



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

ที่ ๔๖๖๑/๒๕๖๙

วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๖๙

เรื่อง รายงานผลการปฏิบัติงานตามข้อตกลงในการพัฒนางาน (Performance Agreement : PA) ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๙

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

ด้วยข้าพเจ้า นางสาวดารุณี น้อยแก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ - ปฏิบัติหน้าที่สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ และวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ ซึ่งตามมติ ก.ค.ศ. ได้มีการ กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการประเมินตำแหน่งและวิทยฐานะข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา ตามหนังสือสำนักงาน ก.ค.ศ. ที่ ศธ๐๒๐๖.๓/ว๙ ลงวันที่ ๒๐ พฤษภาคม ๒๕๖๔ เพื่อให้การประเมินเป็นไปตามหลักเกณฑ์และ วิธีการ ดังกล่าว ข้าพเจ้าจึงได้จัดทำแบบข้อตกลงในการพัฒนางาน (Performance Agreement : PA) สำหรับข้าราชการครู และบุคลากรทางการศึกษา ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ - ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๙ ซึ่งเป็นการทำแบบตามข้อตกลงในการพัฒนางาน (Performance Agreement : PA) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๙ ระหว่างวันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๘ ถึงวันที่ ๓๐ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๙

บัดนี้ ข้าพเจ้าได้ดำเนินงานตามข้อตกลงในการพัฒนางาน (Performance Agreement : PA) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๙ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงขอรายงานผลการปฏิบัติงานโดยจัดทำเป็นรายงานประกอบการประเมินผลการปฏิบัติงานตามข้อตกลงในการพัฒนางาน ทั้งในส่วนของการตามมาตรฐานตำแหน่ง และประเด็นท้าทายในการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....

(นางสาวดารุณี น้อยแก้ว)

ตำแหน่ง ครู

เรียน ผอ.วท.บางสะพาน

๑.เพื่อโปรดพิจารณา.....

๒.เห็นควร มอบเงินรางวัล ๑๐,๐๐๐ บาท

๔๓ ๑.๐.๖๙

๑. ทบทวน

๖. ๒๐๒

๖๓ ๑.๐.๖๙

(นายนิมิตร ศรีชาติ)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน



รายงานผลการดำเนินงาน
การพัฒนางานตามข้อตกลง (Performance Agreement : PA)
สำหรับข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา
ตำแหน่งครู (ยังไม่มีวิทยฐานะ)
ประจำปีงบประมาณ 2569
ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2568 – 30 กันยายน 2569

นางสาวดารุณี นุ้ยแก้ว
ตำแหน่ง ครู (ยังไม่มีวิทยฐานะ)
แผนกวิชา สามัญสัมพันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

.....

ชื่อ นางสาวดารุณี นุ้ยแก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ไม่มี
สถานศึกษา วิทยาลัยการอาชีพปง สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
รับเงินเดือนในอันดับ ศศ. ๑ อัตราเงินเดือน ๒๒,๖๓๐ บาท
ประเภทห้องเรียนที่จัดการเรียนรู้ ☒ ห้องเรียนสายวิชาชีพ

๑. ภาระงาน จะมีภาระงานเป็นไปตามที่ ก.ค.ศ. กำหนด

๑.๑ ชั่วโมงสอนตามตารางสอน รวมจำนวน ๒๔ ชั่วโมง/สัปดาห์ดังนี้

ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๘

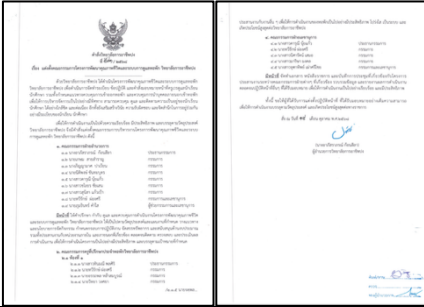
ที่	รหัสวิชา	วิชา/สาขา/กลุ่มสาระการเรียนรู้	ชั้น/ระดับ	จำนวนชั่วโมงสอน (ชั่วโมง/สัปดาห์)
๑	๒๐๐๐๐-๑๔๐๒	คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม	ปวช.๑	๘ ชั่วโมง/สัปดาห์
๒	๒๐๐๐๐-๑๔๐๔	คณิตศาสตร์ธุรกิจและบริการ	ปวช.๑	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์
๓	๓๐๐๐๐-๑๔๐๒	คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด	ปวส.๑	๑๒ ชั่วโมง/สัปดาห์
๔	๒๐๐๐๐-๒๐๐๖	กิจกรรมองค์การวิชาชีพ	ปวช.๓	๒ ชั่วโมง/สัปดาห์
รวมจำนวนชั่วโมงสอน				๒๔ ชั่วโมง/สัปดาห์

 กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม		วัน/ที่	ชื่อหน่วยงาน	พ. ค. น. พ.				วัน/ที่	ชื่อหน่วยงาน	พ. ค. น. พ.			
				พ.	ค.	น.	พ.			พ.	ค.	น.	พ.
ภาคพื้นดิน 2/2568 คู่มือ บำรุงรักษาที่ดิน คู่มือการประเมิน ความเหมาะสม ในการใช้ที่ดิน วัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ในการจัดทำคู่มือ เพื่อใช้เป็นคู่มือในการจัดทำ คู่มือการประเมินความเหมาะสม ในการใช้ที่ดิน	กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	20000-1402	คู่มือการประเมินความเหมาะสม	2	3	8							
		20000-1406	คู่มือการประเมินความเหมาะสม	2	3	2	2						
		20000-2006	การประเมินความเหมาะสม	0	2	6	2						
		20000-1402	คู่มือการประเมินความเหมาะสม	3	3	3	12						
		20000-1503	การประเมินความเหมาะสมในการใช้ที่ดิน	1	3	1	1						
		Home Room	การประเมินความเหมาะสมในการใช้ที่ดิน				1						
		PLC	การประเมินความเหมาะสมในการใช้ที่ดิน				2						
				รวม	4	2	8	36					
				(รวมใบ 251 กรมที่ดิน 0)									
เวลา	07:30 - 07:50	08:10 - 09:00	09:10 - 10:00	10:10 - 11:00	11:10 - 12:00	12:10 - 13:00	13:10 - 14:00	14:10 - 15:00	15:10 - 16:00	16:10 - 17:00	17:10 - 18:00	18:10 - 19:00	19:10 - 20:00
วัน/เวลา	1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)
วัน/เวลา	20000-1402 พ. ค. น. พ. (08)	20000-1											

๑.๓ งานพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

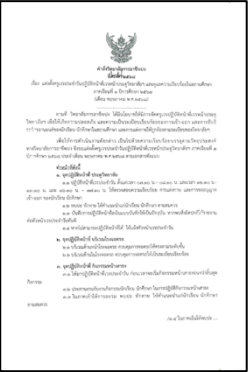


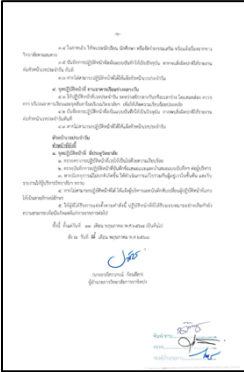


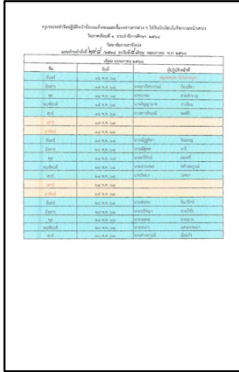




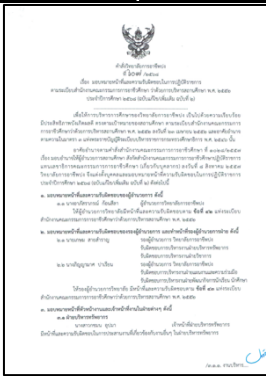
๑.๔ งานตอบสนองนโยบายและจุดเน้น

















ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๔

๑.๒ ชั่วโมงสอนตามตารางสอน รวมจำนวน ๔๓๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน ดังนี้

ที่	รหัสวิชา	วิชา/สาขา/กลุ่มสาระการเรียนรู้	ชั้น/ ระดับ	จำนวน ห้องเรียน	รวมจำนวนชั่วโมงสอน (ชั่วโมง/ภาคเรียน)
๑	๒๐๐๐๐-๑๔๐๑	คณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพ	ปวช.๑	๑	๓๖ ชั่วโมง/ภาคเรียน
๒	๒๐๐๐๐-๑๓๐๑	วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ	ปวช.๒	๓	๑๖๒ ชั่วโมง/ภาคเรียน
๓	๓๐๐๐๐-๑๓๑๖	เทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม	ปวส.๑	๔	๒๔๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน
รวมจำนวนชั่วโมงสอน					๔๓๘ ชั่วโมง/ภาคเรียน



วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
 ตารางสอนครู ภาคเรียนที่ ๑ ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๔
 ชื่อผู้สอน นางสาวดารณี บุญแก้ว วิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ๒๐๐๐๐-๑๔๐๑ หน้าพิเศษครูประจำแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	พ.	ป.	น.	ชม.	รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	พ.	ป.	น.	ชม.
20000-1301	วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ	1	2	2	54						
30000-1316	เทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม	2	2	3	60						
20000-1401	คณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพ	2	0	2	36						
	รวม						รวม				

ลงชื่อ.....
 (นางสิริลักษณ์ บุญเลิศ)
 หัวหน้าแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

ลงชื่อ.....
 (นายประพจน์ พุดชนะ)
 รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ลงชื่อ.....
 (นางวิลาสิณี เรืองศรีมัน)
 หัวหน้างานพัฒนาระบบงานวิชาการ

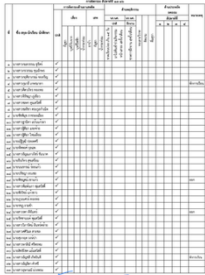
ลงชื่อ.....
 (นายนิมิตร ศิษยาภัย)
 ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

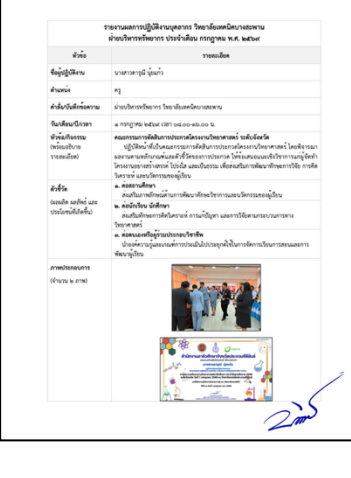
1.2 งานส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 111..... ชั่วโมง/ปีงบประมาณ

