป็นมาตรฐานใหญ่ 1 ข้อ และตามด้วยข้อความขยาย แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน	3
รูปแบบอื่นๆ	0

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แตกต่างกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่าควรใช้รูปแบบที่ 2 และ 4 รูปแบบละ 3 ท่าน

ตอนที่ 5 มาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา แบ่งเป็นมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน จำนวน 4 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra, Probability and Statistics, Geometry, Pre-Calculus และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม จำนวน 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Trigonometry และ Discrete Mathematics โดยใช้หลักการเขียนแบบกำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้นๆ และใช้รูปแบบการเขียนที่ 2 และ 4

1. มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) รูปแบบการเขียนที่ 2

ผลการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยใช้รูปแบบการเขียนที่ 2
จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา มีดังนี้

1.1 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 3 ภาคเรียน
แรก ของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

เซต(Sets)

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการเขียนแทนเซตและการดำเนินการของเซต
2. เขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซต และนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้

ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน(Relations and Functions)

3. วาดกราฟของความสัมพันธ์ และกราฟของฟังก์ชันพหุนาม ฟังก์ชันตรรกยะ
ฟังก์ชันพีชคณิต และฟังก์ชันแบบช่วงได้
4. หาโดเมน เรนจ์ จุดตัด ค่าที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่าเป็นศูนย์ เส้นกำกับ และจุดที่
ฟังก์ชันไม่ต่อเนื่องได้
5. ใช้สัญกรณ์เชิงฟังก์ชันในการหาผลลัพธ์ทางพีชคณิตของฟังก์ชันได้
6. เข้าใจและสามารถหาฟังก์ชันประกอบได้
7. หาฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันที่กำหนดให้ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องได้
8. เข้าใจและวาดกราฟของฟังก์ชันอิงตัวแปรเสริมได้
9. ใช้ฟังก์ชันในการสร้างแบบจำลองเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้

สมการและอสมการเชิงเส้นในรูปค่าสัมบูรณ์(Linear and Absolute Value

Equations and Inequalities)

10. วาดกราฟของสมการและอสมการในรูปค่าสัมบูรณ์ได้
11. ใช้การแทนค่าและการกำจัดตัวแปร ในการแก้ระบบสมการเชิงเส้นที่มีสองตัว
แปรหรือสามตัวแปรได้
12. ใช้ระบบสมการและอสมการเชิงเส้นในการแก้โจทย์ปัญหาได้

13. ใช้สมการเชิงเส้นในการสร้างแบบจำลองเซตของข้อมูลเพื่อสร้างข้อคาดการณ์
ได้

เมทริกซ์(Matrices)

14. ใช้เมทริกซ์ในการจัดการและเก็บรวบรวมข้อมูล
15. ใช้การดำเนินงานทางเมทริกซ์(matrix operation)ในการแก้ปัญหาได้
16. ใช้วิธีการลดแถว(row-reduction technique)ในการแก้ปัญหาได้
17. ใช้เมทริกซ์ผกผันในการแก้ปัญหาได้

สมการกำลังสองและฟังก์ชันกำลังสอง(Quadratic Equations and Functions)

18. อธิบายและแสดงการดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อนได้
19. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจริงและจำนวนเชิงซ้อน รวมทั้งลงจุดแทน
จำนวนเชิงซ้อนบนระนาบเชิงซ้อนได้
20. แก้สมการกำลังสองในระบบจำนวนเชิงซ้อนได้
21. วาดกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ประยุกต์ใช้การแปลงฟังก์ชันกำลังสอง หา
ค่าที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่าเท่ากับศูนย์ และค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดของฟังก์ชันกำลังสองได้
22. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการกำลังสองได้
23. แก้สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้
24. แก้ระบบสมการสองตัวแปรที่ประกอบด้วยสมการเชิงเส้นกับสมการกำลังสอง
หรือสมการกำลังสองทั้งสองสมการได้

พหุนาม(Polynomials)

25. เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพหุนามในการขยายความรู้จากนิพจน์กำลังสองไปสู่
นิพจน์ที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกได้
26. หาผลหารของพหุนามได้
27. แยกตัวประกอบของพหุนามและแก้สมการของพหุนามโดยใช้ทฤษฎีบทหลัก
มูลของพีชคณิต ทฤษฎีบทตัวประกอบ และทฤษฎีบทตัวประกอบจำนวนตรรกยะได้
28. ใช้สมการพหุนามเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้
29. สร้างสมการพหุนามจากคำตอบที่กำหนดให้ได้
30. เข้าใจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของสมการ ค่าที่ทำให้ฟังก์ชันมี
ค่าเท่ากับศูนย์ จุดตัดแกน X ของกราฟ และตัวประกอบของนิพจน์ในรูปพหุนามได้

เศษส่วนพหุนาม(Algebraic Fractions)

31. เข้าใจและใช้เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนลบและจำนวนตรรกยะได้
อย่างถูกต้อง

32. บวก ลบ คูณ หาร และทำเศษส่วนพหุนามให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้
33. ทำพหุนามที่เป็นเศษส่วนซ้อนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้
34. แก้สมการที่อยู่ในรูปเศษส่วนพหุนามได้
35. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนพหุนามได้

1.2 มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 2 ภาคเรียน
ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรขาคณิตวิเคราะห์(Analytic Geometry)

1. หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง และระยะระหว่างเส้นตรงกับจุดได้
2. หาคความชันของเส้นตรง สมการเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉากและนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้

3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ได้

ภาคตัดกรวย(Conic Sections)

4. เขียนสมการของภาคตัดกรวยเมื่อระบุองค์ประกอบมาให้ได้
 5. วาดกราฟของภาคตัดกรวยและวิเคราะห์องค์ประกอบของแต่ละกราฟได้
 6. ใช้ความรู้เรื่องการเลื่อนแกนทางขนานไปใช้ในการวาดกราฟของภาคตัดกรวยได้
- การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต(Reasoning and Geometric Proof)**
7. ใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยในการสร้างข้อความคาดการณ์(conjecture) และใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้

8. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผลโดยใช้แผนภาพได้
9. นำสมบัติของจำนวนเต็มไปใช้ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับการหารลงตัวได้
10. แสดงการพิสูจน์สมบัติและทฤษฎีบททางเรขาคณิตแบบใช้ตาราง 2 คอลัมน์ได้

เวกเตอร์(Vector)

11. เข้าใจและเขียนแสดงเวกเตอร์ในปริภูมิสามมิติได้
12. หาผลบวกเวกเตอร์ ผลคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ ผลคูณเชิงสเกลาร์ และผลคูณเชิงเวกเตอร์ได้
13. หาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ที่กำหนดให้ได้

14. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ของชีวิตจริงได้

อัตราส่วนตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก(Right Triangle Trigonometry)

15. บอกความหมายและหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติทั้ง 6 ค่าของมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

16. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติได้

17. ประยุกต์ใช้กฎของไซน์และกฎของโคไซน์ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมใดๆ ได้

1.3 มาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Statistics and Probability) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Statistics and Probability)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 2 ภาคเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การเก็บรวบรวมข้อมูล(Data Collection)

1. อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และทำการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่ายได้
2. สร้าง และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ฮิสโตแกรม(histograms) รูปหลายเหลี่ยมของความถี่(frequency polygons) ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สะสม(cumulative frequency distribution functions) แผนภูมิรูปวงกลม(pie charts) แผนภาพการกระจาย(scatterplots) แผนภาพต้นใบ(stem-and-leaf plots) โดยวิธีการสร้างด้วยมือและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. นำข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดได้
สถิติ(Statistics)

4. คำนวณและเลือกใช้ค่าเฉลี่ย(mean) มัธยฐาน(median) ฐานนิยม(mode) พิสัย(range) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(standard deviation) และความแปรปรวน(variance) ได้อย่างเหมาะสม

5. คำนวณหาควอไทล์(quartile) เดไซล์(decile) และเปอร์เซนไทล์(percentile) ของข้อมูลได้

6. ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับค่ามาตรฐานและการแจกแจงปกติได้

7. มีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีแนวโน้มนำเข้าสู่ศูนย์กลาง(the central limit theorem) และประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้

ความน่าจะเป็น(Probability)

8. เข้าใจและใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นได้

9. เข้าใจและใช้กฎการบวกในการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์แบบไม่เกิดร่วม(mutually exclusive) และแบบเกิดร่วม(nonmutually exclusive) ได้

10. เข้าใจและใช้กฎการคูณในการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์แบบเป็นอิสระต่อกัน(independent) และแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน(dependent) ได้

11. คำนวณหาความน่าจะเป็นของคอมพลิเมนต์ของเหตุการณ์(complementary event) ได้

12. เข้าใจความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข(conditional probability) และทฤษฎีบทของเบย์(Bayes' Theorem) และนำไปใช้แก้ปัญหาได้

1.4 มาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-calculus) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-calculus)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 2 ภาคเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตรรกศาสตร์(Logic)

1. หาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมแบบต่างๆได้
2. ตรวจสอบการเป็นสัจนิรันดร์ สมมูล และนิเสธของประพจน์ได้
3. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผลโดยใช้กฎการอ้างเหตุผลได้
4. เข้าใจและหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณได้
5. หาสมมูลและนิเสธของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณได้

ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม(Exponential and Logarithm Functions)

6. วาดกราฟของฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม พร้อมทั้งระบุโดเมน เรนจ์ จุดตัดแกน และเส้นกำกับได้

7. เข้าใจและใช้ความสัมพันธ์ผกผันระหว่างฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมได้

8. แสดงการพิสูจน์สมบัติพื้นฐานของลอการิทึมได้

9. แก่สมการและอสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล สมการและอสมการลอการิทึมได้

10. ใช้บทนิยามของฟังก์ชันลอการิทึมในการเปลี่ยนฐานของลอการิทึมได้

11. ใช้สมบัติของลอการิทึมเพื่อทำนิพจน์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย และหาค่าโดยประมาณได้

12. คำนวณหาค่าโดยประมาณของลอการิทึมธรรมชาติและลอการิทึมสามัญของจำนวนจริงได้

13. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมได้

ลำดับและอนุกรม(Sequences and Series)

14. บอกความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตได้

15. หาพจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตได้

16. เข้าใจและใช้สัญกรณ์ของผลบวก(summation notation)ได้

17. หาผลบวกย่อยของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตได้

18. พิสูจน์และใช้สูตรผลบวกของอนุกรมเลขคณิตและสูตรของอนุกรมเรขาคณิตแบบจำกัดได้

19. หาผลบวกของอนุกรมเรขาคณิตอนันต์ได้

20. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ลำดับและอนุกรมได้

ลิมิตและความต่อเนื่อง(Limit and Continuity)

21. เข้าใจและใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลิมิตของลำดับหรือฟังก์ชันเมื่อตัวแปร มีค่าเข้าใกล้อนันต์หรือจำนวนใดๆ รวมทั้งบอกได้ว่าลำดับนั้นลู่เข้า(convergent)หรือลู่ออก (divergent)

22. ตรวจสอบความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ณ จุดที่กำหนดให้ได้

การหาอนุพันธ์เบื้องต้น(Introduction to Differentiation)

23. หาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยและอัตราการเปลี่ยนแปลง ณ ระยะเวลาหนึ่งได้

24. หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนามที่กำหนดให้โดยใช้สูตรได้

25. นำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันไปประยุกต์ใช้ในการหาความเร็ว ความเร่ง ความชัน ฟังก์ชันเพิ่ม/ฟังก์ชันลด และค่าสูงสุด/ต่ำสุดได้

1.5 มาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาเพิ่มเติมที่เรียนใน 1 ภาคเรียน สำหรับนักเรียนที่ผ่านรายวิชาพีชคณิตและเรขาคณิตมาแล้ว

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ(Trigonometric Functions)

- อธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันไซน์และโคไซน์โดยใช้รูปวงกลมหนึ่งหน่วยได้
- เปลี่ยนหน่วยการวัดมุมระหว่างหน่วยองศาและหน่วยเรเดียนได้
- เรียนรู้ค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม $0, \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{6}, \pi$ และใช้ค่าเหล่านี้ในการหาค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมอื่นๆ ได้
- อธิบายลักษณะของกราฟและวาดกราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติทั้ง 6 ฟังก์ชันได้
- หาโดเมน เรนจ์ จุดตัด คาบ แอมพลิจูด และเส้นกำกับของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้
- วาดกราฟที่เกิดจากการเลื่อนขนาน(translation)ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และวิเคราะห์ลักษณะของกราฟที่เปลี่ยนไป เช่น คาบ แอมพลิจูด และการเลื่อนเฟส(phase shift) ได้
- อธิบายความหมายและวาดกราฟของตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้
- หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติและตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนใดๆ ได้
- อธิบายได้ว่าค่าแทนเจนต์ของมุมที่เส้นตรงหนึ่งทำกับแกน X มีค่าเท่ากับความชันของเส้นตรงนั้น
- เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และฟังก์ชันเชิงวงกลมได้

- แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติได้

เอกลักษณ์และสมการตรีโกณมิติ(Trigonometric Identities and Equations)

- เข้าใจและใช้ความสัมพันธ์ $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ ในการแก้ปัญหาได้
- ใช้เอกลักษณ์พื้นฐานในการแสดงการพิสูจน์เอกลักษณ์อื่นๆ และเขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้

14. เข้าใจและใช้สูตรฟังก์ชันตรีโกณมิติของผลบวกและผลต่างของจำนวนจริงหรือมุมเพื่อแสดงการพิสูจน์เอกลักษณ์อื่นๆ ได้

15. เข้าใจและใช้สูตรฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมขนาดสองเท่าและครึ่งมุม และนำไปใช้เพื่อแสดงการพิสูจน์เอกลักษณ์อื่นๆ ได้

16. แก้สมการตรีโกณมิติและตรวจสอบคำตอบได้

17. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สมการตรีโกณมิติในสถานการณ์ของชีวิตจริงได้

พิกัดเชิงขั้วและจำนวนเชิงซ้อน(Polar Coordinates and Complex Numbers)

18. อธิบายความหมายของพิกัดเชิงขั้วและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดเชิงขั้วกับพิกัดคาร์ทีเซียนได้

19. เขียนสมการที่กำหนดในระบบพิกัดฉากให้อยู่ในรูปพิกัดเชิงขั้วได้

20. วาดกราฟของสมการในระนาบพิกัดเชิงขั้วได้

21. เขียนจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว และคำนวณหาผลคูณและผลหารของจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วได้

22. อธิบายและแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทของเดอมัวร์(De Moivre's Theorem) และนำไปใช้ได้

1.6 มาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาเพิ่มเติมที่เรียนใน 2 ภาคเรียน สำหรับนักเรียนที่ผ่านรายวิชาพีชคณิตและเรขาคณิตมาแล้ว

วิธีการนับ(Counting Techniques)

1. ใช้หลักมูลฐานเกี่ยวกับการนับ(fundamental counting principle) วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ เพื่อหาจำนวนผลลัพธ์ในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดและเชื่อมโยงกับความน่าจะเป็นได้

2. ใช้ข่ายงาน(network) วิถี(traceable path) แผนภาพเวนน์(Venn diagram) รวมถึงการใช้ตัวแทนด้วยภาพ(pictorial representation) อื่นๆ ในการหาจำนวนผลลัพธ์ในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้

ขั้นตอนวิธี(Algorithm) และการเวียนซ้ำ(Recursion)

3. ใช้ขั้นตอนวิธีของยุคลิด(Euclidean algorithm) แสดงการหา ห.ร.ม. ได้
4. ใช้ขั้นตอนวิธีและการเวียนซ้ำในการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้
5. ใช้การเวียนซ้ำเป็นเครื่องมือในการศึกษาเกี่ยวกับแฟรคทัล(fractal) ลำดับ และ

อนุกรมได้

ทฤษฎีกราฟ(Graph Theory)

6. ใช้กราฟซึ่งประกอบด้วยจุดยอดและเส้นเชื่อมในการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหาได้

7. ศึกษาเกี่ยวกับวิถี(path) วงจร(circuit) วงวน(loop) วัฏจักร(cycle) และกราฟออยเลอร์(Eulerian graph) เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาได้

8. ใช้วิธีการให้สีกราฟ(graph coloring technique) ในการแก้ปัญหาได้

9. ใช้ต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด(minimal spanning tree)ในการแก้ปัญหาได้

กำหนดการเชิงเส้น(Linear Programming)

10. ใช้วิธีใช้กราฟในการแก้ปัญหาค่าเหมาะที่สุด(optimization problem)ได้

2. มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) รูปแบบการเขียนที่ 4

ผลการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยใช้รูปแบบการเขียนที่ 4 จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา มีดังนี้

2.1 มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 3 ภาคเรียนแรกของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

มาตรฐานที่ 1 เซต(Sets)

นักเรียนสามารถดำเนินการเกี่ยวกับเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตในการแก้ปัญหา

1.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการเขียนแทนเซตและการดำเนินการของเซต

1.2 เขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซต และนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้

มาตรฐานที่ 2 ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน(Relations and Functions)

นักเรียนสามารถวาดและวิเคราะห์กราฟของความสัมพันธ์และฟังก์ชัน การหาผลลัพธ์ทางพีชคณิตของฟังก์ชัน ฟังก์ชันประกอบ(composite function) และฟังก์ชันผกผัน (inverse function) ตลอดจนใช้ฟังก์ชันสร้างแบบจำลองเพื่อแก้โจทย์ปัญหา

2.1 วาดกราฟของความสัมพันธ์ และกราฟของฟังก์ชันพหุนาม ฟังก์ชันตรรกยะ ฟังก์ชันพีชคณิต และฟังก์ชันแบบช่วงได้

2.2 หาโดเมน เรนจ์ จุดตัด ค่าที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่าเป็นศูนย์ เส้นกำกับ และจุดที่ฟังก์ชันไม่ต่อเนื่องได้

2.3 ใช้สัญกรณ์เชิงฟังก์ชันในการหาผลลัพธ์ทางพีชคณิตของฟังก์ชันได้

2.4 เข้าใจและสามารถหาฟังก์ชันประกอบได้

2.5 หาฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันที่กำหนดให้ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องได้

2.6 เข้าใจและวาดกราฟของฟังก์ชันอิงตัวแปรเสริมได้

2.7 ใช้ฟังก์ชันในการสร้างแบบจำลองเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้

มาตรฐานที่ 3 สมการและอสมการเชิงเส้นในรูปค่าสัมบูรณ์(Linear and Absolute Value Equations and Inequalities)

นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับระบบสมการและอสมการเชิงเส้นเพื่อแก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งสร้างแบบจำลองข้อมูลโดยใช้สมการเชิงเส้น

3.1 วาดกราฟของสมการและอสมการในรูปค่าสัมบูรณ์ได้

3.2 ใช้การแทนค่าและการกำจัดตัวแปร ในการแก้ระบบสมการเชิงเส้นที่มีสองตัวแปรหรือสามตัวแปรได้

3.3 ใช้ระบบสมการและอสมการเชิงเส้นในการแก้โจทย์ปัญหาได้

3.4 ใช้สมการเชิงเส้นในการสร้างแบบจำลองเซตของข้อมูลเพื่อสร้างข้อคาดการณ์ได้

มาตรฐานที่ 4 เมทริกซ์(Matrices)

นักเรียนสามารถใช้เมทริกซ์ในการแก้ปัญหา

4.1 ใช้เมทริกซ์ในการจัดการและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2 ใช้การดำเนินงานทางเมทริกซ์(matrix operation)ในการแก้ปัญหาได้

4.3 ใช้วิธีการลดแถว(row-reduction technique)ในการแก้ปัญหาได้

4.4 ใช้เมทริกซ์ผกผันในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานที่ 5 สมการกำลังสองและฟังก์ชันกำลังสอง(Quadratic Equations and Functions)

นักเรียนสามารถแก้สมการกำลังสองที่มีรากเป็นจำนวนจริงและจำนวนเชิงซ้อน
หาค่าสูงสุดและต่ำสุดของฟังก์ชันกำลังสอง รวมทั้งแก้สมการในรูปเครื่องหมายกรณฑ์

5.1 อธิบายและแสดงการดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อนได้

5.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจริงและจำนวนเชิงซ้อน รวมทั้งลงจุดแทน
จำนวนเชิงซ้อนบนระนาบเชิงซ้อนได้

5.3 แก้สมการกำลังสองในระบบจำนวนเชิงซ้อนได้

5.4 วาดกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ประยุกต์ใช้การแปลงฟังก์ชันกำลังสอง หา
ค่าที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่าเท่ากับศูนย์ และค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดของฟังก์ชันกำลังสองได้

5.5 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการกำลังสองได้

5.6 แก้สมการที่อยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์ได้

5.7 แก่ระบบสมการสองตัวแปรที่ประกอบด้วยสมการเชิงเส้นกับสมการกำลังสอง
หรือสมการกำลังสองทั้งสองสมการได้

มาตรฐานที่ 6 พหุนาม(Polynomials)

นักเรียนสามารถใช้ทฤษฎีบททวินาม การหารและแยกตัวประกอบของพหุนาม
และแก้สมการพหุนาม

6.1 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบททวินามในการขยายความรู้จากนิพจน์กำลังสองไปสู่
นิพจน์ที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกได้

6.2 หาผลหารของพหุนามได้

6.3 แยกตัวประกอบของพหุนามและแก้สมการของพหุนามโดยใช้ทฤษฎีบทหลัก
มูลของพีชคณิต ทฤษฎีบทตัวประกอบ และทฤษฎีบทตัวประกอบจำนวนตรรกยะได้