- การมีส่วนร่วมในชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ PLC.....36..... ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- กิจกรรมโฮมรูม.....18.....ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- จัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนเรียนปรับผลการเรียน.....30.....ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- เยี่ยมบ้านออนไลน์.....10.....ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- การประชุมผู้ปกครอง.....5.....ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- กิจกรรมบริการชุมชน/จิตอาสา.....12.....ชั่วโมง/ปีงบประมาณ

1.3 งานพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา จำนวน..90..ชั่วโมง/ปีงบประมาณ

- ประชุมครูและบุคลากรทางการศึกษา 15..... ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- โครงการส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนาตนเองและพัฒนางานวิชาชีพครู.....20..... ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- อบรม/สัมมนา.....15..... ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอน.....20..... ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- นิเทศติดตามการจัดการเรียนการสอน.....10.....ชั่วโมง/ปีงบประมาณ
- งานประกันคุณภาพ/จัดทำข้อมูล.....10 ชั่วโมง/ปีงบประมาณ

๑.๒ งานส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนรู้				
				

๑.๓ งานพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา				
				
				

๑.๔ งานตอบสนองนโยบายและจุดเน้น

[illegible]

๒. ลักษณะงานที่ปฏิบัติตามมาตรฐานตำแหน่งครู

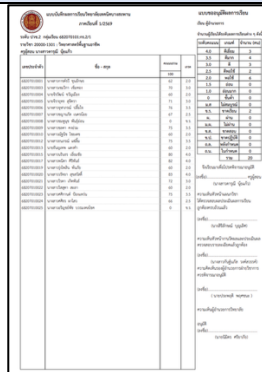
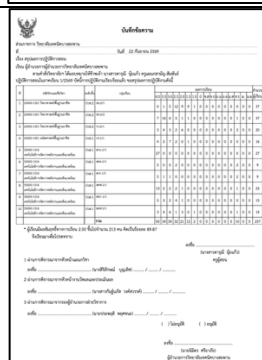
ด้านที่ ๑ ด้านการจัดการเรียนรู้ ลักษณะงานที่ข้าพเจ้าปฏิบัติและนำเสนอครอบคลุมถึงการสร้างและหรือพัฒนาหลักสูตรการออกแบบการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสร้างและหรือพัฒนาสื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ การศึกษาการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ การจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียน และการอบรมและพัฒนาคุณลักษณะที่ดีของผู้เรียน

งาน (Tasks)	๑.๑ สร้างและหรือพัฒนาหลักสูตร - จัดการวิเคราะห์หลักสูตรมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด นำไปจัดทำรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาต่างๆ โดยมีการปรับประยุกต์ให้สอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษาและท้องถิ่น
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ร้อยละ ๘๐ ของผู้เรียน มีความรู้ผ่านเกณฑ์การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด - ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ มีสมรรถนะที่สำคัญตามเกณฑ์สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตาม ตัวชี้วัด)	๑. ร้อยละ ๘๙.๘๗ ของผู้เรียน มีความรู้ผ่านเกณฑ์การประเมินตามที่สถานศึกษากำหนด ๒. ร้อยละ ๑๐๐ ของผู้เรียน มีสมรรถนะที่สำคัญตามเกณฑ์สถานศึกษากำหนด

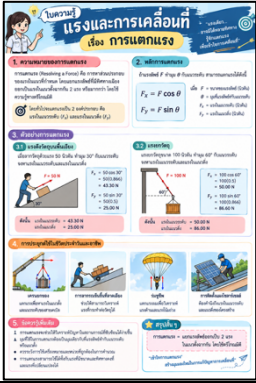
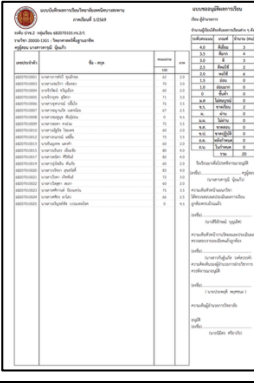
๑.๒ ออกแบบการจัดการเรียนรู้

[illegible]

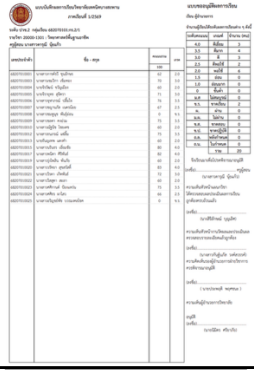
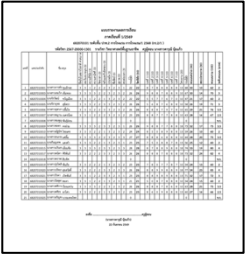
งาน (Tasks)	๑.๓ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดย - การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญผ่านการเรียนรู้ โดยเน้นกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้คิด แก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียน
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ มีพฤติกรรมการเรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๘.๘๗ มีพฤติกรรมการเรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

เอกสารหลักฐาน			
๑.๓ จัดกิจกรรมการเรียนรู้			
งาน (Tasks)		ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด	
			
			
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก		๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง	
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง		๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง	

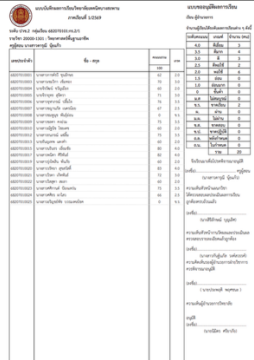
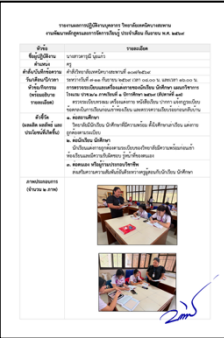
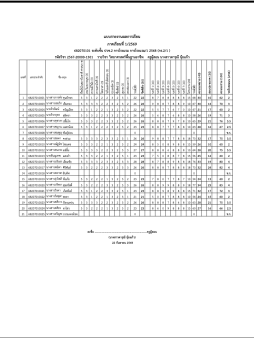
งาน (Tasks)	๑.๔ สร้างและหรือพัฒนาสื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ โดย ๑. มีการสร้างและหรือพัฒนาสื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ โดยมีการปรับปรุงยุคให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ๒. จัดทำสื่อที่ส่งเสริมพัฒนานักเรียนโดยใช้เทคโนโลยี
ตัวชี้วัด (Indicators)	๑. ร้อยละ ๗๐ ของผู้เรียน ได้ศึกษาคนควาจากแหล่งเรียนรู้เพื่อการศึกษา สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสร้างชิ้นงานอย่างง่ายด้วยตนเอง
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตาม ตัวชี้วัด)	๑. ร้อยละ ๑๐๐ ของผู้เรียน ได้ศึกษาคนควาจากแหล่งเรียนรู้เพื่อการศึกษา สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสร้างชิ้นงานอย่างง่ายด้วยตนเอง

เอกสารหลักฐาน	
๑.๔ สร้างและหรือพัฒนาสื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้	
งาน (Tasks)	ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด
	
	
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง

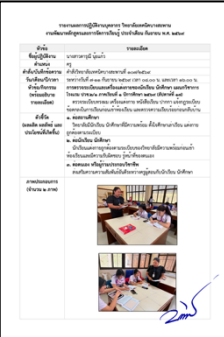
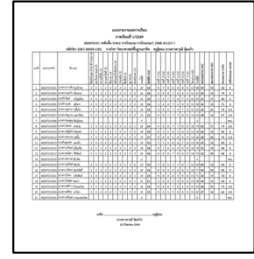
งาน (Tasks)	๑.๖ การศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้ โดย ๑. มีการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคุณภาพผู้เรียน ๒. วิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล ๓. จัดกลุ่มนักเรียน ๔. วางแผนพัฒนานักเรียนตามศักยภาพและความแตกต่างระหว่างบุคคล
ตัวชี้วัด (Indicators)	๑. ร้อยละ ๗๐ ของผู้เรียน ได้รับการแก้ไขปัญหาในการเรียนรู้ ส่งผลให้มีพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตาม ตัวชี้วัด)	๑. ร้อยละ ๑๐๐ ของผู้เรียน ได้รับการแก้ไขปัญหาในการเรียนรู้ ส่งผลให้มีพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

เอกสารหลักฐาน			
๑.๖ การศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้			
งาน (Tasks)		ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด	
			
			
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก		๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง	
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง		๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง	

งาน (Tasks)	๑.๗ การจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียน โดย ๑. มีการพัฒนาการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมกับกิจกรรม ๒. ส่งเสริมนักเรียนทุกคนให้มีโอกาสนำเสนอความคิดเห็น และออกมา นำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นประจำ
ตัวชี้วัด (Indicators)	๑. ร้อยละ ๗๐ ของผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมินในรายวิชา
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตาม ตัวชี้วัด)	๑. ร้อยละ ๑๐๐ ของผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การประเมินใน รายวิชา

เอกสารหลักฐาน	
๑.๗ การจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียน	
งาน (Tasks)	ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด
	
	
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง

งาน (Tasks)	๑.๘ การอบรมและพัฒนาคุณลักษณะที่ดีของผู้เรียน โดย ๑. มีการอบรมบ่มนิสัยให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ส่งเสริมคุณลักษณะที่ดีของผู้เรียน คือ ความรับผิดชอบในการส่งภาระงาน และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ในการทำงานในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพ และทดสอบความรู้ด้วยตนเอง ไม่ลอกงานของผู้อื่น โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และสามารถแก้ไขปัญหาผู้เรียนได้
ตัวชี้วัด (Indicators)	๑. ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ มีคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ ค่านิยมความเป็นไทยที่ดีงาม
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตาม ตัวชี้วัด)	๑. ผู้เรียนร้อยละ ๑๐๐ มีคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ ค่านิยมความเป็นไทยที่ดีงาม

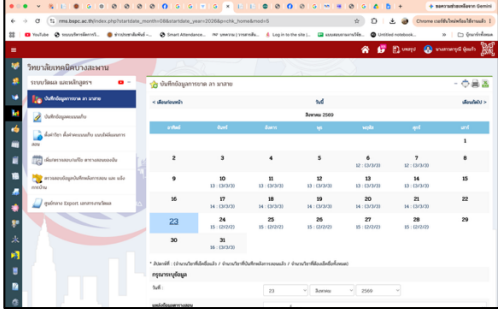
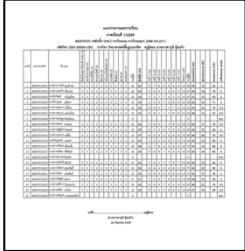
เอกสารหลักฐาน			
๑.๘ การอบรมและพัฒนาคุณลักษณะที่ดีของผู้เรียน			
งาน (Tasks)		ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด	
			
			
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก		๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง	
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง		๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง	

ด้านที่ ๒ ด้านการส่งเสริมและสนับสนุน ลักษณะงานที่ข้าพเจ้าปฏิบัติและนำเสนอครอบคลุมถึง การจัดทำข้อมูลสารสนเทศของผู้เรียน และรายวิชา การดำเนินการตามระบบดูแลช่วยเหลือผู้เรียน การปฏิบัติงานวิชาการ และงานอื่นๆ ของสถานศึกษาและการประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง ภาควิชา และหรือสถานประกอบการ

งาน (Tasks)	๒.๑ จัดทำข้อมูลสารสนเทศของผู้เรียนและรายวิชา โดย ๑. จัดทำข้อมูล สารสนเทศในระบบบริหารสถานศึกษา ศร.๐๒ ออนไลน์ และระบบ RMS ทั้งในส่วนของผู้สอนและครูที่ปรึกษา เพื่อให้มีข้อมูลเป็นปัจจุบัน ใช้ในการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
ตัวชี้วัด (Indicators)	๑. ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	๑. ผู้เรียนร้อยละ ๑๐๐ ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารหลักฐาน

๒.๑ จัดทำข้อมูลสารสนเทศของผู้เรียนและรายวิชา

งาน (Tasks)	ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด
	
	
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง

งาน (Tasks)	๒.๒ ดำเนินการตามระบบดูแลช่วยเหลือผู้เรียน อย่างทั่วถึงครบทุกคน ได้แก่ - ใช้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรายบุคคล จัดกิจกรรมที่สร้างสรรค์ด้วยวิธีการที่หลากหลายและประสานความร่วมมือกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนา แก้ไขปัญหาผู้เรียน และเยี่ยมบ้านเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ ได้รับการดูแลช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๙.๘๗ ได้รับการดูแลช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

เอกสารหลักฐาน			
๒.๒ ดำเนินการตามระบบดูแลช่วยเหลือผู้เรียน			
งาน (Tasks)		ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด	
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก		๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง	
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง		๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง	

งาน (Tasks)	๒.๓ ปฏิบัติงานวิชาการ และงานอื่นๆ ของสถานศึกษา ได้แก่ - ร่วมปฏิบัติงานทางวิชาการ และงานอื่นๆ ของสถานศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาของสถานศึกษา โดยมีการพัฒนา รูปแบบหรือแนวทางการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	- ผู้เรียนร้อยละ ๑๐๐ ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

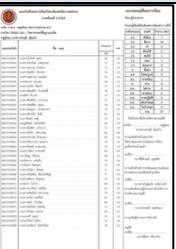
เอกสารหลักฐาน งาน (Tasks)

๒.๓ ปฏิบัติงานวิชาการ และงานอื่นๆ ของสถานศึกษา

เอกสารหลักฐาน ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด

๒.๓ ปฏิบัติงานวิชาการ และงานอื่นๆ ของสถานศึกษา

	
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง

งาน (Tasks)	๒.๕ ประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง ภาควิชาเครือข่าย และหรือสถานประกอบการ โดย - การประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง ภาควิชาเครือข่าย และหรือสถานประกอบการ ผ่านการประชุมผู้ปกครอง และการเยี่ยมบ้านเพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหาและพัฒนา ผู้เรียน
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ ได้รับช่วยเหลือ แก้ไขปัญหาทางการเรียนโดยความร่วมมือระหว่างครู กับผู้ปกครอง ภาควิชาเครือข่าย และหรือสถานประกอบการ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	- ผู้เรียนร้อยละ ๑๐๐ ได้รับช่วยเหลือ แก้ไขปัญหาทางการเรียนโดยความร่วมมือระหว่างครู กับผู้ปกครอง ภาควิชาเครือข่าย และหรือสถานประกอบการ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

เอกสารหลักฐาน งาน (Tasks)

๒.๔ ประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง ภาควิชาเครือข่าย และหรือสถานประกอบการ

เอกสารหลักฐาน ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด					
๒.๔ ประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง ภาควิชาเครือข่าย และหรือสถานประกอบการ					
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง				
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง				

ด้านที่ ๓ ด้านการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ ลักษณะงานที่ข้าพเจ้าปฏิบัติและนำเสนอครอบคลุมถึงการพัฒนาตนเองอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง การมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้และนำความรู้ความสามารถ ทักษะที่ได้จากการพัฒนาตนเองและวิชาชีพมาใช้ในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และพัฒนาเทคโนโลยี สื่อ นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้

งาน (Tasks)	๓.๑ พัฒนาตนเองอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดย - พัฒนาตนเองเพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ ทักษะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ภาษาไทย และภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อการศึกษาสมรรถนะวิชาชีพครูและความรอบรู้ในเนื้อหาวิชา และวิธีการสอน โดยการเข้ารับการอบรม สัมมนา การสร้างบทเรียนออนไลน์ และ Classroom
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ผู้เรียนร้อยละ ๘๐ ของผู้มีสิทธิ์สอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	- ผู้เรียนร้อยละ ๙๕.๗๘ ของผู้มีสิทธิ์สอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

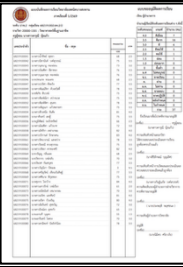
เอกสารหลักฐาน งาน (Tasks)

๓.๑ พัฒนาคอนเทนต์อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

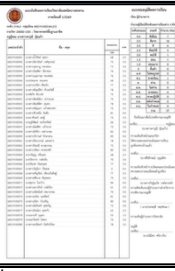
					
					

เอกสารหลักฐาน ผลที่เกิดขึ้นอ้างอิงตัวชี้วัด

๓.๑ พัฒนาคอนเทนต์อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

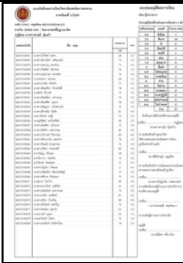
	
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง

งาน (Tasks)	๓.๒ มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ๑. มีการสร้างกลุ่มชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ มีส่วนในการเป็นผู้นำชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ เพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ (PLC) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ ผ่านกิจกรรมนิเทศการจัดการเรียนรู้
ตัวชี้วัด (Indicators)	๑. ร้อยละ ๗๐ ของผู้เรียน มีความรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน เป็นไปตามระเบียบการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษา
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตาม ตัวชี้วัด)	๑. ร้อยละ ๘๙.๘๗ ของผู้เรียน มีความรู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน เป็นไปตามระเบียบการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษา

เอกสารหลักฐานที่แสดงถึง งาน (Tasks)			
๓.๒ มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้			
			
			
เอกสารหลักฐานที่แสดงถึง ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)			
๓.๒ มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้			
			
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก	๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง		
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง	๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง		

งาน (Tasks)	๓.๓ นำความรู้ ความสามารถ ทักษะที่ได้จากการพัฒนาตนเอง และวิชาชีพมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ การพัฒนา คุณภาพผู้เรียน และการพัฒนานวัตกรรมจัดการการเรียนรู้ โดย - การเข้าร่วมการอบรม/การประชุมรูปแบบต่าง ๆ ทั้งแบบ On Line และแบบเข้าร่วมอบรม ที่สามารถนำความรู้มาพัฒนาการจัดการศึกษาให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ปัจจุบัน
ตัวชี้วัด (Indicators)	- ร้อยละ ๗๐ ของผู้เรียน ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด
ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)	- ร้อยละ ๘๙.๘๗ ของผู้เรียน ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด

เอกสารหลักฐานที่แสดงถึง งาน (Tasks)					
๓.๓ นำความรู้ ความสามารถ ทักษะที่ได้จากการพัฒนาตนเอง และวิชาชีพมาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ การพัฒนา คุณภาพผู้เรียน และการพัฒนานวัตกรรมจัดการการเรียนรู้					
					
					

เอกสารหลักฐานที่แสดงถึง ผลที่เกิดขึ้น (อ้างอิงตามตัวชี้วัด)			
๓.๓ นำความรู้ ความสามารถ ทักษะที่ได้จากการพัฒนาตนเอง และวิชาชีพมาใช้ในการ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ การพัฒนา คุณภาพผู้เรียน และการพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้			
			
๑. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวังมาก		๒. ☐ ปฏิบัติได้ต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง	
๓. ☐ ปฏิบัติได้ตามระดับที่คาดหวัง		๔. ☒ ปฏิบัติได้สูงกว่าระดับที่คาดหวัง	

ส่วนที่ ๒ ข้อตกลงในการพัฒนางานที่เป็นประเด็นท้าทายในการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

ประเด็นที่ท้าทายในการพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ของผู้จัดทำข้อตกลง ซึ่งปัจจุบัน ดำรงตำแหน่งครู (ยังไม่มีวิทยฐานะ) ต้องแสดงให้เห็นถึงระดับการปฏิบัติที่คาดหวัง คือ การปรับประยุกต์ การจัดการเรียนรู้และการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหรือมีการพัฒนามากขึ้น (ทั้งนี้ ประเด็นท้าทายอาจจะแสดงให้เห็นถึงระดับการปฏิบัติที่คาดหวังที่สูงกว่าได้)

ประเด็นท้าทาย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิ้องฟังค์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน



การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันชันตรีโกณมิติในการแตกแรง ของนักเรียนแผนก
วิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

นางสาวดารุณี นุ้ยแก้ว
ตำแหน่ง ครู
แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง ๕ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