6.4 ใช้สมการพหุนามเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้

6.5 สร้างสมการพหุนามจากคำตอบที่กำหนดให้ได้

6.6 เข้าใจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของสมการ ค่าที่ทำให้ฟังก์ชันมี
ค่าเท่ากับศูนย์ จุดตัดแกน X ของกราฟ และตัวประกอบของนิพจน์ในรูปพหุนามได้

มาตรฐานที่ 7 เศษส่วนพหุนาม(Algebraic Fractions)

นักเรียนสามารถคำนวณเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนลบและ
จำนวนตรรกยะ ทำเศษส่วนพหุนามให้อยู่ในรูปอย่างง่าย และแก้สมการที่เกี่ยวกับเศษส่วนพหุนาม

7.1 เข้าใจและใช้เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนลบและจำนวนตรรกยะได้
อย่างถูกต้อง

7.2 บวก ลบ คูณ หาร และทำเศษส่วนพหุนามให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้

7.3 ทำพหุนามที่เป็นเศษส่วนซ้อนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้

7.4 แก้วสมการที่อยู่ในรูปเศษส่วนพหุนามได้

7.5 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนพหุนามได้

2.2 มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 2 ภาคเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มาตรฐานที่ 1 เรขาคณิตวิเคราะห์(Analytic Geometry)

นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.1 หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง และระยะระหว่างเส้นตรงกับจุดได้

1.2 หาความชันของเส้นตรง สมการเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉากและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

1.3 แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ได้

มาตรฐานที่ 2 ภาควัดกรวย(Conic Sections)

นักเรียนสามารถเขียนสมการและวาดกราฟของภาควัดกรวย ซึ่งประกอบด้วย วงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

2.1 เขียนสมการของภาควัดกรวยเมื่อระบุองค์ประกอบมาให้ได้

2.2 วาดกราฟของภาควัดกรวยและวิเคราะห์องค์ประกอบของแต่ละกราฟได้

2.3 ใช้ความรู้เรื่องการเลื่อนแกนทางขนานไปใช้ในการวาดกราฟของภาควัดกรวยได้

มาตรฐานที่ 3 การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางเรขาคณิต(Reasoning and Geometric Proof)

นักเรียนมีความเข้าใจการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผล และสามารถแสดงการพิสูจน์สมบัติและทฤษฎีบทต่างๆ อย่างมีแบบแผน

3.1 ใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยในการสร้างข้อความคาดการณ์(conjecture) และใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้

3.2 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผลโดยใช้แผนภาพได้

3.3 นำสมบัติของจำนวนเต็มไปใช้ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับการหารลงตัวได้

3.4 แสดงการพิสูจน์สมบัติและทฤษฎีบททางเรขาคณิตแบบใช้ตาราง 2 คอลัมน์ได้

มาตรฐานที่ 4 เวกเตอร์(Vector)

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

4.1 เข้าใจและเขียนแสดงเวกเตอร์ในปริภูมิสามมิติได้

4.2 หาผลบวกเวกเตอร์ ผลคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ ผลคูณเชิงสเกลาร์ และผลคูณเชิงเวกเตอร์ได้

4.3 หาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ที่กำหนดให้ได้

4.4 ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ของชีวิตจริงได้

มาตรฐานที่ 5 อัตราส่วนตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก(Right Triangle Trigonometry)

นักเรียนสามารถบอกความหมายและประยุกต์ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในการแก้ปัญหา

5.1 บอกความหมายและหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติทั้ง 6 ค่าของมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

5.3 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติได้

5.3 ประยุกต์ใช้กฎของไซน์และกฎของโคไซน์ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมใดๆ ได้

2.3 มาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Statistics and Probability) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Statistics and Probability)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 2 ภาคเรียนของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐานที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล(Data Collection)

นักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูล สำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย นำเสนอข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ตลอดจนนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจอย่างเหมาะสม

1.1 อธิบายวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และทำการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่ายได้

1.2 สร้าง และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ฮิสโทแกรม(histograms) รูปหลายเหลี่ยมของความถี่(frequency polygons) ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่สะสม(cumulative frequency distribution functions) แผนภูมิรูปวงกลม(pie charts) แผนภาพการกระจาย(scatterplots) แผนภาพต้นใบ(stem-and-leaf plots) โดยวิธีการสร้างด้วยมือและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.3 นำข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดได้

มาตรฐานที่ 2 สถิติ(Statistics)

นักเรียนสามารถใช้การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย และการแจกแจงปกติในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 คำนวณและเลือกใช้ค่าเฉลี่ย(mean) มัชฐาน(median) ฐานนิยม(mode) พิสัย(range) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(standard deviation) และความแปรปรวน(variance) ได้อย่างเหมาะสม

2.2 คำนวณหาควอไทล์(quartile) เดไซล์(decile) และเปอร์เซนไทล์(percentile) ของข้อมูลได้

2.3 ประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับค่ามาตรฐานและการแจกแจงปกติได้

2.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง(the central limit theorem) และประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้

มาตรฐานที่ 3 ความน่าจะเป็น(Probability)

นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ในสถานการณ์ต่างๆ

3.1 เข้าใจและใช้กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นได้

3.2 เข้าใจและใช้กฎการบวกในการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์แบบไม่เกิดร่วม(mutually exclusive) และแบบเกิดร่วม(nonmutually exclusive) ได้

3.3 เข้าใจและใช้กฎการคูณในการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์แบบเป็นอิสระต่อกัน(independent) และแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน(dependent) ได้

3.4 คำนวณหาความน่าจะเป็นของคอมพลีเมนต์ของเหตุการณ์(complementary event) ได้

3.5 เข้าใจความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข(conditional probability) และทฤษฎีบทของเบย์(Bayes' Theorem) และนำไปใช้แก้ปัญหาได้

2.4 มาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-calculus) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-calculus)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาพื้นฐานที่เรียนใน 2 ภาคเรียน ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มาตรฐานที่ 1 ตรรกศาสตร์(Logic)

นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ สัจนิรันดร์ สมมูล และนิเสธของประพจน์ ตลอดจนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้าง เหตุผลทางตรรกศาสตร์

- 1.1 หาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมแบบต่างๆได้
- 1.2 ตรวจสอบการเป็นสัจนิรันดร์ สมมูล และนิเสธของประพจน์ได้
- 1.3 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการอ้างเหตุผลโดยใช้กฎการอ้างเหตุผลได้
- 1.4 เข้าใจและหาค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณได้
- 1.5 หาสมมูลและนิเสธของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณได้

มาตรฐานที่ 2 ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม(Exponential and Logarithm Functions)

นักเรียนสามารถวาดกราฟของฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและเปลี่ยนเป็นรูป ลอการิทึม แก่สมการและอสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล สมการและอสมการลอการิทึม รวมทั้งแก้ โจทย์ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

- 2.1 วาดกราฟของฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม พร้อมทั้งระบุ โดเมน เรนจ์ จุดตัดแกน และเส้นกำกับได้
- 2.2 เข้าใจและใช้ความสัมพันธ์ผกผันระหว่างฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชัน ลอการิทึมได้
- 2.3 แสดงการพิสูจน์สมบัติพื้นฐานของลอการิทึมได้
- 2.4 แก่สมการและอสมการเอ็กซ์โพเนนเชียล สมการและอสมการลอการิทึมได้
- 2.5 ใช้บทนิยามของฟังก์ชันลอการิทึมในการเปลี่ยนฐานของลอการิทึมได้
- 2.6 ใช้สมบัติของลอการิทึมเพื่อทำนิพจน์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย และหาค่า โดยประมาณได้
- 2.7 คำนวณหาค่าโดยประมาณของลอการิทึมธรรมชาติและลอการิทึมสามัญของ จำนวนจริงได้

2.8 แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมได้

มาตรฐานที่ 3 ลำดับและอนุกรม(Sequences and Series)

นักเรียนสามารถบอกความหมายและใช้ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

3.1 บอกความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตได้

3.2 หาพจน์ที่ n ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตได้

3.3 เข้าใจและใช้สัญกรณ์ของผลบวก(summation notation)ได้

3.4 หาผลบวกย่อยของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตได้

3.5 พิสูจน์และใช้สูตรผลบวกของอนุกรมเลขคณิตและสูตรของอนุกรมเรขาคณิตแบบจำกัดได้

3.6 หาผลบวกของอนุกรมเรขาคณิตอนันต์ได้

3.7 แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ลำดับและอนุกรมได้

มาตรฐานที่ 4 ลิมิตและความต่อเนื่อง (Limit and Continuity)

นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลิมิต ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา

4.1 เข้าใจและใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลิมิตของลำดับหรือฟังก์ชันเมื่อตัวแปร มีค่าเข้าใกล้อนันต์หรือจำนวนใดๆ รวมทั้งบอกได้ว่าลำดับนั้นลู่เข้า(convergent) หรือลู่ออก (divergent)

4.2 ตรวจสอบความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ณ จุดที่กำหนดให้ได้

มาตรฐานที่ 5 การหาอนุพันธ์เบื้องต้น(Introduction to Differentiation)

นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับอนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนาม สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

5.1 หาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยและอัตราการเปลี่ยนแปลง ณ ระยะเวลาหนึ่งได้

5.2 หาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพหุนามที่กำหนดให้โดยใช้สูตรได้

5.3 นำความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ไปประยุกต์ใช้ในการหาความเร็ว ความเร่ง ความชัน ฟังก์ชันเพิ่ม/ฟังก์ชันลด และค่าสูงสุด/ต่ำสุดได้

2.5 มาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาเพิ่มเติมที่เรียนใน 1 ภาคเรียน สำหรับนักเรียนที่ผ่านรายวิชาพีชคณิตและเรขาคณิตมาแล้ว

มาตรฐานที่ 1 ฟังก์ชันตรีโกณมิติ(Trigonometric Functions)

นักเรียนสามารถอธิบายฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้รูปวงกลมหนึ่งหน่วย การวัดมุม ในหน่วยของศาและหน่วยเรเดียน วาดกราฟและวิเคราะห์กราฟ หาฟังก์ชันผกผัน และนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหา

1.1 อธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันไซน์และโคไซน์โดยใช้รูปวงกลมหนึ่งหน่วย ได้

1.2 เปลี่ยนหน่วยการวัดมุมระหว่างหน่วยของศาและหน่วยเรเดียนได้

1.3 เรียนรู้ค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม $0, \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{6}, \pi$ และใช้ค่าเหล่านี้ ในการหาค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมอื่นๆ ได้

1.4 อธิบายลักษณะของกราฟและวาดกราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติทั้ง 6 ฟังก์ชันได้

1.5 หาโดเมน เรนจ์ จุดตัด คาบ แอมพลิจูด และเส้นกำกับของฟังก์ชันตรีโกณมิติ ได้

1.6 วาดกราฟที่เกิดจากการเลื่อนขนาน(translation)ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และ วิเคราะห์ลักษณะของกราฟที่เปลี่ยนไป เช่น คาบ แอมพลิจูด และการเลื่อนเฟส(phase shift) ได้

1.7 อธิบายความหมายและวาดกราฟของตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้

1.8 หาค่าของฟังก์ชันตรีโกณมิติและตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวน ใดๆ ได้

1.9 อธิบายได้ว่าค่าแทนเจนต์ของมุมที่เส้นตรงหนึ่งทำกับแกน X มีค่าเท่ากับ ความชันของเส้นตรงนั้น

1.10 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม มุมฉาก ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และฟังก์ชันเชิงวงกลมได้

1.11 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติได้

มาตรฐานที่ 2 เอกลักษณ์และสมการตรีโกณมิติ(Trigonometric Identities and Equations)

นักเรียนสามารถพิสูจน์เอกลักษณ์ แก้สมการตรีโกณมิติ และแก้โจทย์ปัญหาใน สถานการณ์ของชีวิตจริง

2.1 เข้าใจและใช้ความสัมพันธ์ $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ ในการแก้ปัญหาได้

2.2 ใช้เอกลักษณ์พื้นฐานในการแสดงการพิสูจน์เอกลักษณ์อื่นๆ และเขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้

2.3 เข้าใจและใช้สูตรฟังก์ชันตรีโกณมิติของผลบวกและผลต่างของจำนวนจริงหรือมุมเพื่อแสดงการพิสูจน์เอกลักษณ์อื่นๆ ได้

2.4 เข้าใจและใช้สูตรฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุมขนาดสองเท่าและครึ่งมุม และนำไปใช้เพื่อแสดงการพิสูจน์เอกลักษณ์อื่นๆ ได้

2.5 แก้สมการตรีโกณมิติและตรวจสอบคำตอบได้

2.6 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สมการตรีโกณมิติในสถานการณ์ของชีวิตจริงได้

มาตรฐานที่ 3 พิกัดเชิงขั้วและจำนวนเชิงซ้อน(Polar Coordinates and Complex Numbers)

นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพิกัดเชิงขั้วและจำนวนเชิงซ้อน และเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างจำนวนเชิงซ้อนกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ

3.1 อธิบายความหมายของพิกัดเชิงขั้วและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดเชิงขั้วกับพิกัดคาร์ทีเซียนได้

3.2 เขียนสมการที่กำหนดในระบพิกัดฉากให้อยู่ในรูปพิกัดเชิงขั้วได้

3.3 วาดกราฟของสมการในระนาบพิกัดเชิงขั้วได้

3.4 เขียนจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว และคำนวณหาผลคูณและผลหารของจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วได้

3.5 อธิบายและแสดงการพิสูจน์ทฤษฎีบทของเดอมัวร์(De Moivre's Theorem) และนำไปใช้ได้

2.6 มาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics) มีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics)

มาตรฐานรายวิชานี้เป็นแนวทางในการสร้างรายวิชาเพิ่มเติมที่เรียนใน 2 ภาคเรียน สำหรับนักเรียนที่ผ่านรายวิชาพีชคณิตและเรขาคณิตมาแล้ว

มาตรฐานที่ 1 วิธีการนับ(Counting Techniques)

นักเรียนสามารถใช้วิธีการนับ(Counting Techniques) เพื่อแก้ปัญหาได้

1.1 ใช้หลักมูลฐานเกี่ยวกับการนับ(fundamental counting principle) วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ เพื่อหาจำนวนผลลัพธ์ในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดและเชื่อมโยงกับความน่าจะเป็นได้

1.2 ใช้ข่ายงาน(network) วิธี(traceable path) แผนภาพเวนน์(Venn diagram) รวมถึงการใช้ตัวแทนด้วยภาพ(pictorial representation) อื่นๆ ในการหาจำนวนผลลัพธ์ในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้

มาตรฐานที่ 2 ขั้นตอนวิธี(Algorithm) และการเวียนซ้ำ(Recursion)

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีและการเวียนซ้ำ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา

2.1 ใช้ขั้นตอนวิธีของยุคลิด(Euclidean algorithm) แสดงการหา ห.ร.ม. ได้

2.2 ใช้ขั้นตอนวิธีและการเวียนซ้ำในการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

2.3 ใช้การเวียนซ้ำเป็นเครื่องมือในการศึกษาเกี่ยวกับแฟรคทัล(fractal) ลำดับ และอนุกรมได้

มาตรฐานที่ 3 ทฤษฎีกราฟ(Graph Theory)

นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกราฟของจุดยอดและเส้นเชื่อม สามารถใช้กราฟเพื่อสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย ศึกษาการวิเคราะห์วิถีวิกฤติ(critical path analysis) ปัญหาการให้สีกราฟ(graph coloring problem) และต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด(minimal spanning tree)

3.1 ใช้กราฟซึ่งประกอบด้วยจุดยอดและเส้นเชื่อมในการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหาได้

3.2 ศึกษาเกี่ยวกับวิถี(path) วงจร(circuit) วงวน(loop) วัฏจักร(cycle) และกราฟออยเลอร์(Eulerian graph) เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาได้

3.3 ใช้วิธีการให้สีกราฟ(graph coloring technique) ในการแก้ปัญหาได้

3.4 ใช้ต้นไม้แผ่ทั่วน้อยที่สุด(minimal spanning tree)ในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐานที่ 4 กำหนดการเชิงเส้น(Linear Programming)

นักเรียนสามารถใช้กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุด(optimization problem)

4.1 ใช้วิธีใช้กราฟในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุด(optimization problem)ได้

ตอนที่ 6 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้

จากการประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้ ดังนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่านให้ความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ามาตรฐานรายวิชาที่เขียนโดยใช้รูปแบบการเขียนที่ 4 น่าจะเหมาะสมกับการนำไปใช้มากกว่ารูปแบบที่ 2 เนื่องจากมีรายละเอียดชัดเจน อีกทั้งการกำหนดองค์ความรู้เรื่องหนึ่งๆ เป็นมาตรฐานหนึ่งข้อจะส่งผลให้การสื่อสารอ้างอิงมาตรฐานทำได้สะดวกขึ้น

2. ควรมีการกำหนดแนวทางในการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปพัฒนาเป็นรายวิชา(Courses) คณิตศาสตร์ในหลักสูตรโรงเรียนไว้ด้วย สำหรับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน ได้แก่ พีชคณิต(Algebra) เรขาคณิต(Geometry) สถิติและความน่าจะเป็น(Statistics and Probability) และพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-calculus)เป็นองค์ความรู้หลักที่จำเป็นต้องมีการกำหนดช่วงเวลาและจัดลำดับรายวิชา(Courses Sequence) ที่ตายตัวตามหลักกระบวนการเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม ได้แก่ ตรีโกณมิติ(Trigonometry) และวิยุตคณิต(Discrete Mathematics) โรงเรียนสามารถจัดได้อย่างยืดหยุ่นหลังจากที่นักเรียนมีองค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 1

รายวิชา / ภาคเรียน	ภาคเรียน 1	ภาคเรียน 2	ภาคเรียน 3	ภาคเรียน 4	ภาคเรียน 5	ภาคเรียน 6
พีชคณิต						
เรขาคณิต						
สถิติและความน่าจะเป็น						
พื้นฐานแคลคูลัส						
ตรีโกณมิติ (1 ภาคเรียน)						
วิยุตคณิต (2 ภาคเรียน)						

ภาพที่ 22 แนวทางการจัดรายวิชา(Courses)คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับประเทศไทย

3. กระทรวงศึกษาธิการ โดย สพฐ. ควรกำหนดเงื่อนไขการจบหลักสูตรให้ชัดเจนว่า นักเรียนต้องผ่านมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน(บังคับ)ใดบ้าง และต้องผ่านมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม (เลือก) จำนวนรายวิชาหรือจำนวนหน่วยกิตอย่างน้อยเท่าใด

ตอนที่ 7 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำ มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย ทั้ง 6 มาตรฐานรายวิชาไปใช้ โดยจัดหมวดหมู่และนำเสนอเป็น 3 หมวด คือ แผนการสอน (Lesson Plan) สื่อ/กิจกรรม และเครื่องมือประเมินผล ดังนี้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra)

แผนการสอน

<http://shodor.org/interactivate/lessons/IntroductionFunction/>

Introduction to Function จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟังก์ชัน นำเสนอแนวทางการจัด กิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชัน การแสดงฟังก์ชันในรูปสูตรและตาราง ผ่านกิจกรรม การอภิปรายร่วมกัน เกม รวมทั้งใช้เทคโนโลยีประกอบการเรียนรู้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความ สอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้ พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัด กิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=24059

Who am I? Find a Polynomial Form Its Roots จัดทำโดย ALEX

แผนการสอนนี้มีจุดประสงค์ให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์รากและลักษณะแนวโน้มของ พหุนาม เขียนสมการพหุนามภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ประยุกต์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับการคูณของราก

สัญลักษณ์ของรากอตรรกยะหรือรากที่เป็นจำนวนจินตภาพ เพื่อหาพหุนามภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด สามารถแยกตัวประกอบของพหุนามเพื่อหารากเชิงซ้อน รวมทั้งเขียนกราฟของพหุนามและระบุค่าสูงสุด/ต่ำสุดได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย ภาพรวมของบทเรียน(Overview/ Annotation) มาตรฐานที่สอดคล้อง(Content/Local/National Standards) จุดประสงค์การเรียนรู้(Primary/ Additional Learning Objectives) สื่อและอุปกรณ์(Materials and Equipment) แหล่งเทคโนโลยีที่จำเป็น(Technology Resources Needed) การเตรียมการ(Background/ Preparation) กิจกรรมการเรียนรู้(Procedure/Activities) ไฟล์เอกสารประกอบบทเรียน (Attachments) วิธีการประเมิน(Assessment Strategies) ส่วนเพิ่มเติม(Extension) และการปรับแก้ (Remediation)

<http://shodor.org/interactivate/lessons/GraphsAndFunctions/>

Graphs and Functions จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง กราฟและฟังก์ชัน นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเกี่ยวกับการวาดกราฟของฟังก์ชัน พร้อมทั้งมีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเครื่องมือช่วยวาดกราฟแบบออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจด้วย เหมาะสำหรับจัดกิจกรรมทั้งแบบเดี่ยวและเรียนรู้เป็นกลุ่ม

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

<http://shodor.org/interactivate/lessons/VerticalLineTest/>

Functions and the Vertical Line Test จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง การตรวจสอบความเป็นฟังก์ชันด้วยเส้นตั้งฉาก นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน พร้อมทั้งมีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเครื่องมือช่วยวาดกราฟแบบออนไลน์