บทที่ ๑

บทนำ

๑. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการอาชีวศึกษามุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการประกอบอาชีพ โดยเฉพาะการบูรณาการความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ทั้งนี้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้กำหนดหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ซึ่งเป็นกรอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสอดคล้องกับการเรียนรู้และการประกอบอาชีพในบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, ๒๕๖๗)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพเป็นรายวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพ โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ขนาดและทิศทางของแรง การเขียนเวกเตอร์ การแตกแรง และการคำนวณองค์ประกอบของแรง การเรียนรู้เนื้อหาดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย เช่น การคำนวณ การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ได้แก่ sine, cosine และ tangent เพื่อหาค่าองค์ประกอบของแรง ดังนั้น หากผู้เรียนมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ย่อมอาจส่งผลต่อความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพานที่ผ่านมา ผู้สอนได้วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานด้านผลการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน จำนวน ๑๘ คน พบว่านักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ ๓.๐๐ ขึ้นไป จำนวน ๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๒๗.๗๘ ขณะที่นักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่า ๓.๐๐ จำนวน ๑๓ คน คิดเป็นร้อยละ ๗๒.๒๒ ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีบริบทแตกต่างจากการเรียนคณิตศาสตร์โดยตรง

เมื่อผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จึงจำเป็นต้องเชื่อมโยงความรู้หลายด้าน ทั้งการวิเคราะห์โจทย์ การเขียนแผนภาพแรง การกำหนดทิศทางและมุม การเลือกใช้สูตร ตลอดจนการคำนวณโดยใช้ความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติ จากการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา พบว่า ผู้เรียนมีความแตกต่างกันด้านพื้นฐานและความพร้อมทางคณิตศาสตร์ เมื่อพบโจทย์ที่ต้องแตกแรงเป็นองค์ประกอบ

ในแนวแกนต่าง ๆ ผู้เรียนบางส่วนสามารถดำเนินการคำนวณได้ แต่ยังใช้เวลาในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพ ทิศทางของแรง มุม และค่าทางตรีโกณมิติ ขณะที่ผู้เรียนบางส่วนยังต้องได้รับการชี้แนะในการเลือกใช้สูตรและการเชื่อมโยงค่า sine, cosine และ tangent กับสถานการณ์ของโจทย์ ส่งผลให้การทำความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนยังไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และนำเทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมุม ทิศทาง และองค์ประกอบของแรงได้อย่างเป็นขั้นตอน โดยให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์สถานการณ์ วาดภาพหรือแผนภาพแรง กำหนดมุมและทิศทาง เลือกฟังก์ชันตรีโกณมิติที่เหมาะสม คำนวณหาองค์ประกอบของแรง และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ แนวทางดังกล่าวมุ่งลดความซับซ้อนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำทักษะการคำนวณไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และบริบททางวิชาชีพของผู้เรียนต่อไป

๒. คำถามการวิจัย

๑. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ ได้หรือไม่ และเป็นไปตามเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ หรือไม่

๒. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

๓. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง อยู่ในระดับใด และเป็นไปตามระดับที่คาดหวังหรือไม่

๓. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

๒. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง

๓. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง

๔. สมมติฐานการวิจัย

๑. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๒. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๓. นักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง อยู่ในระดับมากขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๕. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ชั้นตรีโกณมิติ ในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

๕.๑ ขอบเขตด้านประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน จำนวน ๓๔๐ คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน แผนกวิชาการโรงแรม จำนวน ๑๘ คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนการสอน และมีเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่อยู่ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

๕.๒ ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา ๒๐๐๐๐-๑๓๐๑ เรื่อง **แรงและการเคลื่อนที่** โดยมุ่งเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

๕.๒.๑ ความหมาย ลักษณะ และประเภทของแรง

๕.๒.๒ แรงลัพธ์และการวิเคราะห์แรง

๕.๒.๓ การแตกแรงในแนวแกนราบและแนวตั้ง

๕.๒.๔ การใช้เทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ชั้นตรีโกณมิติในการวิเคราะห์และแตกแรง

๕.๒.๕ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ในสถานการณ์ต่าง ๆ

ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ เขียนแผนภาพแรง เลือกใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติที่เหมาะสม และคำนวณหาค่าองค์ประกอบของแรงได้อย่างถูกต้อง

๕.๓ ขอบเขตด้านตัวแปร

การวิจัยครั้งนี้กำหนดตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

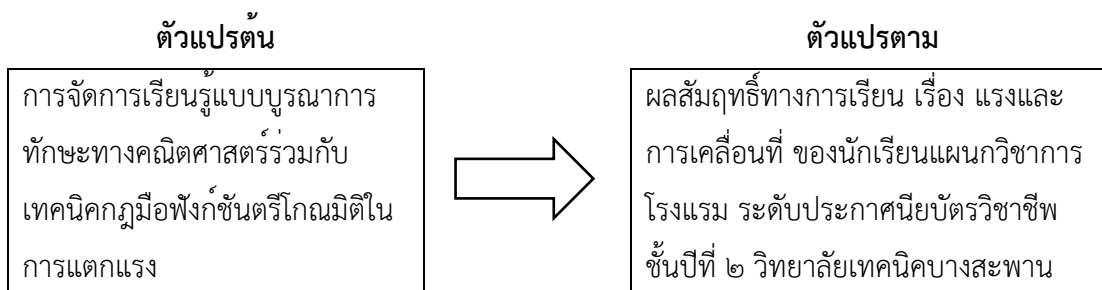
ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ชั้นตรีโกณมิติในการแตกแรง

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

๕.๔ ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการใน ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๔ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

๖. กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ ๑ กรอบแนวคิดการวิจัย

๗. นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันเกี่ยวกับความหมายของคำที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

๑. นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ แผนกวิชาการโรงแรม วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน จำนวน ๑๘ คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

๒. แรงแรงและการเคลื่อนที่ หมายถึง เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแรง การเคลื่อนที่ แรงลัพธ์ และการแตกแรงแรงออกเป็นองค์ประกอบในแนวแกนต่าง ๆ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ โดยเน้นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

๓. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการคำนวณ การใช้สัดส่วน การใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการแก้สมการ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ คำนวณขนาดและองค์ประกอบของแรง และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน

๔. เทคนิคภูมิ้องค์ขั้นตรีโกณมิติในการแตกแรงแรง หมายถึง เทคนิคที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางช่วยให้นักเรียนจดจำและกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กำหนดกับองค์ประกอบของแรง

ในแนวแกน x และ y โดยอาศัยหลักการของฟังก์ชันตรีโกณมิติ ได้แก่ ไซน์ (sin) โคไซน์ (cos) และแทนเจนต์ (tan) ร่วมกับแนวทางการใช้เครื่องมือ เพื่อช่วยให้นักเรียนเลือกใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติได้อย่างถูกต้อง และสามารถแตกแรงเพื่อหาค่าองค์ประกอบของแรงได้อย่างเป็นระบบ

๕. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคเครื่องมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น โดยบูรณาการเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่เข้ากับทักษะทางคณิตศาสตร์ และใช้เทคนิคเครื่องมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรงเป็นแนวทางในการเรียนรู้ โดยมุ่งให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับหลักการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์โจทย์ เลือกใช้สูตรหรือฟังก์ชันตรีโกณมิติ และคำนวณหาองค์ประกอบของแรงได้อย่างถูกต้อง

๖. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคเครื่องมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง ซึ่งวัดได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว

๗. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับแรง การแตกแรง การใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการคำนวณองค์ประกอบของแรง

๘. แบบประเมินความพึงพอใจ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามความพึงพอใจกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคเครื่องมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง

๘. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคเครื่องมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง คาดว่าจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

๑. นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่สูงขึ้น สามารถนำทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะฟังก์ชันตรีโกณมิติ มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาการแตกแรงได้อย่างถูกต้องและเป็นขั้นตอน

๒. นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคำนวณ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและบริบทของงานวิชาชีพได้

๓. ด้านการจัดการเรียนรู้ ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคภูมิ้องฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรงแรง ซึ่งสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ได้

๔. ด้านครูผู้สอน ครูผู้สอนได้ข้อมูลเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะ ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิ้องฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรงแรง และสามารถนำผลการวิจัยไป ใช้ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน

๕. ด้านสถานศึกษา สถานศึกษามีแนวทางในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิชาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน อาชีวศึกษาให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๖. ด้านการวิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลหรือแนวทางสำหรับ ครูและผู้สนใจในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการพัฒนาเทคนิคการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาการ คำนวณของผู้เรียนอาชีวศึกษาในโอกาสต่อไป

บทที่ ๒

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดกรอบแนวคิด เนื้อหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยนำเสนอสาระสำคัญ ดังนี้

- ๒.๑ หลักสูตรและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
- ๒.๒ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่
- ๒.๓ แนวคิดเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์
- ๒.๔ เทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง
- ๒.๕ แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ๒.๖ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๒.๑ หลักสูตรและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

๒.๑.๑ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้จัดทำ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗ เพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตและการทำงาน รวมทั้งมีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและโลกของอาชีพ หลักสูตรดังกล่าวมีการกำหนดประเภทวิชา กลุ่มอาชีพ สาขาวิชา และสาขาวิชา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับลักษณะของแต่ละวิชาชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, ๒๕๖๗)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน โดยจัดโครงสร้างหลักสูตรออกเป็นหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี ทั้งนี้ ในส่วนของหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง มี กลุ่มสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งมีรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนด้านการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในงานอาชีพ

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗ จึงไม่ได้มุ่งเน้นเฉพาะการถ่ายทอดความรู้ทางทฤษฎี แต่เน้นให้ผู้เรียนสามารถ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการคิด วิเคราะห์ ทดลอง แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาวิชาชีพที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเป็นสำคัญ

๒.๑.๒ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗ กำหนดรายวิชา ๒๐๐๐๐-๑๓๐๑ วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ (Basic Science for Career) มีจำนวน ๑-๒-๒ หมายถึง ภาคทฤษฎี ๑ ชั่วโมง ภาคปฏิบัติ ๒ ชั่วโมง และจำนวน ๒ หน่วยกิต โดยจัดอยู่ในกลุ่มสมรรถนะการคิดและการแก้ปัญหา

หลักสูตรกำหนด **ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา** ว่า ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในงานอาชีพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับอาชีวศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นเพียงความรู้ทางวิชาการ แต่ต้องการให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์จริงและงานอาชีพได้

จุดประสงค์รายวิชา ครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงการงาน วิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัด แรงและการเคลื่อนที่ อะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ นอกจากนี้ยังมุ่งให้ผู้เรียนสามารถสำรวจ ตรวจสอบ ทดลอง คิดวิเคราะห์ และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวัน

สมรรถนะรายวิชา จึงมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจและทดลอง คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา รวมทั้งประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในงานอาชีพและชีวิตประจำวัน (ศูนย์ส่งเสริมอาชีวฯ, ๒๕๖๗)

จากรายละเอียดดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่า รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เนื่องจากเนื้อหาที่มีทั้งส่วนที่เป็นความรู้ ทักษะการคำนวณ การทดลอง และการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ และสามารถเชื่อมโยงกับงานอาชีพได้หลากหลาย

๒.๑.๓ เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ในหน่วยแรงและการเคลื่อนที่ เนื้อหาครอบคลุมเรื่องการเปลี่ยนรูปทรงจากแรงกระทำ การหาแรงลัพธ์โดยวิธีเขียนรูปและวิธีคำนวณ แรงในธรรมชาติ ตัวแปรพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การคำนวณแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมกัน และการนำความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ไป

ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเนื้อหาส่วนนี้เชื่อมโยงโดยตรงกับหัวข้องานวิจัยเรื่องเทคนิคภูมิมือ ฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง (ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, ๒๕๖๓)

การศึกษาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่มีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ทางกายภาพในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน การขึ้นหรือการลากสิ่งของ การเคลื่อนที่ของรถ การยกวัตถุ และการทำงานของเครื่องมือในงานอาชีพ

เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ สามารถครอบคลุมสาระสำคัญ เช่น

1. ความหมาย ลักษณะ และประเภทของแรง
2. แรงลัพธ์และการวิเคราะห์แรง
3. การแตกแรงในแนวแกนราบและแนวตั้ง
4. การใช้เทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการวิเคราะห์และแตกแรง
5. การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ

โดยเฉพาะ การแตกแรง เป็นเนื้อหาที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากผู้เรียนต้องพิจารณาขนาดและทิศทางของแรง แล้วแยกแรงออกเป็นองค์ประกอบตามแนวแกนที่กำหนด เช่น แรงในแนวระดับและแรงในแนวตั้ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์จริง เช่น การดึงเชือก การลากรถเข็น การยกสิ่งของ การเคลื่อนที่ของยานพาหนะ และการทำงานของเครื่องมือในงานอาชีพ

๒.๒ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่

แรงและการเคลื่อนที่เป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) เนื่องจากแรงเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ขนาด หรือทิศทางของวัตถุ การทำความเข้าใจเรื่องแรงจำเป็นต้องพิจารณาทั้งขนาดและทิศทางของแรง เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นในการวิเคราะห์ปัญหาจึงเกี่ยวข้องกับการเขียนเวกเตอร์ การแตกแรงเป็นองค์ประกอบ และการรวมแรงเพื่อหาแรงลัพธ์ จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของนักวิชาการ สามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

๒.๒.๑ ความหมายของแรง

จากการศึกษาความหมายของแรง ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแรงไว้ดังนี้

สุชาติ สุภาพ (๒๕๖๔) อธิบายแนวคิดเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ว่า แรงเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการวิเคราะห์แรงจำเป็นต้อง

พิจารณาทั้งขนาดและทิศทาง เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ และแรงลัพธ์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ครูพีแนน (๒๕๖๕) อธิบายว่า แรง (Force) หมายถึง สิ่งที่ทำให้วัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิม โดยแรงอาจเกิดจากการสัมผัสกับวัตถุหรือไม่สัมผัสกับวัตถุก็ได้ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงประกอบด้วยขนาดและทิศทาง และมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

น้ำฝน นาสวาสดี (๒๕๖๖) นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยเชื่อมโยงแรงกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทั้งในด้านขนาดของความเร็ว ทิศทางของการเคลื่อนที่ และความเร่งของวัตถุ

วีรพงษ์ วงษ์รักสันติ และพัชรินทร์ ชมภูวิเศษ (๒๕๖๖) ในการพัฒนาแบบวัดมนิทัศน์วิชา ฟิสิกส์เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ได้จัดให้ “แรง” เป็นหนึ่งในมนิทัศน์สำคัญของการเรียนรู้ฟิสิกส์ และเชื่อมโยงกับมนิทัศน์เรื่องแรงลัพธ์ แผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

อมรรัตน์ บุบผะโชติ (๒๕๖๗) นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และแรง โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์และการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของแรง จากแนวคิดของนักวิชาการข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แรง หมายถึง การกระทำหรืออันตรกิริยาที่มีต่อวัตถุ ซึ่งสามารถทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ เช่น การเริ่มเคลื่อนที่ การหยุด การเปลี่ยนความเร็ว การเปลี่ยนทิศทาง หรือการเปลี่ยนรูปร่าง โดยแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง และมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

๒.๒.๒ ลักษณะของแรง

จากการศึกษาลักษณะของแรง พบว่า แรงมีลักษณะสำคัญที่แตกต่างจากปริมาณสเกลาร์ เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นการพิจารณาแรงจึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ขนาดของแรง ทิศทางของแรง และจุดที่แรงกระทำต่อวัตถุ

สุชาติ สุภาพ (๒๕๖๔) อธิบายว่า การพิจารณาแรงจำเป็นต้องระบุขนาดและทิศทางของแรง โดยสามารถใช้ลูกศรแทนแรง ซึ่งความยาวของลูกศรใช้แสดงขนาดของแรง และทิศของลูกศรใช้แสดงทิศทางของแรง

ครูพีแนน (๒๕๖๕) กล่าวว่า แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง โดยแรงอาจมีลักษณะเป็นแรงดึง แรงผลัก แรงอัด หรือแรงบิด และสามารถจำแนกตามลักษณะการกระทำต่อวัตถุได้ทั้งแรงที่เกิดจากการสัมผัสและแรงที่ไม่จำเป็นต้องสัมผัสโดยตรง

น้ำฝน นาสวาสดี (๒๕๖๖) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ว่า ทิศทางของแรงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพราะแรงที่มีทิศทางแตกต่างกันสามารถทำให้เกิดผลต่อวัตถุแตกต่างกัน

วีรพงษ์ วงษ์รักสันติ และพัชรินทร์ ชมภูวิเศษ (๒๕๖๖) สะท้อนให้เห็นว่า การทำความเข้าใจเรื่องแรงจำเป็นต้องพิจารณาพร้อมกับแรงลัพธ์และแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ขนาดและทิศทางของแรงได้อย่างเป็นระบบ

อมรรัตน์ บุบผโชติ (๒๕๖๗) นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่และแรง โดยชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของแรงกับลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของแรง ผู้วิจัยสรุปว่า แรงมีลักษณะเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งต้องพิจารณาทั้งขนาดและทิศทาง สามารถแสดงด้วยลูกศร และเมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุ จำเป็นต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเหล่านั้นทั้งด้านขนาดและทิศทาง เพื่อหาแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้น

๒.๒.๓ ประเภทของแรง

จากการศึกษาประเภทของแรง พบว่า แรงที่พบในชีวิตประจำวันและการศึกษาทางฟิสิกส์สามารถจำแนกได้หลายประเภท โดยอาจแบ่งตามลักษณะการสัมผัสระหว่างวัตถุ หรือแบ่งตามลักษณะของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

ครูพีแนน (๒๕๖๕) อธิบายว่า แรงที่พบในการศึกษาเบื้องต้น ได้แก่ แรงดึง แรงอัดหรือแรงกด และแรงบิด รวมถึงแรงที่สามารถเกิดขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องมีการสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ

สุชาติ สุภาพ (๒๕๖๔) กล่าวถึงแรงในบริบทของกลศาสตร์และกฎการเคลื่อนที่ โดยแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อพิจารณาสภาพสมดุลหรือการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

น้ำฝน นาสวาสดี (๒๕๖๖) นำเสนอแรงในบริบทของกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถพิจารณาแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อวัตถุและความสัมพันธ์ของแรงเหล่านั้นกับการเคลื่อนที่

อมรรัตน์ บุบผโชติ (๒๕๖๗) เชื่อมโยงเรื่องแรงกับการเคลื่อนที่ โดยการพิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นพื้นฐานสำคัญของการอธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่

วีรพงษ์ วงษ์รักสันติ และพัชรินทร์ ชมภูวิเศษ (๒๕๖๖) จัดเรื่องแรง แรงลัพธ์ แผนภาพของแรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเป็นกลุ่มโมโนดิสำคัญในการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยทั่วไปสามารถจำแนกแรงที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ได้ เช่น

1. แรงโน้มถ่วง เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล เช่น น้ำหนักของวัตถุที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก
2. แรงเสียดทาน เป็นแรงที่ต้านการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มการเคลื่อนที่ระหว่างผิวสัมผัส

3. แรงปกติ เป็นแรงที่พื้นผิวกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับพื้นผิว
4. แรงตึง เป็นแรงที่เกิดขึ้นในเชือก เส้นลวด หรือวัสดุที่มีลักษณะยืดตึง
5. แรงพยุ้ง เป็นแรงที่ของเหลวหรือก๊าซกระทำต่อวัตถุที่อยู่ในตัวกลาง
6. แรงแม่เหล็กและแรงไฟฟ้า เป็นแรงที่สามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัส

โดยตรง

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับประเภทของแรง ผู้วิจัยสรุปว่า แรงสามารถจำแนกได้หลายประเภทตามลักษณะการเกิดและการกระทำต่อวัตถุ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน แรงปกติ แรงตึง แรงพยุ้ง และแรงแม่เหล็กหรือแรงไฟฟ้า ซึ่งแรงแต่ละประเภทมีทิศทางและผลต่อการเคลื่อนที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องสามารถระบุชนิดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้

๒.๒.๔ การแตกแรง

จากการศึกษาการแตกแรงเป็นกระบวนการทางเวกเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แรงที่มีทิศทางทำมุมกับแกนอ้างอิง โดยสามารถแยกแรงหนึ่งแรงออกเป็นองค์ประกอบในแนวแกนต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณและวิเคราะห์แรงลัพธ์

สุชาติ สุภาพ (๒๕๖๔) อธิบายว่า เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางทำมุมกับแกนอ้างอิงสามารถใช้วิธีแตกเวกเตอร์ของแรงออกเป็นองค์ประกอบตามแกน X และแกน Y แล้วจึงนำองค์ประกอบดังกล่าวไปใช้ในการหาแรงลัพธ์ต่อไป