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher

Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L376>

Modeling Orbital Debris Problems จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง การสร้างแบบจำลองด้วยฟังก์ชัน บทเรียนนี้กำหนดประเด็นปัญหาให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับมลภาวะที่เกิดจากมนุษย์ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับฟังก์ชันและการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์แนวโน้ม โดยใช้เทคโนโลยีช่วยในการแก้ปัญหา

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U143>

Whelk-Come to Mathematics จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง ฟังก์ชันตรรกยะ ผ่านกิจกรรมกลุ่มเพื่อศึกษาพฤติกรรม การเลือกขนาดหอยทะเลอย่างแม่นยำของนกนางนวล ซึ่งประกอบด้วย 4 บทเรียน คือ 1) Northwestern Crows 2) Conduct an Experiment 3) Analyzing the Data และ 4) Work to a Conclusion

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations) พร้อมกับการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมหลากหลายรูปแบบทั้งคลิปวิดีโอ ใบกิจกรรม และ Spreadsheet

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L606>

Light It Up จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง การประยุกต์ใช้ฟังก์ชันตรรกยะในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการศึกษาค้นคว้าของแสงกับกระเจกเงา พร้อมทั้งมีใบกิจกรรมและเครื่องมือสำเร็จรูปสำหรับประกอบการทดลอง

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณครูคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L657>

Mars Orbit จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง สมการอิงตัวแปรเสริม(Parametric Equation) บทเรียนนี้กำหนดประเด็นให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับวงโคจรของดาวอังคาร เพื่ออธิบายลักษณะการโคจรของดาวอังคารกับโลก โดยใช้สมการอิงตัวแปรเสริมในการออกแบบและแก้ปัญหา

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณครูคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

สื่อและกิจกรรม

<http://www.doe.virginia.gov/instruction/mathematics/high/index.shtml>

Algebra I Materials – Project Graduation จัดทำโดย Virginia Department of Education

คลังกิจกรรมรายวิชาพีชคณิต ประกอบด้วยเกมและแบบฝึก จำนวน 10 บทเรียน ได้แก่ Expressions and Square Roots / Exponents, Scientific Notation, Multiplying and Dividing Polynomials / Adding, Subtracting and Multiplying Polynomials / Factoring Polynomials, Solving Quadratics / Solving Equations and Inequalities, Order of Operations, Properties / Solving Literal Equations, Slope of Line / Graphing Equations of Lines,

Writing Equations of Lines / Solving Systems of Equations / Relations and Functions และ Matrices, Line of Best Fit, Measures of Central Tendency, Range, and Box-and-whisker Plots

http://www.webgraphing.com/plotting_basic.jsp?goog=algebra&gclid=CNPw05GHwaYCFYE3pAod-QILg

Graphing Calculator จัดทำโดย Barry Cherkas

เว็บไซต์นี้นำเสนอในรูปแบบโปรแกรมเครื่องคำนวณเชิงกราฟออนไลน์ สามารถช่วยในการวาดกราฟโดยการพิมพ์สมการของฟังก์ชันพหุนามที่ต้องการด้วยปุ่มบนหน้าจอเครื่องคำนวณ

<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie.html>

The Learning Units of the Gallery จัดทำโดย Maths Online

คลังบทเรียนเกี่ยวกับพีชคณิต โดยแต่ละบทเรียนจะมีเครื่องมือสำหรับให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดด้วยตนเอง นอกจากนี้บางบทเรียนยังมีใบงานฝึกหัดและ link ไปยังแหล่งเรียนรู้ด้วย

<http://www.kutasoftware.com/freeia2.html>

Free Algebra 2 Worksheets จัดทำโดย Kuta Software LLC

คลังใบกิจกรรมรายวิชาพีชคณิต แยกตามบทเรียน ได้แก่ Basic / Equations and Inequalities / Linear Relations and Functions / Systems of Equations and Inequalities / Matrices / Quadratic Functions and Inequalities / Complex Numbers / Polynomial Functions / General Functions / Radical Functions and Rational Exponents / Conic Sections / Sequences and Series / Rational Expressions / Exponential and Logarithmic Functions และ Trigonometry สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

<http://www.analyzemath.com/appliedmath.html>

Mathematics Applied to Physics and Engineering จัดทำโดย Dr.Abdelkader

Dendane

คลังกิจกรรมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับฟิสิกส์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นการใช้พีชคณิตและฟังก์ชันในการสร้างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหา ประกอบด้วยบทเรียนจำนวน 13 บทเรียน

เครื่องมือประเมินผล

<http://arkansased.org/testing/assessment/algII.html>

Student Assessment - Algebra II Test : Test Administration Manual

เอกสารการประเมินหลังเรียน ในโครงการ American Diploma Project จัดทำโดย NCS Pearson ,Inc. ประกอบด้วยแบบทดสอบพร้อมเฉลยอย่างละเอียด

www.matttolevalley.com/MATH_STAR/cstrtqalgebra2.pdf

เอกสารข้อสอบจัดทำโดย California Department of Education เพื่อใช้ในการทดสอบของรัฐ California ในปี 2009(สงวนลิขสิทธิ์)

http://www.doe.virginia.gov/testing/sol/released_tests/2009/test09_eoc_algebra2_reduced.pdf

เอกสารข้อสอบจัดทำโดย The Commonwealth of Virginia Department of Education เพื่อใช้ในการทดสอบของรัฐ Virginia ในปี 2009(สงวนลิขสิทธิ์)

http://www.jmap.org/JMAP_ALGEBRA_2_AND_TRIGONOMETRY_AMSCO_RESOURCES.htm

Jefferson Math Project : Resources for AMSCO Algebra 2/ Trigonometry

คลังแบบทดสอบจัดทำโดย JMAP,Inc. โดยข้อสอบจะเชื่อมโยง(alignment)กับตัวชี้วัดแต่ละข้อ และมี link ไปยังเนื้อหาซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจก่อนแล้วจึงย้อนกลับมาทำแบบทดสอบใหม่ได้ เหมาะสำหรับใช้เป็นแบบฝึกหัด ประเมินหลังเรียน และเตรียมสอบแข่งขัน

2. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry)

แผนการสอน

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L792>

Cutting Conics จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง การตัดกรวย บทเรียนนี้เป็นกิจกรรมการสำรวจการตัดกรวยด้วยระนาบในแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเบื้องต้นเกี่ยวกับภาคตัดกรวย

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณครูคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

<http://school.discoveryeducation.com/lessonplans/programs/conceptsInGeometry/>

Concepts in Geometry จัดทำโดย Discovery Education, LLC

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง การให้เหตุผลและการพิสูจน์ โดยเริ่มกิจกรรมด้วยการให้นักเรียนศึกษาวิธีการพิสูจน์ทฤษฎีบทพีทาโกรัสจากเว็บไซต์ที่กำหนดให้ สรุปและแลกเปลี่ยนกับเพื่อน จากนั้นนักเรียนออกไปวัดระยะของเงาของสิ่งต่างๆ ในสนามหญ้าเพื่อนำมาแสดงการคำนวณหาความสูงที่แท้จริง ต่อด้วยการศึกษาสัจพจน์ของเธลีส(postulates of Thales) และให้นักเรียนฝึกแสดงการพิสูจน์

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) เครื่องมือ(Materials) การจัดกระบวนการเรียนรู้(Procedure) การประเมินผล(Evaluation) คำศัพท์(Vocabulary) และมาตรฐานการเรียนรู้ (Academic Standards)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L384>

Venn Diagrams and Logic จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง แผนภาพเวนน์และการให้เหตุผล มีกิจกรรมให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผลแบบ direct reasoning, indirect reasoning และ transitive reasoning โดยใช้แผนภาพเวนน์แสดงให้เห็นจริง

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objective) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณครูคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U144>

Learning about Properties of Vectors and Vector Sums Using Dynamic Software

จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง สมบัติของเวกเตอร์และผลบวกของเวกเตอร์(ในเชิงเรขาคณิต) ประกอบด้วย 2 บทเรียน คือ 1) Components of a Vector และ 2) Sums of Vectors and Their Properties ซึ่งมีกิจกรรมให้นักเรียนได้สำรวจเกี่ยวกับสมบัติของเวกเตอร์ การหาผลบวกของเวกเตอร์ในเชิงเรขาคณิต ผ่านเครื่องมือการสำรวจแบบออนไลน์

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=6943

I Can Determine The Height of a Rocket! จัดทำโดย ALEX

แผนการสอนนี้มีจุดประสงค์ให้นักเรียนมีประสบการณ์จริงในการประยุกต์ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการคำนวณหาความสูงของสิ่งต่างๆ รวมทั้งใช้เทคโนโลยีช่วยในการเรียนรู้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย ภาพรวมของบทเรียน(Overview/ Annotation) มาตรฐานที่สอดคล้อง(Content/Local/National Standards) จุดประสงค์การเรียนรู้(Primary/ Additional Learning Objectives) สื่อและอุปกรณ์(Materials and Equipment) แหล่งเทคโนโลยีที่จำเป็น(Technology Resources Needed) การเตรียมการ(Background/ Preparation) กิจกรรมการเรียนรู้(Procedure/Activities) ไฟล์เอกสารประกอบบทเรียน(Attachments) วิธีการประเมิน(Assessment Strategies) ส่วนเพิ่มเติม(Extension) และการปรับแก้(Remediation)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=U177>

Law of Sines and Law of Cosines จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง กฎของไซน์และกฎของโคไซน์ บทเรียนนี้นำเสนอการขยายความรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มาสร้างเป็นกฎของไซน์และกฎของโคไซน์สำหรับใช้กับรูปสามเหลี่ยมใดๆ

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions)

สิ่งที่ครูควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM
(NCTM Standards and Expectations)

สื่อและกิจกรรม

<http://regentsprep.org/Regents/math/geometry/math-GEOMETRY.htm>

Regent Exam Prep Center จัดทำโดย Oswego City School District Regents Exam
Prep Center

คลังบทเรียนรายวิชาเรขาคณิต 6 บทเรียน ได้แก่ 1) Geometric Relationships 2) Constructions 3) Locus 4) Informal and Formal Proof 5) Transformational Geometry และ 6) Coordinate Geometry แต่ละบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหา แบบฝึกหัดออนไลน์ และสื่อ/แหล่งเรียนรู้ประกอบบทเรียน เหมาะสำหรับครูใช้ประกอบการสอนในห้องเรียนและนักเรียนศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง

http://www.edhelper.com/geometry_highschool.htm

High School Geometry จัดทำโดย edHelper.com

คลังใบงานวิชาเรขาคณิต ประกอบด้วย 13 บทเรียน ได้แก่ Basics of Geometry / Logic / Perpendicular and Parallel Lines / Congruent Triangles / Properties of Triangles / Quadrilaterals / Circles / Right Triangles / Conic Sections / Coordinate Geometry / Geometry: Comparing and Measuring Geometric Figures(Basics With Some Algebra) / Transformations in the Coordinate Plane / Trigonometry / More Trigonometry

http://www.sparknotes.com/math/trigonometry/solvingrighttriangles/problems_1.html

Solving Right Triangles จัดทำโดย SparkNotes LLC

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาคำตอบ พร้อมเฉลยวิธีคิด

เครื่องมือประเมินผล

http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2005_National_Convention/Topic_Tests/Analytic_Geometry/analytic_geo_test.doc

เอกสารข้อสอบแข่งขันเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของรัฐ Hawaii ปี 2005 (สงวนลิขสิทธิ์)

http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2010_National_Convention/TopicTests/alpha_AnGeo_test.pdf

เอกสารข้อสอบแข่งขันเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของรัฐ Hawaii ปี 2010 (สงวนลิขสิทธิ์)

3. ทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics)

แผนการสอน

<http://shodor.org/interactivate/lessons/StemAndLeafPlots/>

Stem-and-Leaf Plots จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง แผนภาพต้นใบ(Stem-and-Leaf Plots) นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการใช้แผนภาพต้นใบในการคำนวณค่ากลางของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย(Mean) มัธยฐาน(Mean) และฐานนิยม(Mode) พร้อมทั้งมีใบงานและสื่อการเรียนรู้ประกอบด้วย

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) และแนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline)

<http://shodor.org/interactivate/lessons/TheBellCurve/>

The Bell Curve จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง โด่งปกติ ความเบ้ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีจุดประสงค์ให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแจกแจงปกติ และใช้ความรู้เรื่องการแจกแจงปกติในการสนับสนุนข้อสรุปได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L290>

Exploration with Chance จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง ความน่าจะเป็น ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ความยุติธรรมของเกมด้วยการทำนายผลลัพธ์ เล่นเกม และคำนวณค่าความน่าจะเป็น เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นพื้นฐานมาแล้ว

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) เครื่องมือการสำรวจ มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM(NCTM Standards and Expectations)

<http://shodor.org/interactivate/lessons/ProbabilityToCombinatorics/>

From Probability to Combinatorics and Number Theory จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง ความน่าจะเป็น ซึ่งออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเล่นเกมโยนลูกเต๋าจำนวน 2 ลูกและบันทึกผลข้อมูลลงในตาราง จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายสรุปหลักการนำจำนวนผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมาคำนวณหาค่าความน่าจะเป็น

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

<http://shodor.org/interactivate/lessons/ProbabilityAndSports/>

Probability and Sports จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง ความน่าจะเป็นกับกีฬา นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนฝึกเชื่อมโยงความรู้เรื่องความน่าจะเป็นกับชีวิตจริง โดยเลือกศึกษาชนิดกีฬาที่ตนเองสนใจในแง่โอกาสที่จะชนะเกมแล้วนำผลมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนร่วมชั้น

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

http://shodor.org/succeed-1.0/curriculum/MCN_NEW/lessons/probGame.html

Probability and Game Theory Lesson Plan จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง ความน่าจะเป็นและทฤษฎีเกม บทเรียนนี้มุ่งเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับยุทธวิธีการตัดสินใจ(Decision Making Strategies)โดยใช้ความน่าจะเป็นพื้นฐาน นักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการเล่นเกม/ทำกิจกรรม/แก้ปัญหาจนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และเชื่อมโยงไปสู่ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเกมได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย บทคัดย่อ(Abstract) มาตรฐานการเรียนรู้ของ NCTM (NCTM Standards) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) และแนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline)

สื่อและกิจกรรม

http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol8.html

Mean-Median-Mode จัดทำโดย Math Goodies

บทเรียนเรื่อง ค่ากลางของข้อมูล จำนวน 5 บทเรียน ได้แก่ 1) Range 2) Arithmetic Mean 3) Non-Routine Mean 4) Median และ 5) Mode พร้อมแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนแบบออนไลน์ เหมาะสำหรับครูใช้ประกอบการเรียนการสอนหรือนักเรียนใช้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

http://www.oswego.edu/~srp/stats/normal_wk_1.htm

Normal Distributions จัดทำโดย State University of New York at Oswego

ใบงานและแบบฝึกหัด เรื่อง การแจกแจงปกติ(Normal Distribution) พร้อมเฉลย

http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol6.html

Probability Theory จัดทำโดย Math Goodies

บทเรียนเรื่อง ทฤษฎีความน่าจะเป็น จำนวน 9 บทเรียน ได้แก่ 1) Introduction to Probability 2) Certain and Impossible Events 3) Sample Spaces 4) The Complement of An Event 5) Mutually Exclusive Events 6) Addition Rules for Probability 7) Independent Events 8) Dependent Events และ 9) Conditional Probability พร้อมแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนแบบออนไลน์ เหมาะสำหรับครูใช้ประกอบการเรียนการสอนหรือนักเรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง

<http://www.edhelper.com/statistics.htm#S4>

<http://www.edhelper.com/probability.htm>

Math Worksheet จัดทำโดย edHelper.com

คลังใบงานเกี่ยวกับสถิติ ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) Calculating the Mean, Median, and Mode 2) Calculating the Range, Variance, and Standard Deviation 3) Chebyshev's Theorem and the Empirical Rule และ 4) Percentiles, Deciles, and Quartiles โดยแต่ละหัวข้อจะนำเสนอความคิดรวบยอด(Concept)สั้นๆ พร้อมใบงาน และคลังใบงานเกี่ยวกับความน่าจะเป็น จำนวน 16 บทเรียน

<http://www.analyzemath.com/statistics/boxplot.html>

http://www.analyzemath.com/statistics/graph_normal.html

Math Software : Statistics จัดทำโดย Dr.Abelkader Dendane

เว็บไซต์ซอฟต์แวร์ออนไลน์เรื่อง Boxplots in Statistics และ Properties of the Normal Distribution Curve เหมาะสำหรับการสำรวจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เปลี่ยนไปกับลักษณะของแผนภาพกล่อง(Boxplots) และความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ย(Mean)กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีต่อลักษณะของโค้งปกติ โดยแต่ละบทเรียนจะมีคำชี้แจง ปุ่มเครื่องมือ พร้อมมีคำอธิบายประกอบการใช้เครื่องมือ(tutorial)ด้วย

<http://www.zunal.com/webquest.php?w=75454>

History of Probability จัดทำโดย Jessica Hall และเผยแพร่โดย Zunal.com

บทเรียน WebQuest เรื่อง ประวัติของความน่าจะเป็น กำหนดกิจกรรมให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับความน่าจะเป็น จากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดให้เพื่อเตรียมนำเสนอ พร้อมทั้งมีเครื่องมือช่วยสร้างไฟล์นำเสนอ(presentation)ด้วย

เครื่องมือประเมินผล

http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_GRAPHS_AND_STATISTICS.htm

http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_PROBABILITY.htm

Jefferson Math Project : Graph and Statistics / Probability เป็นคลังแบบทดสอบตามตัวชี้วัด จัดทำโดย JMAP, Inc. แบ่งเป็น 17 หัวข้อ ในแต่ละหัวข้อจะประกอบด้วยแบบทดสอบ ใบงาน และไฟล์วิดีโอการสอนสำหรับศึกษาเพิ่มเติมด้วย

http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2002_National_Convention/Topic_Tests/Alpha-Probability-test-answers.pdf

เอกสารแบบทดสอบเรื่อง ความน่าจะเป็น ของรัฐ Mississippi (ปี 2002) จัดทำโดย NATIONAL MU ALPHA THETA

<http://www.cimt.plymouth.ac.uk/projects/mepres/allgcse/as5mt.pdf>

แบบทดสอบคิดในใจเรื่อง ความน่าจะเป็น จัดทำโดย CIMT, University of Exeter

<http://www.crctlessons.com/probability-test.html>

เว็บไซต์ทำข้อสอบออนไลน์ เนื้อหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นพื้นฐาน เหมาะสำหรับใช้ทำการทดสอบก่อนเรียน(Pre-test) เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียน จัดทำโดย CRCT Lesson.com

<http://www.regentsprep.org/Regents/math/algtrig/ATS2/NormalPrac.htm>

Practice with Normal Distribution and Standard Deviation เป็นเว็บไซต์ทำแบบทดสอบออนไลน์ เรื่อง การแจกแจงปกติ พร้อมเฉลยคำตอบ จัดทำโดย Oswego City School District Regents Exam Prep Center

4. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส (Pre-Calculus)

แผนการสอน

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U137>

Shedding Light on the Subject จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง การสร้างแบบจำลองเอ็กซ์โพเนนเชียลในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทรอบตัว ผ่านกิจกรรมการศึกษาการปล่อยกัมมันตรังสีของแสงที่ส่องผ่านน้ำ ซึ่งประกอบด้วย 4 บทเรียน คือ 1) Light in the Ocean 2) Gather Data 3) Analyzing the Data และ 4) Reflect on Your Work

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่ครูควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations) พร้อมทั้งมีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมหลากหลายรูปแบบทั้งคลิปวิดีโอ ใบกิจกรรม และเครื่องมือการทดลองออนไลน์

<http://www.shodor.org/interactivate/lessons/IntroArithmetic/>

An Introduction to Arithmetic and Geometric Sequences จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต พร้อมทั้งมีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเครื่องมือออนไลน์และใบงานที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมด้วย

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) ความสอดคล้องกับมาตรฐาน(Standard Address) แบบเรียนที่เกี่ยวข้อง(Textbooks Aligned) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) คำสำคัญ(Key Terms) แนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline) แนวทางเลือกจัดกิจกรรม(Alternate Outline) และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(Suggested Follow-Up)

<http://www.lessonplanspage.com/MathArithmeticSeriesAndSequences10.htm>

Arithmetic Series จัดทำโดย Romeo Poralan และเผยแพร่โดย HotChalk, Inc.

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง อนุกรมเลขคณิต นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเริ่มต้นด้วยการเล่นเกมน การร่วมกันอภิปราย การกำหนดโจทย์สถานการณ์เพื่อการเรียนรู้ จนได้ข้อสรุปเป็นหลักการ

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) การจัดกระบวนการเรียนรู้(Procedure) และแบบฝึกหัดสำหรับการประเมินผล(Evaluation)

<http://www.lessonplanspage.com/MathPrecalculusIntroToLimits1112.htm>

Introduction to Limits จัดทำโดย Ann Morris และเผยแพร่โดย HotChalk, Inc.

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลิมิต โดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนสามารถคำนวณหาลิมิตของฟังก์ชันโดยใช้สัญกรณ์เกี่ยวกับลิมิตได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) การมอบหมายงานก่อนเรียน(Pre-class Assignment) แหล่งเรียนรู้(Resources) เครื่องมือ(Equipments) แนวทางการจัดกิจกรรม(Outline) การสำรวจจากการคำนวณ(Calculator Exploration) กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Cooperative Learning Activity) งานที่มอบหมาย(Assignment) และเรื่องที่จะเรียนต่อจากบทเรียนนี้(Prerequisite to)

<http://www.pleacher.com/handle/lessons/calculus/day21.html>

Definition of the Derivative จัดทำโดย Pleacher.com

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง นิยามของอนุพันธ์ มีจุดประสงค์ให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับอนุพันธ์และสามารถหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เครื่องมือประกอบการเรียนรู้ และใบงาน

<http://www.pleacher.com/handle/lessons/calculus/day24.html>

Distance, Velocity, and Acceleration จัดทำโดย Pleacher.com

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง ระยะทาง ความเร็ว และความเร่ง มีจุดประสงค์ให้นักเรียนสามารถคำนวณหาความเร็วและความเร่งโดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับสูงของฟังก์ชันได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นตัวอย่างการประยุกต์ใช้อนุพันธ์

<http://www.pleacher.com/handle/lessons/calculus/day74.html>

<http://www.pleacher.com/handle/lessons/calculus/day75.html>

<http://www.pleacher.com/handle/lessons/calculus/day76.html>

<http://www.pleacher.com/handle/lessons/calculus/day77.html>

<http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day78.html>

Introduction to Applied Maximum Minimum Problems จัดทำโดย Pleacher.com

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับปัญหาค่าสูงสุดและต่ำสุด มีจุดประสงค์ให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้เรื่องอนุพันธ์ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับค่าสูงสุดและต่ำสุดได้

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Objectives) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นการลงมือปฏิบัติ ปัญหาสำหรับเรียนรู้ เครื่องมือประกอบการเรียนรู้ และใบงาน

สื่อและกิจกรรม

http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol9.html

Mathematical Logic จัดทำโดย Math Goodies

บทเรียนเรื่อง ตรรกศาสตร์ จำนวน 8 บทเรียนได้แก่ 1) Negation 2) Conjunction 3) Disjunction 4) Conditional Statements 5) Compound Statements 6) Biconditional Statements 7) Tautologies และ 8) Equivalence พร้อมแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียนแบบออนไลน์ เหมาะสำหรับครูใช้ประกอบการเรียนการสอนหรือนักเรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง

<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/grenz/grenz.html#fehler>

Limiting Processes จัดทำโดย Maths Online

บทเรียนเกี่ยวกับลิมิตของลำดับและอนุกรม โดยมีเครื่องมือเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถกำหนดลำดับหรืออนุกรมในรูปทั่วไปด้วยตนเอง เครื่องมือจะแสดงผลให้นักเรียนมองเห็นการลู่เข้า/ลู่ออกของลำดับหรืออนุกรมนั้นๆ และเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลิมิต รวมทั้งมีแบบฝึกหัดและเฉลยด้วย

<http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/0/index.html>

Pre-Calculus จัดทำโดย Lawrence S. Husch and University of Tennessee

คลังบทเรียนรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 19 บทเรียน ได้แก่ Introduction to Functions / Piecewise Defined Functions / Even and Odd Functions / Polynomials/ Rational Functions / Geometric Transformations of Functions / Algebra of Functions / Composition of Functions / Trigonometric Functions / Exponential Functions / Inverse of Functions / Logarithms / Parameters and Functions / Parametric Equations / Polar

Coordinates / Graphing with Technology / Solving Equations / Curve Fitting และ Conic Sections โดยแต่ละบทเรียนจะนำเสนอในลักษณะโมดูล พร้อมแบบฝึกหัด(Drill) หลังเรียนจบ

<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/diff1/diff1.html>

<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/diff2/diff2.html>

<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/anwdiff/anwdiff.html>

Differential and Applications of Differential Calculus จัดทำโดย Maths Online

บทเรียนเกี่ยวกับอนุพันธ์และการประยุกต์ โดยมีเครื่องมือเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสำรวจด้วยตนเอง เครื่องมือจะแสดงผลให้นักเรียนมองเห็นภาพการเปลี่ยนแปลง และเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับอนุพันธ์ และการนำไปประยุกต์ใช้ รวมทั้งมีแบบฝึกหัดและเฉลยด้วย

<http://www.ma.utexas.edu/cgi-pub/kawasaki/plain/derAppl/3.html>

Some Max – Min Problems จัดทำโดย The University of Texas at Austin

คลังกิจกรรมวิชาแคลคูลัส นำเสนอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับอนุพันธ์ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาค่าสูงสุดและต่ำสุด จำนวน 5 สถานการณ์ปัญหา โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านเครื่องมือสำรวจออนไลน์

http://www.analyzemath.com/calculus_worksheets.html

Free Calculus Worksheets จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane

คลังใบกิจกรรมวิชาแคลคูลัส จำแนกเป็น 14 หัวข้อ ได้แก่ Finds Domain and Range of Functions / Finds Limits of Functions / Continuity of Functions / Differentiation of Functions / Differentiation of Inverse Functions / Integration of Functions / Rate of Change / Functions Defined by Integrals / Functions Defined by Tables / Stepwise Functions / Motion Problems / Graphs of Functions / Even and Odd Functions และ Derivatives of Composite Functions

เครื่องมือประเมินผล

http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_LOGIC.htm

แบบทดสอบเรื่อง ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์ จัดทำโดย JMAP, Inc. ในลักษณะคลังข้อสอบและแบบฝึกหัดที่เชื่อมโยง(alignment) กับตัวชี้วัดแต่ละข้อ และยังมี link ไปยังเนื้อหาซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจก่อนแล้วจึงย้อนกลับมาทำแบบทดสอบใหม่ได้

<http://regentsprep.org/Regents/math/geometry/GP1/PracComp.htm>

Working with Compound Sentences เว็บไซต์ทำแบบทดสอบออนไลน์เกี่ยวกับ
ประโยคข้อความผสมทางตรรกศาสตร์ จัดทำโดย Oswego City School District Regents Exam
Prep Center

<http://www.sosmath.com/cyberexam/precalc/test.html>

Practice Pre-calculus I Exams เป็นคลังแบบทดสอบทั้งแบบทำออนไลน์และแบบ
สิ่งพิมพ์ โดยจำแนกตามเนื้อหาแต่ละหัวข้อ จัดทำโดย S.O.S. Mathematics

<http://faculty.etsu.edu/stephen/precalc/1720final023.pdf>

Pre-calculus Final Exams เป็นเอกสารแบบทดสอบปลายภาค(ปี 2002) จัดทำโดย
Daryl L. Stephens แห่ง East Tennessee State University

<http://mdtp.ucsd.edu/crtest/>

California Mathematics Diagnostic Testing Project : Web-based Calculus Readiness
Test เป็นโครงการทดสอบเพื่อวินิจฉัยความพร้อมในการที่จะเรียนวิชาแคลคูลัส เมื่อทำ
แบบทดสอบเสร็จจะประมวลผลและแจ้งว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแต่ละหัวข้ออยู่ในระดับใด
จัดทำโดย The Regents of the University of California and The Trustees of the California State
University

5. ทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry)

แผนการสอน

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L785>

Graphs from the Unit Circle จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง กราฟของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ บทเรียนนี้มุ่งเน้น
เชื่อมโยงระหว่างการวัดความยาวส่วนโค้งบนวงกลมหนึ่งหน่วยกับกราฟของฟังก์ชันไซน์และ
โคไซน์ โดยให้นักเรียนทดลองใช้เส้นสปาเก็ตตี้เป็นเครื่องมือในการวัดให้เห็นอย่างเป็นรูปธรรม

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อ
การเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน

(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่ครูควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=24044

Technology for Displaying Trigonometric Graph Behavior : Sine and Cosine

จัดทำโดย ALEX

แผนการสอนนี้มีจุดประสงค์ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะกราฟของ ฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ และได้เรียนรู้ลักษณะที่กราฟเปลี่ยนไปจากการเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ของ ฟังก์ชันจากการศึกษาตามแหล่งเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ในใบงาน

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย ภาพรวมของบทเรียน(Overview/ Annotation) มาตรฐานที่สอดคล้อง(Content/Local/National Standards) จุดประสงค์การเรียนรู้ (Primary/ Additional Learning Objectives) สื่อและอุปกรณ์(Materials and Equipment) แหล่ง เทคโนโลยีที่จำเป็น(Technology Resources Needed) การเตรียมการ(Background/ Preparation) กิจกรรมการเรียนรู้(Procedure/Activities) ไฟล์เอกสารประกอบบทเรียน (Attachments) วิธีการประเมิน(Assessment Strategies) ส่วนเพิ่มเติม(Extension) และการปรับแก้ (Remediation)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L383>

Trigonometry for Solving Problems จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง การแก้ปัญหาด้วยตรีโกณมิติ บทเรียนนี้เริ่มต้นด้วยการเล่นเกมปริศนา(puzzle) เพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ จากนั้นจึงกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยใช้กฎของไซน์และกฎของโคไซน์

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) และมาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

สื่อและกิจกรรม

<http://www.purposegames.com/games/?t=1671&so=mp>

Games tagged Trigonometry จัดทำโดย PurposeGames.com

คลังเกมออนไลน์ที่เล่นโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันตรีโกณมิติ จำนวน 12 เกม และมีการบันทึกเป็นสถิติข้อมูลของผู้เล่น คะแนนที่ได้ และเวลาที่ใช้ไป เหมาะสำหรับใช้ประกอบการสอน ศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลา หรือนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลได้

<http://www.edhelper.com/trigonometry.htm>

Trigonometry Worksheets จัดทำโดย edHelper.com

คลังใบงานวิชาตรีโกณมิติพร้อมเฉลย จำแนกตามเนื้อหาในแต่ละหัวข้อย่อย

http://www.analyzemath.com/trigonometry_worksheets.html

Free Trigonometry Worksheets to Download จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane

คลังใบกิจกรรมวิชาตรีโกณมิติ จำแนกเป็นหัวข้อ ได้แก่ Trigonometry Questions
Graph Trigonometric Functions / Graphs of Trigonometric Functions / Verify Trigonometric Identities / Solve Trigonometric Equations / Amplitude and Period of Trigonometric Functions / Range of Trigonometric Functions / Application of Half Angle Formulas / Application of Double Angle Formulas / Application of Multiple Angle Formulas และ Application of Addition Formulas

<http://www.analyzemath.com/Trigonometry.html>

Math Software : Trigonometry จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane

คลังบทเรียนรายวิชาตรีโกณมิติ ซึ่งมีการเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์การเรียนรู้ออนไลน์ โดยแต่ละบทเรียนจะมีเนื้อหาและปุ่มเครื่องมือสำรวจพร้อมคำอธิบายประกอบการใช้เครื่องมือด้วย

<http://www.ies.co.jp/math/java/trig/index.html>

เครื่องมือช่วยวาดกราฟและสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับฟังก์ชันตรีโกณมิติชนิดต่างๆ
จัดทำโดย IES Inc.

เครื่องมือประเมินผล

<http://www.math-tests.com/math-assessment-test.html>

Math Assessment Test : Trigonometry เว็บไซต์ทำแบบทดสอบออนไลน์ จัดทำโดย Math-Tests.com

<http://www.quia.com/quiz/1408201.html>

Trigonometry Final Exam จัดทำโดย Quia(Quintessential Instructional Archive) เป็นเว็บไซต์สำหรับทำแบบทดสอบออนไลน์ มีข้อสอบอยู่ในคลังทั้งหมด 60 ข้อ

<http://www.math.ou.edu/mathday/oldmathday/>

OU Math Day Archive : Trigonometry จัดทำโดย The University of Oklahoma เป็นคลังรวบรวมข้อสอบแข่งขันระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตั้งแต่ปี 2001 – 2010

6. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics)

แผนการสอน

http://shodor.org/succeed-1.0/curriculum/MCN_NEW/lessons/graphTheory.html

Graph Theory Lesson Plan จัดทำโดย Shodor

เว็บไซต์แผนการสอน เรื่อง ทฤษฎีกราฟ บทเรียนนี้มุ่งพัฒนาทักษะในการสร้างแบบจำลอง(Modeling Skills)โดยการเขียนแทนข้อมูลด้วยกราฟ นักเรียนจะได้ฝึกใช้กราฟในการสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหา

แผนการสอนนี้มีรายละเอียดประกอบด้วย บทคัดย่อ(Abstract) มาตรฐานการเรียนรู้ของ NCTM (NCTM Standards) ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียน(Student Prerequisites) การเตรียมการสำหรับครู(Teacher Preparation) และแนวทางการจัดบทเรียน(Lesson Outline)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U142>

Trout Pond จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้การทำซ้ำและหลักการเวียนเกิด บทเรียนนี้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนใช้การทำซ้ำ(iteration) การเวียนเกิด(recursion) และพีชคณิตในการสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของประชากรปลา ซึ่งประกอบด้วย 4 บทเรียน ได้แก่ 1) Trout Pond Population 2) Numerical Analysis 3) Graphical Analysis และ 4) Symbolic Analysis

ในแต่ละบทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน(Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วน

เพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L374>

Allow Me 2 Reiterate จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง ขั้นตอนวิธี(algorithm)ของการหารากที่สองแบบเวียนซ้ำ บทเรียนนี้มุ่งให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนวิธี(algorithm) การทำงานที่ใช้หลักการคำนวณแบบเวียนซ้ำในการหารากที่สองของจำนวนตรรกยะของเครื่องคำนวณ

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) และมาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

<http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L685>

Dirt Bike Dilemma จัดทำโดย NCTM

เว็บไซต์แผนการสอนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น บทเรียนนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาด้วยกำหนดการเชิงเส้น เกิดความคิดรวบยอดผ่านการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (real-world problem) โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

บทเรียนมีรายละเอียดประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้(Learning Objectives) สื่อการเรียนรู้(Materials) แผนการจัดการเรียนการสอน(Instructional Plan) คำถามสำหรับนักเรียน (Questions for Students) แนวทางการประเมินผล(Assessment Options) ส่วนเพิ่มเติม(Extensions) สิ่งที่คุณควรคำนึงถึง(Teacher Reflection) มาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของ NCTM (NCTM Standards and Expectations)

สื่อและกิจกรรม

<http://www.mathcove.net/petersen/lessons/index>

Graph Theory Lessons จัดทำโดย The Petersen Program

คลังบทเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ ประกอบด้วย 45 บทเรียน ซึ่งในแต่ละบทเรียนจะมีเนื้อหาให้ศึกษา มีกิจกรรมให้ฝึกหัดออนไลน์และมอบหมายงาน(Task)ให้ปฏิบัติ

<http://www.colorado.edu/education/DMP/activities/index.html>

The Discrete Mathematics Project : Activities จัดทำโดย University of Colorado

คลังกิจกรรมรายวิชาวิद्यุคคณิต ประกอบด้วย 7 หมวดคือ 1) Election Theory 2) Fair Division 3) Graph Theory 4) Counting Techniques 5) Discrete Probability 6) Matrix Models และ 7) Mathematics of Iteration/ Recursion ซึ่งแต่ละหมวดจะมีกิจกรรมนำเสนอเป็นจำนวนมาก

www.state.nj.us/njded/frameworks/math/math12.pdf

New Jersey Mathematics Curriculum Framework – Standard 14 – Discrete Mathematics จัดทำโดย New Jersey Department of Education

เอกสารกรอบหลักสูตรในส่วนที่เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับวิद्यุคคณิต โดยรัฐจัดทำในลักษณะ Curriculum Alignment ที่มีการระบุตัวชี้วัดและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไว้ให้

<http://courses.cs.vt.edu/~csonline/Algorithms/Lessons/index.html>

Algorithms จัดทำโดย Virginia Polytechnic Institute and State University

บทเรียนในลักษณะโมดูลเรื่อง Algorithms มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบ algorithms ที่มีประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ algorithms นำเสนอเป็น 6 บทเรียน ได้แก่ 1) Introduction to Algorithms 2) The Definition of an Algorithms 3) Specifying Algorithms 4) Sorting Algorithms 5) Algorithms Analysis และ 6) Summary

<http://www.zweigmedia.com/ThirdEdSite/Summary4.html>

Linear Programming Problem จัดทำโดย Stefan Waner

เว็บไซต์นำเสนอตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับกำหนดการเชิงเส้นไปใช้หาค่าที่เหมาะสมที่สุด(สูงสุด/ต่ำสุด) พร้อมแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยละเอียด

www.hsor.org/downloads/High_Step_Shoes_student.pdf

High Step Sport Shoes จัดทำโดย HSOR(High School Operations Research)

เอกสารใบกิจกรรมปฏิบัติการ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยกำหนดปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณการผลิตรองเท้ากีฬาของบริษัทแห่งหนึ่งเพื่อให้มีกำไรสูงสุด

เครื่องมือประเมินผล

<http://gate.jumbotests.com/tests/gate-questions-graph-theory>

GATE Questions Graph Theory เว็บไซต์ทำแบบทดสอบออนไลน์เรื่อง ทฤษฎีกราฟ
จัดทำโดย Jumbo Tests

<http://www.cramster.com/practice-problems-p25-0-0-0-4481-0-0-0-cpi0-0.aspx>

Graph Theory Practice Problems เว็บไซต์คลังข้อสอบเรื่อง ทฤษฎีกราฟ ซึ่งแบ่งเป็น
3 ระดับคือ ง่าย ปานกลาง และยาก จัดทำโดย CRAMSTER, INC.

<http://www.zweigmedia.com/ThirdEdSite/f4.html>

True/False Quizzes : Linear Programming เป็นเว็บไซต์ทำข้อสอบแบบออนไลน์ เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น ประกอบด้วยข้อสอบแบบถูก-ผิด จำนวน 20 ข้อ เมื่อ click ตอบแต่ละข้อจะ
แสดงผลคะแนนรวมทั้งที่แถบเมนูด้านล่าง จัดทำโดย Stefan Waner & Steven R. Costenoble

ตอนที่ 8 ผลการประเมินคุณภาพของทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเป็นประโยชน์ต่อการนำมาตรฐาน
รายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 6
มาตรฐานรายวิชาไปใช้ ซึ่งได้รับการตรวจสอบคุณภาพจากอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการ ดัง
แสดงในตอนที 7 แล้วนั้น ผู้วิจัยได้นำทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้าน
ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัย
นักวิชาการ และครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน ประเมินความเหมาะสม
สอดคล้องเชิงเนื้อหา

ในการประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ ใช้ค่า IOC
เพื่อหาค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแผนการสอน สื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือ
ประเมินผล กับแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยกำหนดคะแนนผลการพิจารณา
ตัดสิน มีรายละเอียดดังนี้

- +1 ถ้าแน่ใจว่า ทรัพยากรการเรียนรู้มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชา
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่า ทรัพยากรการเรียนรู้มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชา
- 1 ถ้าแน่ใจว่า ทรัพยากรการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชา

พิจารณาคัดเลือกทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ระดับ 0.50 – 1.00 ซึ่งแสดงว่า ทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาในแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ดังแสดงในตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 9



ตารางที่ 4 คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กับมาตรฐาน
รายวิชาพีชคณิต(Algebra)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOCเฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
แผนการสอน				
http://shodor.org/interactivate/lessons/IntroductionFunction/ Introduction to Function	10	0	0	1.00
http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=24059 Who am I? Find a Polynomial Form Its Roots	10	0	0	1.00
http://shodor.org/interactivate/lessons/GraphsAndFunctions/ Graphs and Functions	10	0	0	1.00
http://shodor.org/interactivate/lessons/VerticalLineTest/ Functions and the Vertical Line Test	10	0	0	1.00
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L376 Modeling Orbital Debris Problems	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U143 Whelk-Come to Mathematics จัดทำโดย NCTM	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L606 Light It Up	10	0	0	1.00
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L657 Mars Orbit	9	0	1	0.90
สื่อและกิจกรรม				
http://www.doe.virginia.gov/instruction/mathematics/high/index.shtml Algebra Materials	10	0	0	1.00
http://www.webgraphing.com/plotting_basic.jsp?goog=algebra&gclid=CNPw05GHwaYCFYE3pAod-QILig Graphing Calculator	10	0	0	1.00

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie.html The Learning Units of the Gallery	10	0	0	1.00
http://www.kutasoftware.com/freeia2.html Free Algebra 2 Worksheets	10	0	0	1.00
http://www.analyzemath.com/appliedmath.html Mathematics Applied to Physics and Engineering	9	0	1	0.90
เครื่องมือประเมินผล http://arkansased.org/testing/assessment/algII.html Algebra II Test : Test Administration Manual	9	0	1	0.90
www.mattolevally.com/MATH_STAR/cstrtqalgebra2.pdf ข้อสอบพีชคณิต 2 ของรัฐ California	9	0	1	0.90
http://www.doe.virginia.gov/testing/sol/released_tests/2009/test09_eoc_algebra2_reduced.pdf ข้อสอบพีชคณิต 2 ของรัฐ Virginia	9	0	1	0.90
http://www.jmap.org/JMAP_ALGEBRA_2_AND_TRIGONOMETRY_AMSCO_RESOURCES.htm Resources for AMSCO Algebra 2/ Trigonometry	9	0	1	0.90

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต (Algebra) เท่ากับ 1.00 จำนวน 9 รายการ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต (Algebra) เท่ากับ 0.90 จำนวน 8 รายการ