ครูพีแนน (๒๕๖๕) อธิบายหลักการของเวกเตอร์และแรงว่า การวิเคราะห์แรงต้องพิจารณาขนาดและทิศทางของแรง โดยการแยกแรงออกเป็นองค์ประกอบช่วยให้สามารถวิเคราะห์แรงที่มีทิศทางแตกต่างกันได้ง่ายขึ้น

น้ำฝน นาสวาสดี (๒๕๖๖) เชื่อมโยงการวิเคราะห์แรงกับกฎการเคลื่อนที่ โดยการพิจารณาองค์ประกอบของแรงในแต่ละทิศทางช่วยให้สามารถวิเคราะห์ผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่ได้อย่างชัดเจน

วีรพงษ์ วงษ์รักสันติ และพัชรินทร์ ชมภูวิเศษ (๒๕๖๖) ระบุว่าโมเมนต์เรื่องแรงและแรงลัพธ์เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ดังนั้นการวิเคราะห์แรงอย่างเป็นระบบจึงมีความสำคัญต่อการสร้างความเข้าใจทางฟิสิกส์

อมรรัตน์ บุบผิโชติ (๒๕๖๗) นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ ซึ่งการพิจารณาทิศทางของแรงเป็นส่วนสำคัญในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ การแตกแรงที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์แรงในสองมิติ สามารถเขียนได้ดังนี้

เมื่อแรง F ทำมุม θ กับแนวแกน X

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

โดยที่ F_x คือ องค์ประกอบของแรงในแนวแกน X

F_y คือ องค์ประกอบของแรงในแนวแกน Y

F คือ ขนาดของแรง

θ คือ มุมที่แรงทำกับแกนอ้างอิง

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับการแตกแรง ผู้วิจัยสรุปว่า การแตกแรง คือ การแยกแรงหนึ่งแรงซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ออกเป็นแรงองค์ประกอบตามแนวแกนอ้างอิง เช่น แกน X และแกน Y เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์และคำนวณแรงลัพธ์ โดยต้องพิจารณาขนาดของแรงและมุมที่แรงทำกับแกนอ้างอิงให้ถูกต้อง

๓. แนวคิดเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์

๓.๑ ทักษะทางคณิตศาสตร์

ทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หลักการ วิธีการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ แก้ปัญหา ให้เหตุผล เชื่อมโยงความรู้ และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะการเรียนรู้ตรีโกณมิติ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทั้งความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และความสามารถในการนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

Spangenberg (๒๐๒๑) ศึกษาการแสดงออกของความรู้ด้านเนื้อหาและวิธีสอนเกี่ยวกับตรีโกณมิติของครู พบว่า การเรียนรู้ตรีโกณมิติต้องอาศัยความรู้หลายด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและความเข้าใจของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ทั้งนี้ เนื้อหาตรีโกณมิติมีความเชื่อมโยงระหว่างความคิดเชิงพีชคณิต เรขาคณิต และกราฟิก ดังนั้น การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์จึงไม่ควรเน้นเพียงการจำสูตร แต่ควรให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง (Spangenberg, ๒๐๒๑)

Maknun, Rosjanuardi และ Jupri (๒๐๒๒) พบว่า ผู้เรียนมีอุปสรรคในการเรียนรู้ตรีโกณมิติหลายประการ โดยเฉพาะการทำความเข้าใจค่าตรีโกณมิติของมุม การเปลี่ยนหน่วยองศาและเรเดียน การหาค่าตรีโกณมิติของมุมในแต่ละควอดแรนต์ รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับกราฟของ

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าทักษะทางคณิตศาสตร์ต้องประกอบด้วยความเข้าใจในความหมายของแนวคิดและความสัมพันธ์ของสูตร ไม่ใช่เพียงการจดจำขั้นตอนการคำนวณ

Maphutha, Maoto และ Kibirige (๒๐๒๒) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สองมิติ พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และมีทักษะด้านการทำงานร่วมกัน การใช้คำศัพท์ทางตรีโกณมิติ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ด้วยตนเองดีขึ้น ผลการศึกษาจึงสนับสนุนแนวคิดว่าการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่หลากหลาย

Maphutha, Maoto และ Mutodi (๒๐๒๓) ศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สองมิติในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน พบว่าผู้เรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการ วิธีการ ความหมาย การแทนค่าหรือการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ผู้เรียนบางส่วนยังขาดทักษะในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ได้

Chinaka (๒๐๒๑) ศึกษาการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่สองมิติ พบว่าการทำความเข้าใจการเคลื่อนที่ในสองแกนจำเป็นต้องใช้พื้นฐานความรู้ตรีโกณมิติ โดยเฉพาะการแยกองค์ประกอบของปริมาณที่มีทิศทางออกเป็นองค์ประกอบในแนวแกนต่าง ๆ ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าความรู้ทางตรีโกณมิติสามารถเชื่อมโยงและนำไปใช้ในการทำความเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์และการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้

จากแนวคิดของนักวิชาการดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตรีโกณมิติ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและฟังก์ชันตรีโกณมิติ สามารถเลือกใช้ $\sin$, $\cos$ และ $\tan$ ได้อย่างเหมาะสม คำนวณค่าตรีโกณมิติได้ถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหา สร้างหรือแปลความหมายจากรูปภาพและสถานการณ์ ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ได้อย่างเป็นขั้นตอน

๓.๒ ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ฟังก์ชันตรีโกณมิติเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของมุมกับอัตราส่วนของด้านต่าง ๆ ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้แก่ ด้านตรงข้ามมุม ด้านประชิดมุม และด้านตรงข้ามมุมฉาก ฟังก์ชันพื้นฐานที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ sine หรือ $\sin$, cosine หรือ $\cos$ และ tangent หรือ $\tan$

Spangenberg (๒๐๒๑) อธิบายว่า ตรีโกณมิติเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญในคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากมีความเชื่อมโยงกับการคิดเชิงพีชคณิต เรขาคณิต และกราฟิก อีกทั้งเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับสูง การจัดการเรียนรู้จึงควรทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ มากกว่าการให้ผู้เรียนจดจำสูตรเพียงอย่างเดียว

Maknun et al. (๒๐๒๒) พบว่า ผู้เรียนมักประสบปัญหาในการเรียนรู้ตรีโกณมิติ เนื่องจากมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับความหมายของค่าตรีโกณมิติและขั้นตอนการใช้สูตร ผู้เรียนบางส่วนสามารถทำตามขั้นตอนได้ แต่ไม่เข้าใจที่มาหรือความสัมพันธ์ของสูตร ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของฟังก์ชันตรีโกณมิติและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

นอกจากนี้ Maphutha et al. (๒๐๒๓) พบว่า การแก้ปัญหาค่าตรีโกณมิติแบบสองมิติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์หลายรูปแบบ เช่น รูปภาพ สมการ สูตร และกระบวนการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงดังกล่าวมีความสำคัญต่อการนำฟังก์ชันตรีโกณมิติไปใช้ในสถานการณ์จริง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่า ฟังก์ชันตรีโกณมิติ เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมและความยาวของด้านในสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยผู้เรียนควรมีความเข้าใจทั้งความหมาย ความสัมพันธ์ และการเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้

๓.๓ การหาค่า $\sin$, $\cos$, $\tan$

การหาค่า $\sin$, $\cos$ และ $\tan$ เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการนำตรีโกณมิติไปใช้แก้โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของด้านในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังนี้

$\sin \theta$ เป็นอัตราส่วนระหว่างด้านตรงข้ามมุม θ กับด้านตรงข้ามมุมฉาก

$\cos \theta$ เป็นอัตราส่วนระหว่างด้านประชิดมุม θ กับด้านตรงข้ามมุมฉาก

$\tan \theta$ เป็นอัตราส่วนระหว่างด้านตรงข้ามมุม θ กับด้านประชิดมุม θ

การเลือกใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติจำเป็นต้องพิจารณาจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา โดยผู้เรียนต้องสามารถระบุด้านต่าง ๆ เมื่อเทียบกับมุมที่กำหนด และเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม

งานวิจัยของ Maknun et al. (๒๐๒๒) ชี้ให้เห็นว่า ความยากของผู้เรียนไม่ได้อยู่เฉพาะการคำนวณค่าตรีโกณมิติ แต่รวมถึงการทำความเข้าใจความหมายของมุม หน่วยของมุม และความสัมพันธ์ของค่าตรีโกณมิติกับรูปเรขาคณิต ดังนั้น การพัฒนาทักษะควรให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์และอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้สูตร

Maphutha et al. (๒๐๒๒) พบว่า การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้เฉพาะขั้นตอนการคำนวณ แต่ยังพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหา

ในส่วนของการใช้ $\tan$ ความสัมพันธ์ระหว่างด้านตรงข้ามมุมและด้านประชิดมุมสามารถนำมาใช้ในการหามุมหรือหาขนาดของด้านที่ไม่ทราบค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่า ทักษะการหาค่า $\sin$, $\cos$ และ $\tan$ ประกอบด้วยความสามารถในการระบอบองค์ประกอบของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก วิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์กำหนด เลือกฟังก์ชันตรีโกณมิติที่เหมาะสม แทนค่าและคำนวณได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและนำผลการคำนวณไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

๓.๔ การประยุกต์ใช้ตรีโกณมิติในการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

การประยุกต์ใช้ตรีโกณมิติในการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับแนวคิดทางฟิสิกส์ โดยเฉพาะกรณีที่แรงมีทิศทางทำมุมกับแนวราบหรือแนวตั้ง ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ตรีโกณมิติเพื่อแยกแรงออกเป็นองค์ประกอบตามแนวแกน

Chinaka (๒๐๒๑) พบว่า การทำความเข้าใจการเคลื่อนที่ของวัตถุจำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานตรีโกณมิติ โดยเฉพาะการแยกองค์ประกอบของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับทิศทางออกเป็นองค์ประกอบตามแกนต่าง ๆ ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าความรู้ตรีโกณมิติไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในรายวิชาคณิตศาสตร์ แต่เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วย

การแยกแรงสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อมีแรงขนาด (F) ทำมุม θ กับแนวราบ แรงดังกล่าวสามารถแยกเป็นองค์ประกอบในแนวแกน x และแกน y ได้ โดยทั่วไป