ตารางที่ 5 คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กับมาตรฐาน
รายวิชาเรขาคณิต(Geometry)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	
แผนการสอน				
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L792 Cutting Conics	10	0	0	1.00
http://school.discoveryeducation.com/lessonplans/programs/conceptsInGeometry/ Concepts in Geometry	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L384 Venn Diagrams and Logic	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U144 Learning about Properties of Vectors and Vector Sums Using Dynamic Software	10	0	0	1.00
http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=6943 I Can Determine The Height of a Rocket!	10	0	0	1.00
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=U177 Law of Sines and Law of Cosines	10	0	0	1.00
สื่อและกิจกรรม				
http://regentsprep.org/Regents/math/geometry/math-GEOMETRY.htm Oswego City School District Regents Exam Prep Center	10	0	0	1.00
http://www.edhelper.com/geometry_highschool.htm High School Geometry	10	0	0	1.00
http://www.sparknotes.com/math/trigonometry/solvingrighttriangles/problems_1.html Solving Right Triangles	9	0	1	0.90

ตารางที่ 5 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	
เครื่องมือประเมินผล				
http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2005_National_Convention/Topic_Tests/Analytic_Geometry/analytic_geo_test.doc เอกสารข้อสอบของรัฐ Hawaii ปี 2005	10	0	0	1.00
http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2010_National_Convention/TopicTests/alpha_AnGeo_test.pdf เอกสารข้อสอบของรัฐ Hawaii ปี 2010	10	0	0	1.00

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry) เท่ากับ 1.00 จำนวน 8 รายการ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต (Geometry) เท่ากับ 0.90 จำนวน 3 รายการ

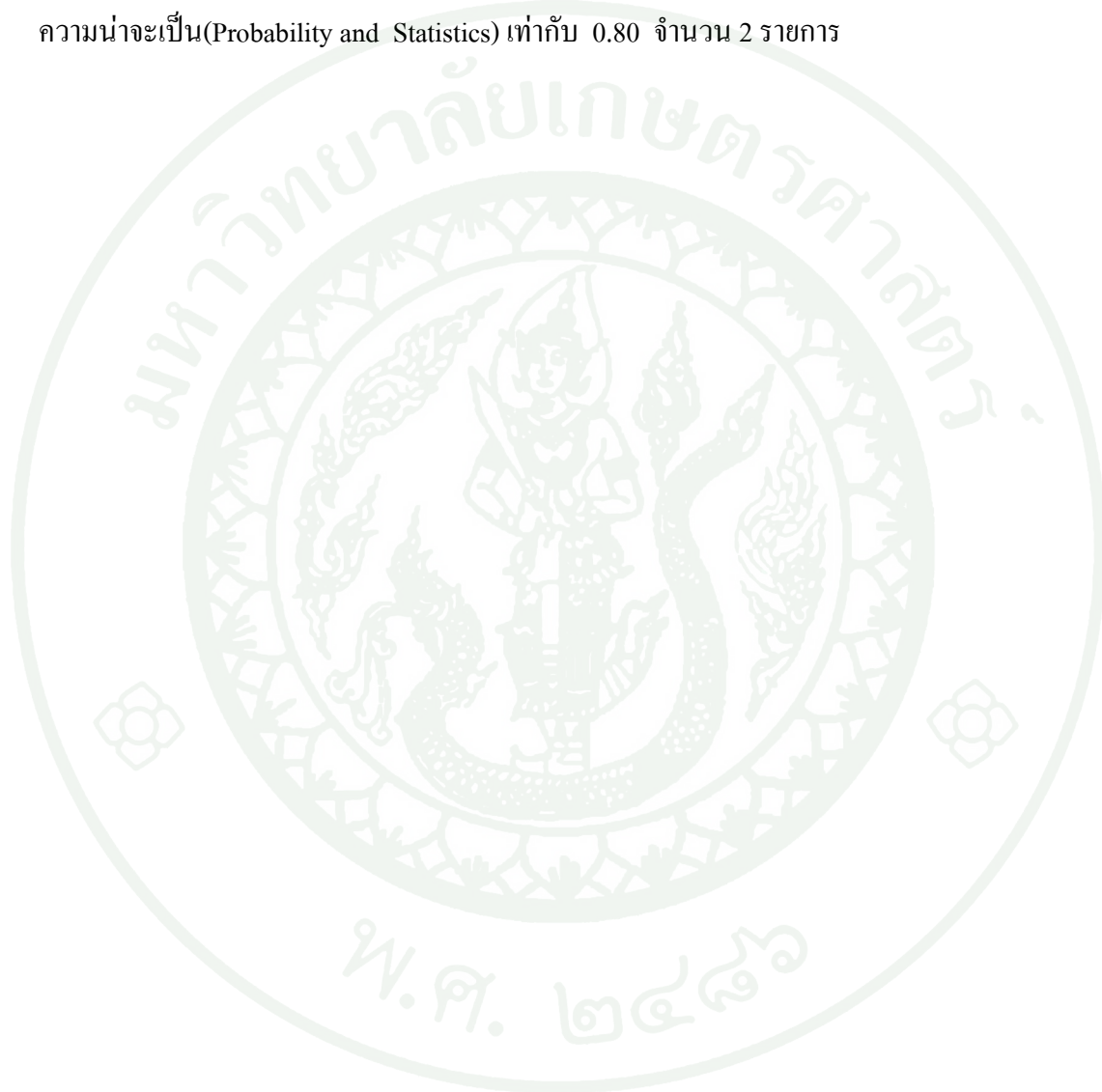
ตารางที่ 6 คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กับมาตรฐาน
รายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	IOCเฉลี่ย
แผนการสอน				
http://shodor.org/interactivate/lessons/StemAndLeafPlots/ Stem-and-Leaf Plots	10	0	0	1.00
http://shodor.org/interactivate/lessons/TheBellCurve/ The Bell Curve	10	0	0	1.00
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L290 Exploration with Chance	10	0	0	1.00
http://shodor.org/interactivate/lessons/ProbabilityToCombinatorics/ From Probability to Combinatorics and Number Theory	10	0	0	1.00
http://shodor.org/interactivate/lessons/ProbabilityAndSports/ Probability and Sports	9	0	1	0.90
http://shodor.org/succeed-1.0/curriculum/MCN_NEW/lessons/probGame.html Probability and Game Theory Lesson Plan	10	0	0	1.00
สื่อและกิจกรรม				
http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol8.html Mean-Median-Mode	10	0	0	1.00
http://www.oswego.edu/~srp/stats/normal_wk_1.htm Normal Distributions	9	0	1	0.90
http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol6.html Probability Theory	10	0	0	1.00
http://www.edhelper.com/statistics.htm#S4 http://www.edhelper.com/probability.htm Math Worksheet	10	0	0	1.00

ตารางที่ 6 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
http://www.analyzemath.com/statistics/boxplot.html	8	0	2	0.80
http://www.analyzemath.com/statistics/graph_normal.html				
Math Software : Statistics				
http://www.zunal.com/webquest.php?w=75454	8	0	2	0.80
History of Probability				
เครื่องมือประเมินผล				
http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_GRAPHS_AND_STATISTICS.htm	9	0	1	0.90
http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_PROBABILITY.htm				
Jefferson Math Project : Graph and Statistics / Probability				
http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2002_National_Convention/Topic_Tests/Alpha-Probability-test-answers.pdf	10	0	0	1.00
แบบทดสอบความน่าจะเป็น ของรัฐ Mississippi				
http://www.cimt.plymouth.ac.uk/projects/mepres/allgcse/as5mt.pdf	10	0	0	1.00
แบบทดสอบคิดในใจเรื่อง ความน่าจะเป็น				
http://www.crctlessons.com/probability-test.html	9	0	1	0.90
Probability Test				
http://www.regentsprep.org/Regents/math/algtrig/ATS2/NormalPrac.htm	10	0	0	1.00
Practice with Normal Distribution and Standard Deviation				

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics) เท่ากับ 1.00 จำนวน 11 รายการ มีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics) เท่ากับ 0.90 จำนวน 4 รายการ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics) เท่ากับ 0.80 จำนวน 2 รายการ



ตารางที่ 7 คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กับมาตรฐาน
รายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-Calculus)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOCเฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
แผนการสอน				
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U137 Shedding Light on the Subject	10	0	0	1.00
http://www.shodor.org/interactivate/lessons/IntroArithmetic/ An Introduction to Arithmetic and Geometric Sequences	10	0	0	1.00
http://www.lessonplanspage.com/MathArithmeticSeriesAndSequences10.htm Arithmetic Series	10	0	0	1.00
http://www.lessonplanspage.com/MathPrecalculusIntroToLimits1112.htm Introduction to Limits	10	0	0	1.00
http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day21.html Definition of the Derivative	10	0	0	1.00
http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day24.html Distance , Velocity , and Acceleration	10	0	0	1.00
http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day74.html http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day75.html http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day76.html http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day77.html http://www.pleacher.com/handley/lessons/calculus/day78.html Introduction to Applied Maximum Minimum Problems	10	0	0	1.00
สื่อและกิจกรรม				
http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol9.html Mathematical Logic	9	0	1	0.90

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/grenz/grenz.html#fehler Limiting Processes	10	0	0	1.00
http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/0/index.html Pre-Calculus คลังบทเรียนรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส	9	0	1	0.90
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/diff1/diff1.html	10	0	0	1.00
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/diff2/diff2.html				
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/anwdiff/anwdiff.html Differential and Applications of Differential Calculus				
http://www.ma.utexas.edu/cgi-pub/kawasaki/plain/derAppl/3.html Some Max – Min Problems	10	0	0	1.00
http://www.analyzemath.com/calculus_worksheets.html Free Calculus Worksheets	10	0	0	1.00
http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_LOGIC.htm เครื่องมือประเมินผล	7	0	3	0.70
http://regentsprep.org/Regents/math/geometry/GP1/PracComp.htm แบบทดสอบ ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์	9	0	1	0.90
http://www.sosmath.com/cyberexam/precalc/test.html Working with Compound Sentences	9	0	1	0.90
Practice Pre-calculus I Exams				

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
http://faculty.etsu.edu/stephen/precalc/1720final023.pdf Pre-calculus Final Exams	9	0	1	0.90
http://mdtp.ucsd.edu/crtest/ California Mathematics Diagnostic Testing Project : Web-based Calculus Readiness Test	9	0	1	0.90

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-Calculus) เท่ากับ 1.00 จำนวน 11 รายการ มีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-Calculus) เท่ากับ 0.90 จำนวน 6 รายการ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-Calculus) เท่ากับ 0.70 จำนวน 1 รายการ

ตารางที่ 8 คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กับมาตรฐาน
รายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOCเฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
แผนการสอน				
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L785 Graphs from the Unit Circle	10	0	0	1.00
http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=24044 Technology for Displaying Trigonometric Graph Behavior : Sine and Cosine	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L383 Trigonometry for Solving Problems	10	0	0	1.00
สื่อและกิจกรรม				
http://www.purposegames.com/games/?t=1671&so=mp Games tagged Trigonometry	10	0	0	1.00
http://www.edhelper.com/trigonometry.htm Trigonometry Worksheets	10	0	0	1.00
http://www.analyzemath.com/trigonometry_worksheets.html Free Trigonometry Worksheets to Download	10	0	0	1.00
http://www.analyzemath.com/Trigonometry.html Math Software : Trigonometry	9	0	1	0.90
http://www.ies.co.jp/math/java/trig/index.html เครื่องมือช่วยวาดกราฟตรีโกณมิติ	10	0	0	1.00
เครื่องมือประเมินผล				
http://www.math-tests.com/math-assessment-test.html Math Assessment Test : Trigonometry	10	0	0	1.00
http://www.quia.com/quiz/1408201.html Trigonometry Final Exam	10	0	0	1.00

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
http://www.math.ou.edu/mathday/oldmathday/	10	0	0	1.00
OU Math Day Archive : Trigonometry				

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) เท่ากับ 1.00 จำนวน 9 รายการ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) เท่ากับ 0.90 จำนวน 2 รายการ

ตารางที่ 9 คะแนนความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กับมาตรฐาน
รายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOCเฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
แผนการสอน				
http://shodor.org/succeed-1.0/curriculum/MCN_NEW/lessons/graphTheory.html Graph Theory Lesson Plan	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U142 Trout Pond	9	0	1	0.90
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L374 Allow Me 2 Reiterate	8	0	2	0.80
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L685 Dirt Bike Dilemma	10	0	0	1.00
สื่อและกิจกรรม	10	0	0	1.00
http://www.mathcove.net/petersen/lessons/index Graph Theory Lessons	10	0	0	1.00
http://www.colorado.edu/education/DMP/activities/index.html The Discrete Mathematics Project : Activities	8	0	2	0.80
http://courses.cs.vt.edu/~csonline/Algorithms/Lessons/index.html Algorithms	9	0	1	0.90
http://www.zweigmedia.com/ThirdEdSite/Summary4.html Linear Programming Problem	9	0	1	0.90
www.hsor.org/downloads/High_Step_Shoes_student.pdf High Step Sport Shoes	10	0	0	1.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC เฉลี่ย
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	
เครื่องมือประเมินผล				
http://gate.jumbotests.com/tests/gate-questions-graph-theory GATE Questions Graph Theory	10	0	0	1.00
http://www.cramster.com/practice-problems-p25-0-0-0-4481-0-0-0-cpi0-0.aspx Graph Theory Practice Problems	8	0	2	0.80
http://www.zweigmedia.com/ThirdEdSite/f4.html True/False Quizzes : Linear Programming	10	0	0	1.00

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) เท่ากับ 1.00 จำนวน 6 รายการ มีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) เท่ากับ 0.90 จำนวน 4 รายการ และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry) เท่ากับ 0.80 จำนวน 3 รายการ

ข้อวิจารณ์

จากการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่า ได้มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ พีชคณิต(Algebra) เรขาคณิต(Geometry) สถิติและความน่าจะเป็น(Statistics and Probability) พื้นฐานแคลคูลัส(Pre-calculus) ตรีโกณมิติ(Trigonometry) และวิยุตคณิต(Discrete Mathematics) และได้ทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Course Standards)

ผู้วิจัยมีข้อวิจารณ์เกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ข้อวิจารณ์เกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) มีดังนี้

1.1 จากการศึกษารูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของต่างประเทศพบว่า นิยมกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ทั้งมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน(บังคับ) และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม(เลือก)ไว้อย่างชัดเจนและหลากหลาย เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับโรงเรียนในการนำไปพัฒนาหลักสูตร ซึ่งประเด็นนี้แตกต่างจากประเทศไทยที่ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และมีการกำหนดเพียงมาตรฐานการเรียนรู้เฉพาะสำหรับใช้สร้างรายวิชาพื้นฐานเท่านั้น ส่วนการกำหนดมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม(เลือก) หรือที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรียกว่า “ผลการเรียนรู้” นั้น กระทรวงศึกษาธิการมอบหมายให้แต่ละโรงเรียนกำหนดเอง มาตรฐานที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างกันไปตามความรู้ความเข้าใจและศักยภาพของแต่ละโรงเรียน ขาดความเป็นมาตรฐานเดียวกัน ส่งผลให้นำผลการเรียนในรายวิชาเพิ่มเติม(เลือก)นั้นไปใช้อ้างอิงหรือเทียบเคียง เพื่อแสดงระดับความสามารถของผู้เรียนได้ยาก

บางรัฐแม้จะกำหนดเป็นมาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์ ไม่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานรายวิชาเฉพาะ แต่ก็กำหนดมาตรฐานรายวิชาไว้หลายระดับ ดังตัวอย่างเช่น รัฐ Georgia (Georgia Department of Education, 2006) ที่มีทั้งมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานและมาตรฐานรายวิชาแบบเชิงลึกขั้นสูง ได้แก่ Mathematics I , Mathematics II , Mathematics III , Mathematics IV , Accelerated Mathematics I , Accelerated Mathematics II และ Accelerated Mathematics III ซึ่งในอนาคตหากประเทศไทยจะมีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ก็ควรกำหนดไว้หลากหลายระดับ เพื่อตอบสนองกลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถและความสนใจแตกต่างกัน คล้ายกับในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่มีการกำหนดรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีระดับความลึกของเนื้อหาแตกต่างกันสำหรับนักเรียนในแต่ละแผนการเรียน มิใช่ตัดแบ่งเนื้อหาสาระเช่นในปัจจุบันว่าให้นักเรียนที่ไม่ได้เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์เรียนเฉพาะรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ส่วนเนื้อหาสาระที่อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนั้นจะจัดให้เฉพาะนักเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์เท่านั้น ส่งผลให้นักเรียนที่ไม่ได้เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมขาดองค์ความรู้ในบางเรื่องไปเลย และเป็นปัญหาสำหรับการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

บางรัฐอาจกำหนดมาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์มาให้ในรูปแบบมาตรฐานกลุ่มสาระ ได้แก่ Number and Operations , Algebra , Geometry , Measurement และ Data Analysis & Probability แต่รายวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรโรงเรียนก็จะเป็นรายวิชาเฉพาะทาง เช่น พีชคณิต เรขาคณิต ตรรกศาสตร์ แคลคูลัส แสดงให้เห็นว่า โรงเรียนในต่างประเทศมีความรู้ความเข้าใจในการทำหลักสูตรรายวิชาเฉพาะ แม้ว่ารัฐจะไม่ได้กำหนดมาตรฐานมาให้ในรูปแบบมาตรฐานรายวิชา แต่สำหรับประเทศไทย การกำหนดมาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์มาให้ในรูปแบบมาตรฐานกลุ่มสาระที่มี 6 สาระเช่นในปัจจุบัน กลับส่งผลทำให้โรงเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าต้องสร้างรายวิชาที่ใช้มาตรฐานพื้นฐานที่ครอบคลุมหลายๆ สาระรวมกัน เกิดเป็นรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานซึ่งไม่แสดงจุดเน้นของแต่ละรายวิชาในทุกระดับชั้น แทนที่จะสร้างรายวิชาเฉพาะทางที่มีความเข้มข้นเชิงเนื้อหา การกำหนดมาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์แบบมาตรฐานรายวิชาจึงน่าจะช่วยให้โรงเรียนสามารถพัฒนาหลักสูตรและสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบเฉพาะทางได้ง่ายขึ้น

นอกจากนี้มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ต่างประเทศกำหนด จะพบว่ามีแตกต่างกัน เช่น หลายรัฐไม่มีการกำหนดมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติเฉพาะ แต่จะนำไปรวมอยู่กับมาตรฐานรายวิชาอื่น เช่น Algebra 2 with Trigonometry (Alabama Department of Education, 2003) หรือ Pre-Cal including Trigonometry (Arkansas Department of Education, 2004) แสดงให้เห็นว่ารัฐเหล่านั้นมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายว่าควรกำหนดองค์ความรู้อะไรบ้าง เพียงแต่มีมุมมองในการจัดกลุ่มองค์ความรู้เหล่านั้นแตกต่างกันไป ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับประเทศไทยว่าในการกำหนดมาตรฐานรายวิชานั้นควรพิจารณาให้เหมาะสมกับความต้องการและความคาดหวังของสังคมไทย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกดำเนินการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ต้นแบบ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา โดยแบ่งเป็นมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน จำนวน 4 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra, Probability and Statistics, Geometry, Pre-Calculus และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม จำนวน 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Trigonometry และ Discrete Mathematics ทั้งนี้เนื่องจากองค์ความรู้ในมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานทั้ง 4 มาตรฐานรายวิชาข้างต้นจัดเป็นรากฐานสำคัญและเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป และองค์ความรู้ในมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติมทั้ง 2 มาตรฐานรายวิชานั้นมีความสำคัญกับการนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในขั้นสูงต่อไป สอดคล้องกับที่ Hart & Martin (n.d.)

ได้กล่าวว่า “สำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื้อหาที่มีมาเป็นเวลานานและยังคงมีความสำคัญอยู่ก็คือ พีชคณิตและเรขาคณิต ส่วนเนื้อหาที่มีความจำเป็นสำหรับโลกแห่งข้อมูลและเทคโนโลยีในอนาคต ได้แก่ สถิติ วิชคณิต และการให้เหตุผลเชิงปริมาณ” และสอดคล้องกับข้อมูลการกำหนดรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับโรงเรียนของรัฐต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Center for the Study of Mathematics Curriculum, 2007) ดังนี้

Course	States	Total
Algebra I	AL, AR, CA, DC, FL, HI, IN, KY, MD, MA, MS, NC, OK, SC, TN, TX, UT, VA, WV	19
Geometry	AL, AR, CA, DC, FL, HI, IN, KY, MD, MA, MS, NC, NY, OK, SC, TN, TX, UT, VA, WV	20
Algebra II	AL, AR, CA, DC, FL, HI, IN, MA, MS, NC, NY, OK, SC, TN, TX, UT, VA, WV	18
Integrated Mathematics I	FL, GA, IN, NY, NC, TN	6
Integrated Mathematics II	FL, GA, IN, NC, TN	5
Integrated Mathematics III	FL, GA, IN, NC, TN	5
Precalculus	AL, DC, FL, IN, MA, MS, NC, SC, TN, TX, UT, WV	12
Trigonometry	CA, FL, HI, MS, NY, VA, WV	7
Probability & Statistics	AR, CA, DC, FL, HI, IN, MS, NC, SC, TN, UT, VA, WV	13
Calculus	CA, FL, HI, IN, MS, NC, SC, TN, UT, VA	10

ภาพที่ 23 ข้อมูลการกำหนดรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับโรงเรียนของรัฐต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ที่มา: Center for the Study of Mathematics Curriculum (2007: 2)

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่ารายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่รัฐส่วนใหญ่ให้ความสำคัญ ได้แก่ เรขาคณิต พีชคณิต สถิติและความน่าจะเป็น และพื้นฐานแคลคูลัส ตามลำดับ

1.2 จากการศึกษาหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าหลักการเขียนแบบยึดมาตรฐานกลุ่มสาระอาจยังไม่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย เพราะเมื่อโรงเรียนนำไปพัฒนาเป็นรายวิชา (courses) ในหลักสูตรสถานศึกษาและจัดทำหน่วยการเรียนรู้ ครูในฐานะนักพัฒนาหลักสูตรจะต้องมีความเข้าใจและสามารถวิเคราะห์หาเนื้อหาภายในมาตรฐานรายวิชานั้นซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในแต่ละมาตรฐานกลุ่มสาระอีกครั้ง โรงเรียนอาจยังไม่มีความเข้าใจเพียงพอ และผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่

ได้ ให้ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์อีกว่า การกำหนดโดยใช้สาระของมาตรฐานรายวิชานั้นโดยตรง น่าจะมีความชัดเจน ง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำไปใช้สำหรับครูไทยในระยะเริ่มต้น

1.3 จากการศึกษารูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่ามี 4 รูปแบบ ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นร่วมกันว่าควรพัฒนา 2 รูปแบบที่มีความแตกต่างกันชัดเจนเพื่อเป็นตัวอย่างทางเลือกคือ รูปแบบที่ 2 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระ(Strand) ก่อนแล้วจึงเขียนมาตรฐานภายในสาระ ซึ่งจะให้มีมาตรฐานจำนวนมากข้อ และรูปแบบที่ 4 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระ(Strands)หนึ่งๆ เป็นมาตรฐานใหญ่ 1 ข้อและตามด้วยข้อความขยาย แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน ซึ่งจะให้มีมาตรฐานใหญ่จำนวนไม่มากข้อเท่ารูปแบบที่ 2 โดยทั้งสองรูปแบบนี้มีข้อดีตรงที่มีการระบุชื่อสาระ(Strand)ที่อยู่ภายในมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) นั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ครูสามารถมองเห็นกลุ่มขององค์ความรู้ภายในมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และผู้วิจัยยังเห็นคุณค่าเพิ่มเติมของการระบุสาระตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนออีกว่าจะเป็นการช่วยให้ครูสามารถตรวจสอบองค์ความรู้เบื้องต้นอย่างง่ายๆ ว่าได้จัดองค์ความรู้ครบถ้วนแล้วหรือไม่ อีกทั้งแต่ละสาระที่กำหนดภายในมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)เหล่านั้นยังมีแนวโน้มที่จะสามารถนำไปจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ได้ ซึ่งช่วยให้ครูสามารถนำมาตรฐานรายวิชาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบประเด็นที่น่าสนใจอีก คือ บางรัฐจะมีการทำตัวอย่างแนวทางการประเมินที่เชื่อมโยง(Alignment) กับมาตรฐานแต่ละข้อไว้ในหลักสูตรด้วย เพื่อช่วยให้มองเห็นเป้าหมายปลายทางของมาตรฐานข้อนั้นชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นตัวอย่างเครื่องมือการประเมินสำหรับครูอีกด้วย ดังตัวอย่าง มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Washington (Office of Superintendent of Public Instruction, 2009)

Geometry

G.4. Core Content: Geometry in the coordinate plane

(Geometry/M Measurement, Algebra)

Students make connections between geometry and algebra by studying geometric properties and attributes that can be represented on the coordinate plane. They use the coordinate plane to represent situations that are both purely mathematical and that arise in applied contexts. In this way, they use the power of algebra to solve problems about shapes and space.

Performance Expectation

Students are expected to:

Explanatory Comments and Examples

G.4.A Determine the equation of a line in the coordinate plane that is described geometrically, including a line through two given points, a line through a given point parallel to a given line, and a line through a given point perpendicular to a given line.

Examples:

- Write an equation for the perpendicular bisector of a given line segment.
- Determine the equation of a line through the points (5, 3) and (5, -2).
- Prove that the slopes of perpendicular lines are negative inverses of each other.

G.4.B Determine the coordinates of a point that is described geometrically.

Examples:

- Determine the coordinates for the midpoint of a given line segment.
- Given the coordinates of three vertices of a parallelogram, determine all possible coordinates for the fourth vertex.
- Given the coordinates for the vertices of a triangle, find the coordinates for the center of the circumscribed circle and the length of its radius.

ภาพที่ 24 มาตรฐานรายวิชาเรขาคณิตของรัฐ Washington

ที่มา: Office of Superintendent of Public Instruction (2009: 39)

สำหรับประเทศไทยยังไม่เคยมีการจัดทำอย่างแนวทางการประเมินที่เชื่อมโยง (Alignment) กับมาตรฐานหลักสูตรแต่ละข้อในลักษณะเช่นนี้มาก่อน ครูจึงขาดแนวทางในการออกข้อสอบแบบอิงมาตรฐาน เวลาที่ครูจะออกข้อสอบก็จะอาศัยตัวอย่างข้อสอบจากหนังสือคู่มือของสำนักพิมพ์ต่างๆ ซึ่งข้อสอบเหล่านั้นก็ไม่ได้มีการเชื่อมโยงมาตรฐานให้เห็นชัดเจน เมื่อมีการทดสอบระดับชาติแต่ละครั้งจึงเป็นประเด็นวิพากษ์วิจารณ์อยู่เสมอว่า ข้อสอบไม่ได้มาตรฐานบ้าง ข้อสอบยากเกินกว่ามาตรฐานหลักสูตรบ้าง กระทรวงศึกษาธิการโดย สพฐ. จึงควรมีการจัดทำแหล่งความรู้ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐาน หรือที่เรียกว่า curriculum alignment เหล่านี้เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับครู อีกทั้งยังเป็นการแสดงภาพความชัดเจนต่อสังคมด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของไพรวลัย พิทธิยาสาลี (2552) ที่กล่าวว่า “สิ่งที่มีความจำเป็นตั้งแต่เริ่มแรกของการปรับหลักสูตรเลยก็คือต้องจัดทำตัวอย่างในเรื่องต่างๆ ให้ครูเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูจะได้เห็นแนวคิดที่หลากหลายและเลือกนำไปปรับใช้ได้ตามที่เหมาะกับตนเอง ไม่คัดลอกไปใช้โดดๆ โดยไม่มีการพัฒนา อย่างนั้นไม่เป็นการพัฒนาศักยภาพครูแต่อย่างใด”

1.4 มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีการปรับข้อความในบางมาตรฐานให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยยึดหลักว่าวิธีการเขียนมาตรฐานที่ดีควรมีลักษณะเป็น Content Standard คือกำหนดความคาดหวังว่าต้องการให้ผู้เรียนมีสัมฤทธิ์ผลหรือความรู้ความสามารถหนึ่งๆ โดยเปิดโอกาสให้เขตพื้นที่การศึกษา ท้องถิ่น โรงเรียนจัดการศึกษาให้ต่างกันไปได้ มากกว่าที่จะมีลักษณะที่ระบุรายละเอียดเนื้อหา พฤติกรรม หรือกิจกรรมการสอนอย่างละเอียดและตายตัวจนโรงเรียนแต่ละพื้นที่ไม่มีโอกาสสอนให้แตกต่างกันเลยแบบที่เรียกว่า Curriculum Standard ดังที่ นาตยา ปิณฑานนท์ (2545) กล่าวไว้ว่า “มาตรฐานในลักษณะ content standard จะมีคุณค่ามากกว่า curriculum standard” ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิบางท่านยังมีความกังวลว่าครูไทยส่วนใหญ่อาจจะไม่เข้าใจลักษณะการเขียนมาตรฐานเช่นนี้และมีปัญหาต่อการนำไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าเป็นเรื่องของการบริหารจัดการหลักสูตรที่ สพฐ. จะต้องเร่งสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานหลักสูตรให้กับครู และกระตุ้นให้ครูกล้าที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ไม่ควรปล่อยให้ความไม่เข้าใจเป็นอุปสรรคคอยขัดขวางการพัฒนาไปข้างหน้า

1.5 ในการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะว่านอกเหนือจากการกำหนดขอบข่าย(scope)ขององค์ความรู้แล้ว ในระยะเริ่มต้นประกาศใช้ควรมีการกำหนดลำดับ(sequence)ของการจัดมาตรฐานรายวิชาในหลักสูตรด้วย เมื่อครูมีความเข้าใจดีแล้ว สพฐ. จึงอาจค่อยๆ ปรับลดข้อกำหนดเหล่านี้ลงเพื่อยืดหยุ่นให้สถานศึกษาได้พัฒนาหลักสูตรที่มีความเหมาะสมกับบริบทของตน และเป็นการส่งเสริมความเข้มแข็งให้สถานศึกษาด้วย ซึ่งผิดกับทิศทางการพัฒนาหลักสูตรแบบอิงมาตรฐานของประเทศไทยที่ผ่านมา ที่มีการกำหนดกรอบหลักสูตรไว้กว้างมากในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยไม่มีรายละเอียดหรือตัวอย่างเป็นแนวทางให้แก่โรงเรียนเลย เมื่อประกาศใช้ไปแล้วเกิดปัญหามากจึงค่อยมากำหนดรายละเอียดตัวชี้วัดเป็นขั้นไปให้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งนอกจากจะไม่เป็นการสร้างความเข้มแข็งให้สถานศึกษาแล้ว ยังสะท้อนให้เห็นความล้มเหลวของการบริหารจัดการการใช้หลักสูตรของประเทศอีกด้วย

นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอีกว่า สพฐ. ควรกำหนดเงื่อนไขการจบหลักสูตรให้ชัดเจนว่านักเรียนต้องผ่านมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน(บังคับ)ใดบ้าง และต้องผ่านมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม(เลือก) จำนวนรายวิชาหรือจำนวนหน่วยกิตอย่างน้อยเท่าใด ซึ่งประเด็นนี้ผู้วิจัยขอเสนอแนะเพิ่มเติมว่า กระทรวงศึกษาธิการ โดย สพฐ. อาจกำหนดแนวทางการจัด

เส้นทางแผนการเรียนไว้เป็นทางเลือก ดังตัวอย่าง รัฐ Alabama (Alabama Department of Education, 2003)

Possible Course Sequences		
There are several pathways by which a student can earn four credits in mathematics for graduation. Local school systems may determine which pathways lead to specific diploma completion, provided the minimal Alabama State Board of Education requirements are followed. Some pathways for Grades 9-12 are indicated below.		
Algebra I A Algebra I B Geometry A Geometry B	Algebra I A Algebra I B Geometry Algebra II	Algebra I A Algebra I B Geometry Algebraic Connections
Algebra I A Algebra I B Geometry Algebra II with Trigonometry	Algebra I Geometry Algebra II with Trigonometry Algebra III with Statistics	Algebra I Geometry Algebra II with Trigonometry Precalculus
Algebra I Geometry A Geometry B Algebra II	Algebra I Geometry A Geometry B Algebraic Connections	Algebra I Geometry A Geometry B Algebra II with Trigonometry
Algebra I Geometry Algebraic Connections Algebra II	Algebra I Geometry Algebraic Connections Algebra II with Trigonometry	
Some pathways for students who complete Algebra I in the eighth grade are indicated below.		
Geometry Algebra II with Trigonometry Algebra III with Statistics Precalculus	Geometry Algebra II with Trigonometry Precalculus Algebra III with Statistics	Geometry Algebra II with Trigonometry Precalculus Advanced Placement (AP) Mathematics Course
Geometry A Geometry B Algebra II with Trigonometry Algebra III with Statistics	Geometry A Geometry B Algebra II with Trigonometry Precalculus	Geometry A Geometry B Algebraic Connections Algebra II
Geometry A Geometry B Algebraic Connections Algebra II with Trigonometry	Geometry Algebraic Connections Algebra II with Trigonometry Algebra III with Statistics	Geometry Algebraic Connections Algebra II with Trigonometry Precalculus

ภาพที่ 25 การจัดลำดับรายวิชาของรัฐ Alabama

ที่มา: Alabama Department of Education (2003: 47)

จากตัวอย่าง จะพบว่าการกำหนดเส้นทางแผนการเรียนไว้อย่างหลากหลาย สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ซึ่งจะให้นักเรียนทราบเส้นทางการเรียนรู้ของตนเองว่า จะต้องผ่านรายวิชาใดบ้างในหลักสูตร

เนื่องจากในความเป็นจริง มาตรฐานรายวิชาต่างๆ ที่ สพฐ. กำหนด โรงเรียนสามารถนำไปสร้างเป็นรายวิชาในหลักสูตรสถานศึกษาจำนวน 1 รายวิชา หรือ 2 รายวิชาก็ได้ ขึ้นอยู่กับการจัดทำโครงสร้างหลักสูตรของแต่ละสถานศึกษา แต่ถ้า สพฐ. กำหนดโครงสร้างหลักสูตรเช่น ตัวอย่างของรัฐ Alabama ข้างต้น ก็จะส่งผลให้ทุกโรงเรียนกำหนดรายวิชาบังคับเป็นแนวเดียวกันทั้งหมด ซึ่งการกำหนดเส้นทางแผนการเรียนเช่นนี้ส่วนใหญ่จะกำหนดเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเท่านั้น เนื่องจากนักเรียนเริ่มมองเห็นเส้นทางการศึกษาต่อของตนชัดเจน และเป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ จึงถือเป็นด่านสุดท้ายที่จะกลั่นกรองให้เด็กได้มาตรฐานครบถ้วนก่อนจะเข้ามหาวิทยาลัยด้วย

อีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจคือ การนำมาตรฐานรายวิชาไปสร้างเป็นคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตรสถานศึกษานั้น บางสถานศึกษาอาจใช้วิธียกเอามาตรฐานรายวิชาของรัฐไปเป็นคำอธิบายรายวิชาโดยนำข้อความมาวางเรียงต่อกัน แต่บางแห่งก็อาจนำไปเขียนเรียบเรียงใหม่เป็นคำอธิบายรายวิชาของตนเอง ดังนั้นสำหรับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน(บังคับ) ทุกโรงเรียนก็จะมีรายวิชาเหล่านี้เป็นแนวเดียวกัน โดยแต่ละโรงเรียนอาจจัดเป็น 1 หรือ 2 รายวิชาแตกต่างกันไป แต่ถ้า สพฐ. หรือแต่ละเขตพื้นที่ได้กำหนดโครงสร้างหรือกำหนดหน่วยกิตของแต่ละรายวิชาไว้ให้ด้วย ทุกโรงเรียนก็จะมีรายวิชาเหล่านี้เหมือนกัน

2. ข้อวิจารณ์เกี่ยวกับการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ มีดังนี้

2.1 จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดทำทรัพยากรการเรียนรู้ พบว่า ในต่างประเทศมีการจัดทำฐานความรู้ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานหลักสูตรไว้ค่อนข้างหลากหลาย ทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/เครื่องมือการเรียนรู้ และเครื่องมือประเมินผล เพื่อเป็นตัวช่วยครูในการจัดการเรียนการสอน ทั้งโดยหน่วยงานของรัฐและองค์กรเอกชนที่เข้ามามีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดการศึกษาของรัฐ สำหรับประเทศไทยได้มีการพัฒนาฐานข้อมูลทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยหน่วยงานราชการและองค์กรต่างๆ บ้างแล้วพอสมควร แต่ส่วนใหญ่ยังขาดการเชื่อมโยงกับมาตรฐานหลักสูตร(Curriculum Alignment) จึงมีลักษณะเป็น Content-based มากกว่า Standard-based ซึ่ง สพฐ. ควรจัดทำเป็นตัวอย่างและส่งเสริมให้ภาคเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดทำคลังความรู้ที่เชื่อมโยงกับหลักสูตรเพื่อเป็นแนวทางและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูมากขึ้น

2.2 ผลการประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในบางรายการ ผู้เชี่ยวชาญบางท่านแสดงความคิดเห็นว่ามันไม่แน่ใจ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดสาระในมาตรฐานรายวิชาที่พัฒนาอาจมีความแตกต่างจากต่างประเทศในบางสาระ แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้แต่ละรายการจึงมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับมาตรฐานรายวิชาบางบ้างน้อยบ้าง หรืออาจไม่สอดคล้องในบางสาระ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเพียงต้องการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ไว้สำหรับเป็นแนวทางในการนำไปปรับใช้เท่านั้น มิได้จัดทำในลักษณะเชื่อมโยง(Alignment)กับมาตรฐานรายวิชา

2.3 ทรัพยากรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา กับแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ของกลุ่มประเทศตะวันตกซึ่งเป็นผู้ นำในการใช้ระบบการศึกษาอิงมาตรฐาน(Standard-Based Education) และมีการจัดทำเครื่องมือ/สื่อการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจาก ทรัพยากรการเรียนรู้ดังกล่าวอาศัยฐานข้อมูลจากระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต่างประเทศ จึงอาจทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องภาษาอยู่บ้างสำหรับการนำมาใช้กับประเทศไทย ดังที่ผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นว่า อาจมีปัญหาสำหรับครูไทยพอสมควร โดยเฉพาะครูคณิตศาสตร์ที่มักไม่ค่อย สันทัดภาษาอังกฤษ ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าแนวคิดเรื่องการศึกษาอิงมาตรฐาน(Standard-Based Education) มีต้นกำเนิดมาจากต่างประเทศ หากนักการศึกษาไทยได้รับรู้ข้อมูลภาษาอังกฤษโดยตรง น่าจะทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้องและลึกซึ้งกว่า อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระที่เป็นสากล การใช้ศัพท์วิชาการทางคณิตศาสตร์(technical term) ต่าง ๆ เป็นคำที่รับรู้กันโดยทั่วไป จึงน่าจะไม่ใช่เรื่องยากที่ครูไทยจะศึกษาทำความเข้าใจ ประกอบกับงานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอเป็น ตัวอย่างสำหรับการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับประเทศไทยในโอกาสต่อไป จึงยืนยันใช้ เฉพาะฐานข้อมูลทรัพยากรการเรียนรู้ของต่างประเทศ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยเรื่อง การพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีสาระสำคัญสรุปได้ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย
2. เพื่อพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) และทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ประเมินประเมินความต้องการจำเป็นและคุณภาพของมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โดยผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน และประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิชาการ และครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับการกำหนดชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. แบบสนทนากลุ่ม(Focus Group) สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. ทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. แบบประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งประกอบด้วย อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการด้านหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและนำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ประเมินความต้องการจำเป็น และความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับการกำหนดชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล

4. ประเมินคุณภาพมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

5. ปรับปรุง และพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

6. ผู้วิจัยติดต่อผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยและนำหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มอบให้ผู้เชี่ยวชาญ

7. นำทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม สอดคล้องเชิงเนื้อหา

8. นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. พิจารณาคำฐานนิยม(Mode) ของผลการประเมินข้อมูลเกี่ยวกับชื่อมาตรฐานรายวิชา และแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการวิเคราะห์เชิงสถิติและประมวลผลเชิงพรรณนา

2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการประเมินคุณภาพมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ของผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์โดยการประมวลผลเชิงพรรณนา

3. หาค่าเฉลี่ยของคะแนน IOC จากผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหา ของทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของผู้เชี่ยวชาญ โดยการวิเคราะห์เชิงสถิติและประมวลผลเชิงพรรณนา

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้เป็น 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. ผลการสร้างมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากรัฐต่างๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการกำหนดมาตรฐานแบบมาตรฐานรายวิชา ผลปรากฏว่ามีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา 4 รูปแบบ ดังนี้

- การนำสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์มาพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา เช่น Algebra, Probability and Statistic , Trigonometry และ Calculus
- การนำสาขาของคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 สาขาหรือมากกว่า มาพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา เช่น Algebra with Trigonometry และ Algebra with Statistics
- การนำสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์หรือมากกว่า มาพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา โดยมุ่งเน้นในบางประเด็นสำคัญเป็นการเฉพาะ เช่น Algebra, Functions and Data Analysis
- การนำสาขาของคณิตศาสตร์มาบูรณาการกัน แล้วพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา โดยมีทั้งรูปแบบที่บูรณาการความรู้จากสาระต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น Integrated Mathematics และรูปแบบที่นำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ เช่น Discrete Mathematics, Computer Mathematics, Advanced Functions and Modeling และ Financial Mathematics

1.2 ผู้วิจัยนำผลจากการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) มาสังเคราะห์และสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย แล้วไปสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่าประเทศไทยควรมีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses

Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งมาตรฐานรายวิชา พื้นฐาน(มาตรฐานรายวิชาบังคับ)และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม(มาตรฐานรายวิชาเลือก) โดยผู้วิจัย ตัดสินใจเลือกที่จะดำเนินการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าควรพัฒนา จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา โดยแบ่งเป็นมาตรฐาน รายวิชาพื้นฐาน จำนวน 4 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra, Probability and Statistics, Geometry, Pre-Calculus และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม จำนวน 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Trigonometry และ Discrete Mathematics

1.3 ผู้วิจัยศึกษาแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า มีหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชาทั้งสิ้น 2 ลักษณะ ดังนี้

หลักการที่ 1 กำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้น ๆ จากนั้นจึงเขียน มาตรฐานในแต่ละสาระเหล่านี้