องค์ประกอบของแรงในแนวราบ

$$F_x = F \cos \theta$$

องค์ประกอบของแรงในแนวตั้ง

$$F_y = F \sin \theta$$

ดังนั้น หากผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของ $\sin$ และ $\cos$ จะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในการคำนวณองค์ประกอบของแรงได้ เช่น แรงดึงเชือก แรงลากวัตถุ แรงที่กระทำต่อวัตถุบนพื้นเอียง หรือสถานการณ์การเคลื่อนที่ที่มีองค์ประกอบในสองทิศทาง

Maphutha et al. (๒๐๒๓) เสนอว่า การเรียนรู้โจทย์ตรีโกณมิติแบบสองมิติช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างรูปภาพ สูตร กระบวนการ และความหมายของปัญหา ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ เพราะโจทย์แรงและการเคลื่อนที่มักนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ

สถานการณ์หรือแผนภาพ ผู้เรียนจึงต้องสามารถแปลงสถานการณ์เป็นรูปสามเหลี่ยมและเลือกใช้สูตรตรีโกณมิติที่เหมาะสม

Spangenberg (๒๐๒๑) ยังชี้ให้เห็นความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางเรขาคณิต พีชคณิต และกราฟิกในการเรียนรู้ตรีโกณมิติ แนวคิดดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์กับการแก้โจทย์แรงได้ เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้ทั้งการอ่านแผนภาพ การวิเคราะห์มุม การเขียนสมการ และการคำนวณเพื่อหาคำตอบ

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสรุปว่า การประยุกต์ใช้ตรีโกณมิติในการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการวิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับแรง หรือการเคลื่อนที่ เขียนแผนภาพหรือกำหนดทิศทางของแรง ระบุมุมและองค์ประกอบของแรง เลือกใช้ $\sin$, $\cos$ หรือ $\tan$ ได้อย่างเหมาะสม แยกแรงออกเป็นองค์ประกอบในแนวแกน x และ y คำนวณหาค่าที่ต้องการ และแปลความหมายของคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์

๔. เทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง

๔.๑ แนวคิดของเทคนิค

การแตกแรงเป็นกระบวนการทางฟิสิกส์ที่ใช้แยกแรงหนึ่งแรงซึ่งมีทิศทางเอียงออกเป็นแรงองค์ประกอบตามแนวแกนที่ตั้งฉากกัน โดยทั่วไปคือแนวแกน x และแกน y เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์แรงลัพธ์และการประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน การแตกแรงจึงเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเข้าใจทั้งในด้านการเขียนแผนภาพแรงและการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์

ศุภชัย ทวี (๒๕๖๔) อธิบายว่า การเรียนฟิสิกส์พื้นฐานจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ การเคลื่อนที่ และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เช่น ตรีโกณมิติ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณทางฟิสิกส์

ศุภโชค นันตา (๒๕๖๔) ระบุว่า เนื้อหาเรื่องแรงควรให้ผู้เรียนเข้าใจแรงลัพธ์ แรงที่ทำมุมต่อกัน และการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวิเคราะห์สถานการณ์ทางฟิสิกส์

อานนท์ ดวงบุญมี (๒๕๖๕) จัดเนื้อหาเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไว้เป็นส่วนสำคัญของการเรียนฟิสิกส์ และเน้นการเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับแรงกับสถานการณ์ทางฟิสิกส์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และคำนวณได้

สุรุจภูมิ สงศรี (๒๕๖๕) เสนอการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่เชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ไปสู่การวิเคราะห์แรงและกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนเรื่องแรงควรพัฒนาจากความเข้าใจพื้นฐานไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

ัญญรัตน์ ประกอบกิจ (๒๕๖๕) อธิบายการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยเชื่อมโยงแรง กฎการเคลื่อนที่ งาน และพลังงานเข้าด้วยกัน แสดงให้เห็นว่าความเข้าใจเรื่องแรงและทิศทางของแรงเป็นพื้นฐานสำหรับการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาฟิสิกส์ในเรื่องอื่น ๆ

สรุปแนวคิดจากนักวิชาการ ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ว่า การแตกแรงเป็นทักษะสำคัญที่ต้องอาศัยทั้งความเข้าใจเชิงกายภาพและความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะฟังก์ชันตรีโกณมิติ ผู้เรียนมักเกิดความสับสนในการเลือกใช้ $\sin$ และ $\cos$ ดังนั้น การสร้างเทคนิคช่วยจำที่ทำให้ผู้เรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง “มุม-ด้านประชิดมุม-ด้านตรงข้ามมุม” ได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการคำนวณและเพิ่มความมั่นใจในการแก้โจทย์เรื่องแรงได้

๔.๒ หลักการใช้เทคนิค

เทคนิคภูมิมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง มีหลักการสำคัญคือ พิจารณามุมที่โจทย์กำหนดก่อน แล้วตรวจสอบว่าแรงองค์ประกอบใดเป็นด้านประชิดมุม และแรงองค์ประกอบใดเป็นด้านตรงข้ามมุม

เมื่อแรง F ทำมุม θ กับแนวแกน x

- แรงในแนวแกน x เป็นด้านประชิดมุม $\rightarrow$ ใช้ $\cos$
 - แรงในแนวแกน y เป็นด้านตรงข้ามมุม $\rightarrow$ ใช้ $\sin$
- ดังนั้น

$$\begin{aligned} F_x &= F \cos \theta \\ F_y &= F \sin \theta \end{aligned}$$

หลักการดังกล่าวสอดคล้องกับเอกสารการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่อธิบายว่า เมื่อแรงทำมุมกับแกน x แรงองค์ประกอบที่ติดกับมุมสัมพันธ์กับ cosine ส่วนแรงองค์ประกอบที่อยู่ตรงข้ามมุมสัมพันธ์กับ sine

$$\begin{aligned} \tan(\theta) &= \frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta)} \\ \tan(30^\circ) &= \frac{\text{opposite}}{\text{adjacent}} = \frac{\sin(30^\circ)}{\cos(30^\circ)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

ดังนั้น หลักการสำคัญของเทคนิคคือ “ดูว่ามุมอยู่ตรงไหนก่อนเลือก $\sin$ หรือ $\cos$ ”

๔.๓ ขั้นตอนการใช้เทคนิค

ผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการใช้เทคนิคกฎมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรงเป็น ๕ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ ๑ วิเคราะห์โจทย์

อ่านสถานการณ์และระบุค่าที่โจทย์กำหนด ได้แก่

- ขนาดของแรง F
- ขนาดของมุม θ
- ทิศทางของแรง
- แนวแกนที่ต้องการหาแรงองค์ประกอบ

ขั้นที่ ๒ วาดภาพแรง

เขียนลูกศรแทนแรงที่กระทำต่อวัตถุ พร้อมกำหนดแกน x และ y ให้ชัดเจน

ขั้นที่ ๓ ระบุตำแหน่งของมุม

พิจารณาว่ามุมที่โจทย์กำหนดอยู่ระหว่างแรง F กับแกนใด

ถ้ามุมอยู่ระหว่างแรงกับแกน x

- ด้านประชิดมุม $\rightarrow F_x \rightarrow \cos$
 - ด้านตรงข้ามมุม $\rightarrow F_y \rightarrow \sin$
- ถ้ามุมอยู่ระหว่างแรงกับแกน y

- ด้านประชิดมุม $\rightarrow F_y \rightarrow \cos$
- ด้านตรงข้ามมุม $\rightarrow F_x \rightarrow \sin$

ขั้นที่ ๔ ใช้เทคนิคกฎมือช่วยจำ

สามารถกำหนดเป็นแนวทางช่วยจำว่า

“ชิดมุมใช้ COS – ข้ามมุมใช้ SIN”

หรือ

$\cos = \text{ด้านประชิดมุม} \div \text{ด้านตรงข้ามมุมฉาก}$

$\sin = \text{ด้านตรงข้ามมุม} \div \text{ด้านตรงข้ามมุมฉาก}$

โดยแรง F เปรียบเสมือนด้านตรงข้ามมุมฉากของสามเหลี่ยม ส่วน F_x และ F_y เป็นแรงองค์ประกอบ

ขั้นที่ ๕ คำนวณและตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าลงในสมการ คำนวณค่าของ F_x และ F_y พร้อมตรวจสอบทิศทางและเครื่องหมายของแรงว่าเป็นบวกหรือลบตามระบบแกนที่กำหนด

๔.๔ การประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

เทคนิคภูมิอวกซ์คันตรีโกณมิติสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะสถานการณ์ที่มีแรงกระทำในแนวเอียง เช่น การดึงวัตถุด้วยเชือก การลากรถเข็น การดึงกระเป๋า การออกแรงผลักวัตถุบนพื้นเอียง และการวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อวัตถุ

การประยุกต์ใช้ควรเริ่มจากสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อน แล้วพัฒนาไปสู่โจทย์ที่ต้องวิเคราะห์หลายแรง โดยให้นักเรียนดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

สถานการณ์จริง → วาดภาพแรง → กำหนดแกน → ระบุมุม → ใช้ภูมิอวกซ์เลือก $\sin/\cos$ → คำนวณแรงองค์ประกอบ → ตรวจสอบคำตอบ

แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาที่กำหนดให้ผู้เรียนสามารถอธิบายแรงลัพธ์ เขียนแผนภาพแรง และประยุกต์ใช้ภูมิอวกซ์การเคลื่อนที่ของนิวตันกับสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ เนื้อหาการแตกแรงยังถูกนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของบทแรงและภูมิอวกซ์การเคลื่อนที่โดยตรง โดยเน้นการแยกแรงเข้าสู่แนวแกน x และ y เพื่อสะดวกต่อการคำนวณ

๕. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้สะท้อนระดับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถของผู้เรียนภายหลังผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมิได้จำกัดเฉพาะคะแนนจากการสอบเท่านั้น แต่ยังสามารถพิจารณาจากหลักฐานการเรียนรู้ที่หลากหลายและสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

๕.๑ ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Clarke และ Luna-Bazaldua (๒๐๒๑) อธิบายว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษามีเป้าหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับระดับความสำเร็จของผู้เรียน โดยข้อมูลจากการประเมินสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการศึกษา การจัดสรรทรัพยากร และการปรับปรุงผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