หลักการที่ 2 นำสาระของมาตรฐานคณิตศาสตร์มากำหนดเป็นมาตรฐานของ มาตรฐานรายวิชา

และจากการศึกษารูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา พบว่า มีรูปแบบการเขียน มาตรฐานรายวิชา ทั้งสิ้น 4 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 เขียนมาตรฐานของมาตรฐานรายวิชาเป็นมาตรฐานใหญ่ไปเลย

รูปแบบที่ 2 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระ(Strand) ก่อนแล้วจึง เขียนมาตรฐานภายในสาระ

รูปแบบที่ 3 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยเขียนสาระ(Strands) เป็น มาตรฐานใหญ่ไปเลย 1 ข้อแล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน

รูปแบบที่ 4 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระ(Strands) หนึ่งๆ เป็น มาตรฐานใหญ่ 1 ข้อและตามด้วยข้อความขยาย แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน

1.4 ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ท่าน เกี่ยวกับแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย ผลปรากฏว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชาว่าควรใช้หลักการที่ 1 จำนวน 4 ท่าน และควรใช้หลักการที่ 2 จำนวน 2 ท่าน และมีความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แตกต่างกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่าควรใช้รูปแบบที่ 2 และ 4 รูปแบบละ 3 ท่าน

1.5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา แบ่งเป็นมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน จำนวน 4 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Algebra, Probability and Statistics, Geometry, Pre-Calculus และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม จำนวน 2 มาตรฐานรายวิชา ได้แก่ Trigonometry และ Discrete Mathematics โดยใช้หลักการเขียนแบบกำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้นๆ และใช้รูปแบบการเขียนที่ 2 และ 4

1.6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินคุณภาพของมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) ปรับปรุงข้อความในบางมาตรฐานให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำมาตรฐานรายวิชาไปใช้ ดังนี้ 1) มาตรฐานรายวิชาที่เขียนโดยใช้รูปแบบการเขียนที่ 4 น่าจะเหมาะสมกับการนำไปใช้มากกว่ารูปแบบที่ 2 เนื่องจากมีรายละเอียดชัดเจน อีกทั้งการกำหนดองค์ความรู้เรื่องหนึ่งๆ เป็นมาตรฐานหนึ่งข้อจะส่งผลให้การสื่อสารอ้างอิงมาตรฐานทำได้สะดวกขึ้น 2) ควรมีการกำหนดแนวทางในการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปพัฒนาเป็นรายวิชา(Courses) คณิตศาสตร์ในหลักสูตรโรงเรียนไว้ด้วย และ 3) กระทรวงศึกษาธิการ โดย สพฐ. ควรกำหนดเงื่อนไขการจบหลักสูตรให้ชัดเจนว่านักเรียนต้องผ่านมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน(บังคับ) ใดบ้าง และต้องผ่านมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม(เลือก) จำนวนรายวิชาหรือจำนวนหน่วยกิตอย่างน้อยเท่าใด

2. ผลการพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ได้ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 6 มาตรฐานรายวิชา โดยแบ่งเป็น 3 หมวด คือ แผนการสอน(Lesson Plan) สื่อ/กิจกรรม และเครื่องมือประเมินผล

2.2 ทรัพยากรการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหากับมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 6 มาตรฐานรายวิชา สามารถนำไปใช้ได้

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำมาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ ผู้สนใจควรคำนึงถึงเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

1. ในการนำมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) ไปใช้ กระทรวงศึกษาธิการ โดย สพฐ. จะต้องเตรียมสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแก่บุคลากรทางการศึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรและการใช้หลักสูตรแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1) บุคลากรภายใน สพฐ. ควรต้องมีความเข้าใจว่ามาตรฐานรายวิชา(Course Standards) คืออะไร การนำมาตรฐานรายวิชามาใช้จะมีข้อดี/ข้อแตกต่างจากมาตรฐานหลักสูตรแบบเดิมอย่างไร และหากมีการนำมาตรฐานรายวิชามาใช้จะส่งผลกระทบต่อระบบการประเมินระดับชาติอย่างไร บ้าง นั่นก็หมายความว่า การกำหนดมาตรฐานรายวิชาย่อมทำให้ต้องพิจารณาเปลี่ยนแปลงข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน ของสถานศึกษาให้แตกต่างจากที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน รวมทั้งการปฏิบัติเกี่ยวกับการประเมินผลผู้เรียนของสถานศึกษาและของชาติก็ต้องเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วย

2) คณะกรรมการร่างมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) ควรต้องมีความเข้าใจถึงวิธีการเขียนมาตรฐานรายวิชา สามารถจำแนกแยกแยะสิ่งที่ป็นองค์ความรู้กับสิ่งที่ป็นเนื้อหา(content)ได้ อีกทั้งยังต้องเข้าใจสถานภาพของมาตรฐานรายวิชาด้วยว่ามาตรฐานรายวิชาที่ สพฐ. กำหนดนี้ป็นเพียงแนวทางในการนำไปสร้างรายวิชา(courses)เท่านั้น แต่มิใช่การตีกรอบจำกัดขอบเขตของเนื้อหาและมีรายวิชาของสถานศึกษาโดยตรง โรงเรียนต้องนำไปพัฒนาป็นรายวิชาของโรงเรียนเอง โดยอาจเพิ่มเติมหรือเสริมสิ่งที่ป็นจุดเน้นของสถานศึกษาได้

3) ครูผู้สอน ควรต้องมีความเข้าใจว่ามาตรฐานรายวิชา(Course Standards)คืออะไร และจะนำมาตรฐานรายวิชาไปสร้างป็นรายวิชา(courses) หน่วยการเรียนรู้(Learning Unit) ใช้จัดการเรียนการสอน ตลอดจนประเมินผลได้อย่างไร

2. ในการนำมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) หนึ่งๆ ไปสร้างรายวิชา(courses) มากกว่า 1 รายวิชาในหลักสูตรโรงเรียน เขตพื้นที่ควรเข้ามามีบทบาทสำคัญในการช่วยกำหนดแนวทางการจัดลำดับ(sequence) องค์ความรู้ภายในแต่ละรายวิชา เช่น รายวิชาพีชคณิต1 ควรประกอบด้วยมาตรฐานใดบ้าง เพราะบางโรงเรียนอาจไม่มีความพร้อมเพียงพอ โดยเฉพาะโรงเรียนขนาดเล็กที่มีครูไม่ครบชั้นเรียนหรือไม่ครบกลุ่มสาระ

3. ในการนำมาตรฐานรายวิชา(Course Standards) ไปสร้างรายวิชา(courses) ในส่วนของการจัดทำคำอธิบายรายวิชา อาจใช้วิธีนำมาตรฐานแต่ละข้อไปเขียนร้อยเรียงต่อกันป็นคำอธิบายรายวิชา หรืออาจนำมาตรฐานเหล่านั้นมาป็นแนวทางหลอมรวมแล้วเขียนสังเคราะห์ขึ้นใหม่ก็ได้

4. ในการวิเคราะห์สาระในมาตรฐานเพื่อไปออกแบบรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ ครูต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าในการที่ผู้เรียนจะเกิดศักยภาพดังระบุในมาตรฐานแต่ละข้อได้จะต้องมีความรู้อะไรบ้าง เนื่องจากลักษณะการเขียนมาตรฐานจะระบุสิ่งที่ป็นสัมฤทธิ์ผลปลายทางมากกว่าที่จะระบุรายละเอียดเนื้อหา พฤติกรรม หรือกิจกรรมการสอนอย่างละเอียดและตายตัวกระทรวงศึกษาธิการ โดย สพฐ. จะต้องสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์มาตรฐานให้กับครูเสียก่อน

5. ในการนำทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับแต่ละมาตรฐานรายวิชาไปใช้ ครูควรตระหนักว่าข้อมูลดังกล่าวป็นเพียงแนวทางในการนำไปใช้จัดการเรียนการสอนเท่านั้น ข้อมูลดังกล่าวอาจไม่ได้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน ครูจะต้องพิจารณาและนำไปปรับใช้ให้เหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. งานวิจัยนี้มุ่งที่จะให้เป็นต้นแบบของการพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Course Standards) สำหรับประเทศไทยในอนาคต หากต่อไปจะมีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ๆ ผู้ที่ทำวิจัยจะต้องเลือกผู้ทรงคุณวุฒิที่กล่มองอนาคตไกล ทั้งนี้ เพราะการกำหนดมาตรฐานหลักสูตรเป็นการมองสิ่งที่ประเทศชาติคาดหวังว่าจะเกิดกับผู้เรียนในอนาคต อีกทั้งงานวิจัยในลักษณะเชิงรุกที่มุ่งนำเสนอสิ่งที่ยังไม่มีอยู่ในประเทศไทยปัจจุบัน ทั้งผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิจำเป็นต้องกล้าคิดออกนอกกรอบความคิดและเงื่อนไขแบบเดิม
2. ในอนาคตหากประเทศไทยมีการประกาศใช้มาตรฐานรายวิชา(Course Standards) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีการวิจัยติดตามผลการใช้มาตรฐานรายวิชาเหล่านั้นด้วย
3. ควรมีการวิจัยพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติ(Performance Standard) ที่สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรเพื่อเป็นแนวทางในการวัดผลประเมินผลสำหรับสถานศึกษา
4. ควรมีการวิจัยพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานหลักสูตร(Curriculum Alignment) ในรูปแบบออนไลน์เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยสะดวก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. คู่มือการพัฒนาสื่อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กิดานันท์ มลิทอง. 2544. สื่อการสอนและฝึกอบรม: จากสื่อพื้นฐานถึงสื่อดิจิทัล.

กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กอบกุล สรรพกิจงานง. 2546. “สื่อการสอน.” ใน บทเรียนชุดวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
เบื้องต้น. (Online).

<http://edtech.edu.ku.ac.th/edtech/wbi/index.php?module=learn&chapter=5>,

1 ธันวาคม 2552.

_____. 2546. พัฒนาการของเทคโนโลยี. (Online).

[http://edtech.edu.ku.ac.th/edtech/wbi/index.php?module=study&chapter=1&sub1=3&](http://edtech.edu.ku.ac.th/edtech/wbi/index.php?module=study&chapter=1&sub1=3&sub2=2)

[sub2=2](http://edtech.edu.ku.ac.th/edtech/wbi/index.php?module=study&chapter=1&sub1=3&sub2=2), 1 ธันวาคม 2552.

ครรชิต มาลัยวงศ์. 2547. ระบบอินเทอร์เน็ตกับการศึกษา. (Online).

www.drkanchit.com/ict_education/articles/internetandeducation.pdf, 20 มกราคม 2553.

ฉวีวรรณ เสวตมัลย์. (2545). การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2545. หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษาในแง่ของการ

เรียนรู้. (Online). <http://vod.msu.ac.th/0503765/unit3/theory.html>, 2 ธันวาคม 2552.

เทพนคร ทาคง. 2546. การพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดที่อิงมาตรฐานในรายวิชาเสริมสมรรถภาพในการสอนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาครู. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล. 2551. การพัฒนาล้างหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาคยา ปิณฑนานนท์, มธุรส จงชัยกิจ และ ศิริรัตน์ นีละคุปต์. 2542. การศึกษาตามมาตรฐาน: แนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นาคยา ปิณฑนานนท์. 2545. จากมาตรฐานสู่ชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

นิคม ทาแดง, กอบกุล ปราบประชา และอำนาจ เดชชัยศรี. 2546. เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อการเรียนรู้. (Online). www.moe.go.th/wijai/techno.htm, 25 มกราคม 2553.

ไพรวลัย พิทักษ์สาธิต. 2552. “คลังความรู้ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานหลักสูตร.” วารสารวิชาการ. 12 (2) : 74 – 80.

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546. บทบาทของเทคโนโลยีการศึกษา. (Online). <http://edtech.edu.ku.ac.th/edtech/wbi/index.php?module=study&chapter=1&sub1=3&sub2=2>, 1 ธันวาคม 2552.

รุ่งนภา นุตราวังศ์. 2006. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

วรรณภา เนื่องชุมพล. 2550. การพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้ผ่านเว็บ สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ(ภาษาอังกฤษ) ช่วงชั้นที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์ สุวรรณฉาย. 2551. การพัฒนาฐานข้อมูลแหล่งทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ในสาระ 4 ถึง 8 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริรัตน์ ศรีสอาด. 2552. การพัฒนาทรัพยากรการเรียนรู้สาขาวิชาฟิสิกส์ สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2537. แหล่งเรียนรู้แบบยกกำลังสองบนโลกยุคไอที. (Online). http://elearning.nectec.or.th/courses/174/20060815media01_files/frame.htm, 19 ธันวาคม 2552.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: กราฟฟิคเกอร์.

สิทธิกร สุมาลี. 2553. “ความสำคัญของมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและตัวชี้วัด: กรณีศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.” นิตยสาร สสวท. 38(168) : 67 – 69.

อรวิทย์ ณะแก้วทุ่ง และคณะ. 2547. แนวโน้มทรัพยากรการเรียนรู้. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. (Online). www.arit.dusit.ac.th/elearning/edu/edu03/topic5/tp5.html, 2 กุมภาพันธ์ 2553.

อานวย เดชชัยศรี. 2533. การศึกษารูปแบบการบริหารเทคโนโลยีการศึกษาสำหรับโรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานครด้วยวิธีระบบ. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Arkansas Department of Education. 2004. **Pre-Cal including Trigonometry : Mathematics Curriculum Framework.** (Online). <http://arkansased.org/educators/word/precalculus.doc>, March 22, 2011.

Alabama Department of Education. 2003. **Ninth – Twelfth Grade Overview**. (Online).
<https://docs.alsde.edu/documents/54/05Ma9-12.rtf>, March 22, 2011.

Board of Education Commonwealth of Virginia. 2009. **Mathematics Standards of Learning for Virginia Public Schools**. (Online).
www.pwcsmath.com/sol/2009%20standards/mathsol2009.pdf, March 20, 2010.

California Department of Education. 2007. **Mathematics Framework for California Public Schools : Kindergarten to Twelve**. (Online).
www.cde.ca.gov/ci/ma/cf/documents/mathfrwkcomplete.pdf, March 21, 2010.

Center for the Study of Mathematics Curriculum. 2007. **High School Mathematics : State-Level Curriculum Standards and Graduation Requirements**. (Online).
www.mathcurriculumcenter.org/PDFS/HSreport.pdf, April 22, 2011.

Georgia Department of Education . 2006. **Georgia Performance Standards Mathematics 1**. (Online). www.georgiastandards.org/standards/Georgia%20Performance%20Standards/Math-I-Stds.pdf, March 21, 2010.

Hart, E.W. and W.G. Martin. n.d. **Standard for High School Mathematics : Why, What, How?**. (Online). www.education.umd.edu/MathEd/conference/vbook/Standards%20for%20HS%20Math_Hart_Martin.pdf, April 22, 2011.

Hawaii Department of Education. 2000. **What Does a Standards-Based School Look Like?**. (Online). <http://doe.k12.hi.us/standards/aboutstandardsbasededue.htm>, December 21, 2009.

Indiana Department of Education. 2006. **Indiana Standards and Resources : Mathematics Standards**. (online). <http://dc.doe.in.gov/Standards/AcademicStandards/PrintLibrary/math.shtml#2009>, July 21, 2010.

Kerlinger, F. 1988. **Foundation of Behavioral Research**. Hong Kong: Holt Rinehart and Winston, Inc.

Mississippi Department of Education. 2007. **2007 Mississippi Mathematics Framework Revised**. (Online). www.biloxischools.net/district/Adminservices/2006%20Math%20Framework.pdf, March 21, 2010.

Neo, M. 2005. Web-enhanced learning: engaging students in constructivist learning. In **Campus-Wide Information Systems**. (Online). <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=863447&show=abstract>, January 25, 2010.

North Carolina Department of Public Instruction. 2003. **Mathematics Standard Course of Study and Grade Level Competencies K-12**. (Online). <http://www.dpi.state.nc.us/docs/curriculum/mathematics/scos/math2003.pdf>, March 21, 2010.

Office of Superintendent of Public Instruction. 2009. **Washington State K-12 Mathematics Learning Standards**. (Online). <http://www.k12.wa.us/Mathematics/Standards/K-12MathematicsStandards-July2008.pdf>, March 21, 2011.

Stoicheva, M. 2002. **Online Resource for Teaching Shakespeare** (Online). http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1a/81/d5.pdf, January 28, 2010.

The National Council of Teachers of Mathematics. n.d. **Standards for Grades 9-12**. (Online). <http://www.nctm.org/resources/content.aspx?id=12630>, January 27, 2010.





รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรคณิตศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมัลย์

อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปริญญาเอก Ed.D. (Mathematics Education) AUBURN UNIVERSITY สหรัฐอเมริกา
ความเชี่ยวชาญ : หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ การนิเทศการสอนคณิตศาสตร์

2. รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร ทิพย์คง

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
และผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.
ปริญญาเอก Ed.D. (Mathematics Education) University of Georgia สหรัฐอเมริกา
ความเชี่ยวชาญ : การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา

3. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล

อาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
และผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.
ปริญญาเอก กศ.ค. (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ความเชี่ยวชาญ : การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดช บุญประจักษ์

อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
พระนคร
ปริญญาเอก กศ.ค. (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ความเชี่ยวชาญ : การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
และผู้ชำนาญสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.
ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ความเชี่ยวชาญ : หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์

6. อาจารย์ ดร.ชนิศรรา เลิศอมรพงษ์

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
และผู้อำนวยการสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.

ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเชี่ยวชาญ : หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์สำหรับครูคณิตศาสตร์

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานนท์ จันทรา

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
และผู้อำนวยการสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.

ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อาจารย์ ดร. ชนิศรรา เลิศอมรพงษ์

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
และผู้อำนวยการสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.

ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อาจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาเอก กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. อาจารย์ ดร. ต๋องตา สมใจเพ็ง

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาเอก ประ.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา) มหาวิทยาลัยมหิดล

5. อาจารย์ ดร. สุทธิพงศ์ บุญผดุง

อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ดร. สุภาพ เกิดแสง

นักวิชาการ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.

ปริญญาเอก Ph.D. (Mathematics) University of Southern California

7. ดร. อัมบุญ สิงห์อัศวิน

นักวิชาการศึกษา ชำนาญการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ปริญญาเอก Ph.D. (School of Information Technology) Jawaharlal Nehru University

8. ดร. ไพรวัดย์ พัทธสาลี

ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ปริญญาเอก ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. อาจารย์ เสาวภา ชูทอง

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเส้าไห้(วิมลวิทยานุกูล) อ.เส้าไห้ จ.สระบุรี

ปริญญาโท วท.ม. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร

10. อาจารย์ วรรณฯ ศรีปราชญ์

ครูชำนาญการ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี อ.เมือง จ.สระบุรี

ปริญญาโท วท.ม. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาคผนวก ข
หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ



ที่ ศธ.0513.10901/38/53

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาคศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตอบแบบสอบถาม

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ เสวตมัลย์

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/38/53

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาคศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตอบแบบสอบถาม

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. สิริพร ทิพย์คง

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/38/53

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาคศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตอบแบบสอบถาม

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/38/53

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาคศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตอบแบบสอบถาม

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เดช บุญประจักษ์

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/38/53

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาคศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตอบแบบสอบถาม

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานนท์ จันทรา

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/38/53

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาคศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตอบแบบสอบถาม

เรียน ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบสอบถามการวิจัยครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/6/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

14 มีนาคม 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. นววรรณ เสวตมัลย์

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนันท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ณ เควโฮม(KU Home) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม 2554 เวลา 13.00 น. เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการพัฒนาและการนำมามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ไปใช้ โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ
โทร. 02-5797114 ต่อ 139 - 140



ที่ ศธ.0513.10901/6/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

14 มีนาคม 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. สิริพร ทิพย์คง

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ณ เควโฮม(KU Home) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม 2554 เวลา 13.00 น. เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการพัฒนาและการนำมามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ไปใช้ โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ
โทร. 02-5797114 ต่อ 139 - 140



ที่ ศธ.0513.10901/6/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

14 มีนาคม 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา เนาว์เย็นผล

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ณ เควโฮม(KU Home) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม 2554 เวลา 13.00 น. เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการพัฒนาและการนำมามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ไปใช้ โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ
โทร. 02-5797114 ต่อ 139 - 140



ที่ ศธ.0513.10901/6/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

14 มีนาคม 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดช บุญประจักษ์

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนันท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ณ เคยูโฮม(KU Home) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม 2554 เวลา 13.00 น. เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการพัฒนาและการนำมามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ไปใช้ โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ
โทร. 02-5797114 ต่อ 139 - 140



ที่ ศธ.0513.10901/6/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

14 มีนาคม 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานนท์ จันทรา

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ณ เคยูโฮม(KU Home) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม 2554 เวลา 13.00 น. เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการพัฒนาและการนำมามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ไปใช้ โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ
โทร. 02-5797114 ต่อ 139 - 140



ที่ ศธ.0513.10901/6/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

14 มีนาคม 2554

เรื่อง ขอเรียนเชิญร่วมประชุมสนทนากลุ่ม

เรียน ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องนี้โดยเฉพาะ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมประชุมสนทนากลุ่ม(Focus Group) ณ เคยูโฮม(KU Home) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในวันจันทร์ที่ 21 มีนาคม 2554 เวลา 13.00 น. เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการพัฒนาและการนำมามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ไปใช้ โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ
โทร. 02-5797114 ต่อ 139 - 140



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอลาออกเพราะเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานนท์ จันทรา

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ เรื่องทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอลาออกเพราะเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอลาออกเพราะเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. ทรงชัย อักษรคิด

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอลาขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. ต้องตา สมใจเพ็ง

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ เรื่องทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. สุทธิพงษ์ บุญผดุง

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอกความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอลาออกเพราะเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. สุภาพ เกิดแสง

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. อุ้มบุญ สิงห์อ้วน

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอกความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ดร. ไพรวลัย พิทักษ์สาธิต

ด้วย นายพงษ์ธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนันทน์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร. วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนันทน์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์เสาวภา ชูทอง

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนานนท์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ เรื่องทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนานนท์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



ที่ ศธ.0513.10901/17/54

โครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาคพิเศษ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 พหลโยธิน เขตจตุจักร กทม. 10900

19 เมษายน 2554

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ยรรรณา ศรีปราชญ์

ด้วย นายพงศธร มหาวิจิตร นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ดังนี้

- | | |
|--|----------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. นาดยา ปิณฑนันทน์ | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ | กรรมการวิชาเอก |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยของนิสิต

โครงการปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดตอบแบบประเมินครั้งนี้ และคำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างดี โครงการปริญญาเอกฯ ขอขอบคุณท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.นาดยา ปิณฑนันทน์) (รักษาราชการแทน)

ประธานโครงการปริญญาเอกสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาคพิเศษ



แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

เนื่องจากปัจจุบันคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดมาตรฐานแกนกลางที่มีลักษณะเป็นมาตรฐานสาระ ซึ่งแต่ละสาระ(strand) เป็นกลุ่มขององค์ความรู้ บางสาระมีลักษณะเป็นเนื้อหา(content) ที่สามารถสร้างเป็นรายวิชาได้ในตัวเอง แต่บางสาระมีลักษณะเป็นทักษะ/กระบวนการ ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นรายวิชาได้โดยลำพัง ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานรายวิชา (Courses Standards) จะช่วยให้สามารถนำไปสร้างรายวิชาได้ง่าย และยังช่วยส่งเสริมให้เกิดรายวิชาที่มีความเข้มข้นเฉพาะทางขึ้นในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อมูลจากแบบสอบถามฉบับนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อการพัฒนามาตรฐานรายวิชาต่อไป

แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งสิ้น 3 ตอน

ตอนที่ 1 สถานภาพผู้ตอบ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชาที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอขอบคุณที่ท่านกรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้อย่างดียิ่ง

นายพงศธร มหาวิจิตร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 สถานภาพผู้ตอบ

ชื่อ-สกุล.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....
 หน่วยงานที่สังกัด.....
 คุณวุฒิสูงสุด.....สาขา.....
 ความเชี่ยวชาญพิเศษ.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ที่ควรพัฒนาสำหรับประเทศไทย โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. ท่านเห็นว่าประเทศไทยควรมีการกำหนดมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นมาตรฐานรายวิชาประเภทใด

- ☐ มาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน (มาตรฐานรายวิชาบังคับ)
☐ มาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน (มาตรฐานรายวิชาบังคับ) และมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติม (มาตรฐานรายวิชาเลือก)

2. มาตรฐานรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรมีอะไรบ้าง และมาตรฐานรายวิชาใดควรเป็นมาตรฐานรายวิชาพื้นฐาน หรือมาตรฐานรายวิชาเพิ่มเติมหรือมาตรฐานรายวิชาใดที่ท่านเห็นว่าไม่ควรมี และนอกจากมาตรฐานรายวิชาที่กำหนดให้ ท่านสามารถเพิ่มเติมมาตรฐานรายวิชาอื่นๆ ได้อีก

มาตรฐานรายวิชา	การพัฒนาเป็นมาตรฐานรายวิชา		
	พื้นฐาน	เพิ่มเติม	ไม่ควรพัฒนา
Algebra			
Geometry			
Discrete Mathematics			
Pre-Calculus			
Calculus			
Probability and Statistics			
Trigonometry			
Algebra with Trigonometry			
Algebra, Functions and Data Analysis			
Computer Mathematics			

Advanced Functions and Modeling			
Integrated Mathematics			
Algebra with Statistics			
Financial Mathematics			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการจำเป็นในการพัฒนา มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย ความคิดเห็นของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้วิจัย ในการนำมาพิจารณาเลือกแบบ แผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย ต้นแบบของประเทศไทยต่อไป

แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบแผนการเขียนมาตรฐานรายวิชา

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอขอบคุณที่ท่านกรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้อย่างดียิ่ง

นายพงศธร มหาวิจิตร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....
 หน่วยงานที่สังกัด.....
 คุณวุฒิสูงสุด.....
 จากสถาบัน.....ประเทศ.....
 ความเชี่ยวชาญพิเศษ.....
 ประสบการณ์ในการสอน/การทำงาน.....ปี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) สำหรับประเทศไทย

1. จากหลักการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำหนดให้ กรุณาระบุว่าประเทศไทยควรมีการพัฒนา มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ด้วยหลักการใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในคอลัมน์ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

- ☐ หลักการที่ 1 กำหนดสาระที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานรายวิชานั้น ๆ
- ☐ หลักการที่ 2 นำสาระของมาตรฐานคณิตศาสตร์มากำหนดเป็น มาตรฐานของมาตรฐานรายวิชา

2. จากรูปแบบการเขียนมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำหนดให้ กรุณาระบุว่าประเทศไทยควรมีการพัฒนา มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)ในรูปแบบใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในคอลัมน์ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

- ☐ รูปแบบที่ 1 เขียนมาตรฐานของมาตรฐานรายวิชาเป็นมาตรฐานใหญ่ไปเลย
- ☐ รูปแบบที่ 2 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระก่อนแล้วจึงเขียน มาตรฐานภายในสาระ
- ☐ รูปแบบที่ 3 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระโดยเขียนสาระเป็นมาตรฐานใหญ่ ไปเลย 1 ข้อ แล้วจึงเขียนมาตรฐานย่อยภายใน
- ☐ รูปแบบที่ 4 เขียนมาตรฐานแยกทีละสาระ โดยระบุชื่อสาระหนึ่งๆ เป็น มาตรฐานใหญ่ 1 ข้อ และตามด้วยข้อความขยาย แล้วจึงเขียนมาตรฐาน ย่อยภายใน
- ☐ รูปแบบอื่น (โปรดระบุเพิ่มเติมในตอนี่ 3)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบสนทนากลุ่ม(Focus Group)

เรื่อง “การพัฒนามาตรฐานรายวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย”

ข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม(Focus Group)

ชื่อผู้เข้าร่วมสนทนา.....

คุณวุฒิสูงสุด.....จากสถาบัน.....

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ประสบการณ์ด้านหลักสูตรคณิตศาสตร์.....ปี

สถานที่ทำงาน.....

วันที่จัดสนทนากลุ่ม : วันจันทร์ที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2554 เวลา 13.00 น.

สถานที่จัด : KU Home มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

การสนทนากลุ่ม(Focus Group) ครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหลักสูตร
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แสดงความคิดเห็นและให้
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับประเทศไทย ในประเด็นต่อไปนี้

- ♦ ความครอบคลุม เหมาะสมของมาตรฐานที่กำหนดในแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards)

- ♦ ควรกำหนดชั้นปีไว้ในแต่ละมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ♦ ข้อเสนอแนะสำหรับการนำมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ไปใช้

- ♦ ข้อเสนอแนะอื่นๆ

**แบบประเมินความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้
กับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

คำชี้แจง

ด้วยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ได้มีโครงการวิจัยพัฒนามาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) สำหรับกลุ่มสาระหลัก ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งรวมถึงกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย ผู้วิจัยได้เข้าร่วมเป็นคณะวิจัยของโครงการนี้ จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาคลังทรัพยากรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำมาตราฐานรายวิชา(Courses Standard) ไปใช้กับหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมสอดคล้องเชิงเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 6 มาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) ที่ได้พัฒนาขึ้น ความคิดเห็นของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้วิจัยในการนำมาพิจารณาจัดทำทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไป

แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมสอดคล้องของทรัพยากรการเรียนรู้

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอขอบคุณที่ท่านกรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้อย่างดียิ่ง

นายพงศธร มหาวิจิตร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....

หน่วยงานที่สังกัด.....

คุณวุฒิทางการศึกษา

☐ ระดับปริญญาตรี สาขา.....

☐ ระดับปริญญาโท สาขา.....

☐ ระดับปริญญาเอก สาขา.....

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ความเชี่ยวชาญพิเศษ.....

ประสบการณ์ในการสอน.....ปี

ประสบการณ์ในการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ทางเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอน

☐ ไม่เคย

☐ เคยใช้บ้างเป็นครั้งคราว

☐ ใช้เป็นประจำสม่ำเสมอ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมสอดคล้องของทรัพยากรการเรียนรู้กับมาตรฐานรายวิชา(Courses Standards) โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาพีชคณิต(Algebra)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
แผนการสอน http://shodor.org/interactivate/lessons/IntroductionFunction/ Introduction to Function จัดทำโดย Shodor			
http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=24059 Who am I? Find a Polynomial Form Its Roots จัดทำโดย ALEX			
http://shodor.org/interactivate/lessons/GraphsAndFunctions/ Graphs and Functions จัดทำโดย Shodor			
http://shodor.org/interactivate/lessons/VerticalLineTest/ Functions and the Vertical Line Test จัดทำโดย Shodor			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L376 Modeling Orbital Debris Problems จัดทำโดย NCTM			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U143 Whelk-Come to Mathematics จัดทำโดย NCTM			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L606 Light It Up จัดทำโดย NCTM			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L657 Mars Orbit จัดทำโดย NCTM			
สื่อและกิจกรรม http://www.doe.virginia.gov/instruction/mathematics/high/index.shtml Algebra Materials จัดทำโดย Virginia Department of Education			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
http://www.webgraphing.com/plotting_basic.jsp?goog=algebra&gclid=CNPw05GHwaYCFYE3pAod-QILlg Graphing Calculator จัดทำโดย Barry Cherkas			
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie.html The Learning Units of the Gallery จัดทำโดย Maths Online			
http://www.kutasoftware.com/freeia2.html Free Algebra 2 Worksheets จัดทำโดย Kuta Software LLC			
http://www.analyzemath.com/appliedmath.html Mathematics Applied to Physics and Engineering จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane			
เครื่องมือประเมินผล http://arkansased.org/testing/assessment/algII.html Algebra II Test : Test Administration Manual โดย NCS Pearson			
www.mattolevalley.com/MATH_STAR/cstrtqalgebra2.pdf ข้อสอบพีชคณิต 2 จัดทำโดย California Department of Education			
http://www.doe.virginia.gov/testing/sol/released_tests/2009/test09_eoc_algebra2_reduced.pdf ข้อสอบพีชคณิต 2 จัดทำโดย Virginia Department of Education			
http://www.jmap.org/JMAP_ALGEBRA_2_AND_TRIGONOMETRY_AMSCO_RESOURCES.htm Jefferson Math Project : Resources for AMSCO Algebra 2/ Trigonometry จัดทำโดย JMAP,Inc.			

2. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาเรขาคณิต(Geometry)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
แผนการสอน http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L792 Cutting Conics จัดทำโดย NCTM			
http://school.discoveryeducation.com/lessonplans/programs/conceptsInGeometry/ Concepts in Geometry จัดทำโดย Discovery Education, LLC			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L384 Venn Diagrams and Logic จัดทำโดย NCTM			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U144 Learning about Properties of Vectors and Vector Sums Using Dynamic Software จัดทำโดย NCTM			
http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=6943 I Can Determine The Height of a Rocket! จัดทำโดย ALEX			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=U177 Law of Sines and Law of Cosines จัดทำโดย NCTM			
สื่อและกิจกรรม http://regentsprep.org/Regents/math/geometry/math-GEOMETRY.htm Oswego City School District Regents Exam Prep Center			
http://www.edhelper.com/geometry_highschool.htm High School Geometry จัดทำโดย edHelper.com			
http://www.sparknotes.com/math/trigonometry/solvingrighttriangles/problems_1.html Solving Right Triangles จัดทำโดย SparkNotes LLC			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
เครื่องมือประเมินผล http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2005_National_Convention/Topic_Tests/Analytic_Geometry/analytic_geo_test.doc เอกสารข้อสอบของรัฐ Hawaii ปี 2005			
http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2010_National_Convention/TopicTests/alpha_AnGeo_test.pdf เอกสารข้อสอบของรัฐ Hawaii ปี 2010			

3. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาสถิติและความน่าจะเป็น(Probability and Statistics)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
แผนการสอน http://shodor.org/interactivate/lessons/StemAndLeafPlots/ Stem-and-Leaf Plots จัดทำโดย Shodor			
http://shodor.org/interactivate/lessons/TheBellCurve/ The Bell Curve จัดทำโดย Shodor			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L290 Exploration with Chance จัดทำโดย NCTM			
http://shodor.org/interactivate/lessons/ProbabilityToCombinatorics/ From Probability to Combinatorics and Number Theory จัดทำโดย Shodor			
http://shodor.org/interactivate/lessons/ProbabilityAndSports/ Probability and Sports จัดทำโดย Shodor			
http://shodor.org/succeed-1.0/curriculum/MCN_NEW/lessons/probGame.html Probability and Game Theory Lesson Plan จัดทำโดย Shodor			
สื่อและกิจกรรม http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol8.html Mean-Median-Mode จัดทำโดย Math Goodies			
http://www.oswego.edu/~srp/stats/normal_wk_1.htm Normal Distributions จัดทำโดย State University of New York at Oswego			
http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol6.html Probability Theory จัดทำโดย Math Goodies			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
http://www.edhelper.com/statistics.htm#S4 http://www.edhelper.com/probability.htm Math Worksheet จัดทำโดย edHelper.com			
http://www.analyzemath.com/statistics/boxplot.html http://www.analyzemath.com/statistics/graph_normal.html Math Software : Statistics จัดทำโดย Dr.Abelkader Dendane			
http://www.zunal.com/webquest.php?w=75454 History of Probability จัดทำโดย Zunal.com			
เครื่องมือประเมินผล http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_GRAPHS_AND_STATISTICS.htm http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_PROBABILITY.htm Jefferson Math Project : Graph and Statistics / Probability จัดทำโดย JMAP,Inc.			
http://www.mualphatheta.org/national_convention/Past_Tests/2002_National_Convention/Topic_Tests/Alpha-Probability-test-answers.pdf แบบทดสอบของรัฐ Mississippi จัดทำโดย NATIONAL MU ALPHA THETA			
http://www.cimt.plymouth.ac.uk/projects/mepres/allgcse/as5mt.pdf แบบทดสอบเรื่อง ความน่าจะเป็น โดย CIMT,University of Exeter			
http://www.crctlessons.com/probability-test.html Probability Test จัดทำโดย CRCT Lesson.com			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
http://www.regentsprep.org/Regents/math/algtrig/ATS2/NormalPrac.htm Practice with Normal Distribution and Standard Deviation จัดทำ โดย Oswego City School District Regents Exam Prep Center			

4. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาพื้นฐานแคลคูลัส(Pre-Calculus)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
แผนการสอน http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U137 Shedding Light on the Subject จัดทำโดย NCTM			
http://www.shodor.org/interactivate/lessons/IntroArithmetic/ An Introduction to Arithmetic and Geometric Sequences จัดทำโดย Shodor			
http://www.lessonplanspage.com/MathArithmeticSeriesAndSequences10.htm Arithmetic Series จัดทำโดย HotChalk, Inc.			
http://www.lessonplanspage.com/MathPrecalculusIntroToLimits1112.htm Introduction to Limits จัดทำโดย HotChalk, Inc.			
http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day21.html Definition of the Derivative จัดทำโดย Pleacher.com			
http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day24.html Distance , Velocity , and Acceleration จัดทำโดย Pleacher.com			
http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day74.html http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day75.html http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day76.html http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day77.html http://www.pleacher.com/handleylessons/calculus/day78.html Introduction to Applied Maximum Minimum Problems จัดทำโดย Pleacher.com			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
สื่อและกิจกรรม http://www.mathgoodies.com/lessons/toc_vol9.html Mathematical Logic จัดทำโดย Math Goodies			
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/grenz/grenz.html#fehler Limiting Processes จัดทำโดย Maths Online			
http://archives.math.utk.edu/visual.calculus/0/index.html Pre-Calculus โดย Lawrence S. Husch & University of Tennessee			
http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/diff1/diff1.html http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/diff2/diff2.html http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/anwdiff/anwdiff.html Differential and Applications of Differential Calculus จัดทำโดย Maths Online			
http://www.ma.utexas.edu/cgi-pub/kawasaki/plain/derAppl/3.html Some Max – Min Problems จัดทำโดย The University of Texas at Austin			
http://www.analyzemath.com/calculus_worksheets.html Free Calculus Worksheets จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane			
เครื่องมือประเมินผล http://www.jmap.org/htmltopics/JMAP_BY_TOPIC_LOGIC.htm แบบทดสอบ ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์ จัดทำโดย JMAP,Inc.			
http://regentsprep.org/Regents/math/geometry/GP1/PracComp.htm Working with Compound Sentences จัดทำโดย Oswego City School District Regents Exam Prep Center			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
http://www.sosmath.com/cyberexam/precalc/test.html Practice Pre-calculus I Exams จัดทำโดย S.O.S. Mathematics			
http://faculty.etsu.edu/stephen/precalc/1720final023.pdf Pre-calculus Final Exams จัดทำโดย Daryl L. Stephens			
http://mdtp.ucsd.edu/crtest/ California Mathematics Diagnostic Testing Project : Web-based Calculus Readiness Test จัดทำโดย The Regents of the University of California and The Trustees of the California State University			

5. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาตรีโกณมิติ(Trigonometry)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
แผนการสอน http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L785 Graphs from the Unit Circle จัดทำโดย NCTM			
http://alex.state.al.us/lesson_view.php?id=24044 Technology for Displaying Trigonometric Graph Behavior : Sine and Cosine จัดทำโดย ALEX			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?id=L383 Trigonometry for Solving Problems จัดทำโดย NCTM			
สื่อและกิจกรรม http://www.purposegames.com/games/?t=1671&so=mp Games tagged Trigonometry จัดทำโดย PurposeGames.com			
http://www.edhelper.com/trigonometry.htm Trigonometry Worksheets จัดทำโดย edHelper.com			
http://www.analyzemath.com/trigonometry_worksheets.html Free Trigonometry Worksheets to Download จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane			
http://www.analyzemath.com/Trigonometry.html Math Software : Trigonometry จัดทำโดย Dr.Abdelkader Dendane			
http://www.ies.co.jp/math/java/trig/index.html เครื่องมือช่วยวาดกราฟ จัดทำโดย IES Inc.			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
เครื่องมือประเมินผล http://www.math-tests.com/math-assessment-test.html Math Assessment Test : Trigonometry จัดทำโดย Math-Tests.com			
http://www.quia.com/quiz/1408201.html Trigonometry Final Exam จัดทำโดย Quia			
http://www.math.ou.edu/mathday/oldmathday/ OU Math Day Archive : Trigonometry จัดทำโดย The University of Oklahoma			

6. ทรัพยากรการเรียนรู้สำหรับมาตรฐานรายวิชาคณิตศาสตร์(Discrete Mathematics)

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
แผนการสอน http://shodor.org/succeed-1.0/curriculum/MCN_NEW/lessons/graphTheory.html Graph Theory Lesson Plan จัดทำโดย Shodor			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=U142 Trout Pond จัดทำโดย NCTM			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L374 Allow Me 2 Reiterate จัดทำโดย NCTM			
http://illuminations.nctm.org/LessonDetail.aspx?ID=L685 Dirt Bike Dilemma จัดทำโดย NCTM			
สื่อและกิจกรรม http://www.mathcove.net/petersen/lessons/index Graph Theory Lessons จัดทำโดย The Petersen Program			
http://www.colorado.edu/education/DMP/activities/index.html The Discrete Mathematics Project : Activities จัดทำโดย University of Colorado			
www.state.nj.us/njded/frameworks/math/math12.pdf New Jersey Mathematics Curriculum Framework – Standard 14 – Discrete Mathematics จัดทำโดย New Jersey Department of Education			
http://courses.cs.vt.edu/~csonline/Algorithms/Lessons/index.html Algorithms จัดทำโดย Virginia Polytechnic Institute and State University			

แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ
http://www.zweigmedia.com/ThirdEdSite/Summary4.html Linear Programming Problem จัดทำโดย Stefan Waner			
www.hsor.org/downloads/High_Step_Shoes_student.pdf High Step Sport Shoes จัดทำโดย HSOR			
เครื่องมือประเมินผล http://gate.jumbotests.com/tests/gate-questions-graph-theory GATE Questions Graph Theory จัดทำโดย Jumbo Tests			
http://www.cramster.com/practice-problems-p25-0-0-0-4481-0-0-0-cpi0-0.aspx Graph Theory Practice Problems จัดทำโดย CRAMSTER, INC.			
http://www.zweigmedia.com/ThirdEdSite/f4.html True/False Quizzes : Linear Programming จัดทำโดย Stefan Waner & Steven R. Costenoble			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายพงศธร มหาวิจิตร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 12 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ครุ ค.ศ.1
ตำแหน่งปัจจุบัน	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครูผู้สอนดีเด่น กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา รางวัลผลงานวิจัยดี มีคุณภาพ (ระดับชมเชย) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	