Padmanabha (๒๐๒๑) กล่าวว่า การประเมินเกี่ยวข้องกับการรวบรวมหลักฐานอย่างเป็นระบบเพื่อพิจารณาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมุ่งตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุเป้าหมายหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้เพียงใด และนำผลการประเมินไปใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Andrade, Brookhart และ Yu (๒๐๒๑) เสนอว่า การประเมินในชั้นเรียนไม่ได้เป็นเพียงกระบวนการตัดสินผลการเรียน แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถใช้ข้อมูลจากการ

ประเมินร่วมกันเพื่อกำกับและพัฒนาการเรียนรู้ ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงควรมองควบคู่กับกระบวนการเรียนรู้และการใช้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาผู้เรียน

Yan et al. (๒๐๒๒) จากการสังเคราะห์งานวิจัยจำนวนมาก พบว่าการประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อนมีผลต่อผลการปฏิบัติทางวิชาการของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถเกิดจากการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการประเมินและการสะท้อนผลการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงการสอบปลายกระบวนการเท่านั้น

Huu, Tangworakitthaworn และ Gilbert (๒๐๒๔) อธิบายว่า ผลการปฏิบัติทางการเรียนของผู้เรียนสามารถวัดได้จากระดับการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยการประเมินควรเชื่อมโยงกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดขึ้น และการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียนสามารถช่วยส่งเสริมผลการเรียนทางวิชาการได้

สรุปความหมายตามแนวคิดของนักวิชาการ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ระดับความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนที่เกิดขึ้นภายหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถแสดงออกหรือสะท้อนให้เห็นผ่านหลักฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยสามารถตรวจสอบได้จากการวัดและประเมินผลด้วยวิธีการและเครื่องมือที่เหมาะสม ทั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ไม่ควรพิจารณาจากคะแนนสอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรพิจารณาหลักฐานการเรียนรู้ที่หลากหลายตามลักษณะของผลลัพธ์การเรียนรู้

๕.๒ องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาแนวคิดของนักวิชาการสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังนี้

๑) ด้านความรู้และความเข้าใจ

ผลสัมฤทธิ์ควรสะท้อนว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน สามารถอธิบายแนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง และความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ โดยการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ควรเริ่มจากการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้และสามารถแสดงออกได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Brookhart และ Nitko (๒๐๒๑) ที่ให้ความสำคัญกับการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การสร้างการประเมิน และการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้

๒) ด้านทักษะและการนำความรู้ไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ไม่ได้หมายถึงการจำเนื้อหาเท่านั้น แต่รวมถึงความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการปฏิบัติงานตามที่กำหนด โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะ ผู้เรียนควรสามารถนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

๓) ด้านการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้

Huu et al. (๒๐๒๔) เน้นการเชื่อมโยงการประเมินกับ Intended Learning Outcomes (ILOs) กล่าวคือ การพิจารณาผลสัมฤทธิ์ควรตอบให้ได้ว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในระดับใด ไม่ใช่เพียงพิจารณาคะแนนรวมของผู้เรียนเท่านั้น

๔) ด้านการแสดงผลการเรียนรู้

Clarke และ Luna-Bazaldua (๒๐๒๑) ชี้ให้เห็นว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานที่สามารถสะท้อนระดับความสำเร็จของผู้เรียนได้อย่างน่าเชื่อถือ ดังนั้นการแสดงผลสัมฤทธิ์อาจอยู่ในรูปคะแนน ระดับผลการเรียน ผลการปฏิบัติงาน หรือหลักฐานอื่นที่สามารถสะท้อนการเรียนรู้ได้

๕) ด้านการสะท้อนและพัฒนาการเรียนรู้

Andrade et al. (๒๐๒๑) และ Yan et al. (๒๐๒๒) ให้ความสำคัญกับบทบาทของการประเมินตนเอง การประเมินโดยเพื่อน และข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งทำให้การประเมินผลสัมฤทธิ์มีบทบาทมากกว่าการตัดสินผลการเรียน เพราะสามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

สรุปองค์ประกอบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น ๔ องค์ประกอบหลัก ได้แก่

๑. ความรู้และความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจดจำ อธิบาย และทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน

๒. การนำความรู้ไปใช้และทักษะ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้แก้ปัญหา และปฏิบัติงาน

๓. การบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ หมายถึง ระดับความสำเร็จของผู้เรียนเมื่อเปรียบเทียบกับจุดประสงค์หรือผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนด

๔. การพัฒนาและสะท้อนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการใช้ข้อมูลจากการประเมินและข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

๕.๓ การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือจุดประสงค์ที่กำหนดเพื่อพิจารณาระดับความสำเร็จของผู้เรียน ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงการจัดการเรียนรู้

Brookhart และ Nitko (๒๐๒๑) เสนอว่าการประเมินผู้เรียนควรมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายของการเรียนการสอน โดยครอบคลุมการประเมินเพื่อวินิจฉัย การประเมินระหว่างเรียน

การให้ข้อมูลย้อนกลับ การประเมินจากผลงาน และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้การเลือกเครื่องมือควรพิจารณาจากพฤติกรรมหรือผลลัพธ์ที่ต้องการวัด

Padmanabha (๒๐๒๑) แบ่งมุมมองของการประเมินออกเป็น การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) การประเมินของการเรียนรู้ (Assessment of Learning) และการประเมินในฐานะการเรียนรู้ (Assessment as Learning) โดยแต่ละรูปแบบมีบทบาทแตกต่างกันในการเก็บหลักฐานและนำข้อมูลไปใช้เพื่อพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้

Andrade et al. (๒๐๒๑) ให้ความสำคัญกับการประเมินในชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม โดยเฉพาะการประเมินตนเองและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจระดับความสามารถของตนเองและสามารถกำกับการเรียนรู้ของตนได้

Yan et al. (๒๐๒๒) จากการวิเคราะห์ห่อถักพบว่าการประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อนส่งผลเชิงบวกต่อผลการปฏิบัติทางวิชาการของผู้เรียน จึงสะท้อนว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์สามารถใช้วิธีการที่หลากหลายมากกว่าการทดสอบเพียงอย่างเดียว

Huu et al. (๒๐๒๔) เสนอว่าการประเมินควรเชื่อมโยงกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนควรได้รับข้อมูลเกี่ยวกับระดับการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของตนเอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นอกจากนี้ Mouti และ Al-Chalabi (๒๐๒๔) เสนอระบบประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนที่เชื่อมโยงการวัดกับ Course Learning Outcomes โดยกำหนดองค์ประกอบ น้ำหนัก และระดับการประเมิน แล้วนำคะแนนของผู้เรียนในแต่ละผลลัพธ์การเรียนรู้มาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท ได้แก่

๑. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ และแบบอัตนัย
๒. แบบประเมินการปฏิบัติ ใช้วัดความสามารถในการลงมือปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้ความรู้
๓. แบบประเมินผลงานหรือชิ้นงาน ใช้ประเมินคุณภาพของผลงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้น
๔. แฟ้มสะสมผลงาน ใช้รวบรวมหลักฐานการเรียนรู้และการพัฒนาของผู้เรียน
๕. การสังเกต ใช้ประเมินพฤติกรรม ทักษะ กระบวนการ และการปฏิบัติงาน
๖. การประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลการเรียนรู้

UNESCO อธิบายว่าการประเมินการเรียนรู้สามารถใช้วิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เพื่อวัดระดับการบรรลุความรู้และทักษะของผู้เรียน โดยการประเมินสามารถดำเนินการทั้งระหว่าง การเรียนรู้และเมื่อสิ้นสุดหน่วยการเรียนรู้ ภาคเรียน หรือหลักสูตร

สรุปแนวคิดด้านการวัดและประเมินผล ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ว่า การวัดและประเมิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้หรือ จุดประสงค์ที่ต้องการวัด เลือกวิธีการและเครื่องมือให้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด รวบรวมหลักฐาน การเรียนรู้ วิเคราะห์และแปลผล แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจระดับความสำเร็จและพัฒนาการ เรียนรู้ของผู้เรียน โดยควรใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายและเหมาะสมกับลักษณะของผลลัพธ์การ เรียนรู้

๖. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

๖.๑ งานวิจัยในประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยจากนักวิชาการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยไว้ดังนี้

จุฑามาศ วินทะสมบัติ ทศนัยน์ ทิงขำ และวลิดา อุ่นเรือน (๒๕๖๖) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนที่ใช้ รูปแบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนวังทองพิทยาคม” โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ และเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน ๓๔ คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ชุดกิจกรรมการสอนตามรูปแบบ สะเต็มศึกษาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียน การสอนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพ ๘๔.๖๐/๘๕.๓๙ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการศาสตร์หลายด้าน โดยเฉพาะ STEM สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ที่นำทักษะทาง คณิตศาสตร์มาบูรณาการกับการเรียนรู้ฟิสิกส์

ธารารัตน์ ดวงจันทร์ (๒๕๖๗) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการ คำนวณร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ จำนวน ๔๒ คน เครื่องมือประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัด ทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .๐๕ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ งานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้โดยตรง เนื่องจากแสดงให้เห็นว่า การฝึกทักษะการคำนวณควบคู่กับการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์สามารถช่วยพัฒนาทั้งทักษะการคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งสนับสนุนแนวคิดของผู้วิจัยในการนำทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้โจทย์การแตกแรง

ชัยศักดิ์ ระเบิด (๒๕๖๕) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้แบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้เป็นคู่ (Learning Cell) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ จำนวน ๓๐ คน โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้แบบฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้แบบ Learning Cell มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๑ ผลการวิจัยนี้มีความสำคัญต่อการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากตรีโกณมิติเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ห้วงประกอบของแรง โดยเฉพาะการหาค่าองค์ประกอบในแนวแกน x และแกน y ดังนั้น การพัฒนาความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติย่อมเอื้อต่อการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนฟิสิกส์

นภค แก้วพินิจ (๒๕๖๖) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติและการประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ จำนวน ๒๗ คน เครื่องมือได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ๗๙.๓๑/๘๐.๘๖ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ๗๕/๗๕ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ๔.๑๑ ผลการวิจัยสนับสนุนว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสืบเสาะและประยุกต์ใช้ความรู้ตรีโกณมิติ สามารถช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ซึ่งสามารถนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์กับการเรียนรู้การแตกแรงในวิชาฟิสิกส์ได้

Suthida Saiya, Pongsakorn Jantaratana และ Jeerawan Ketsing (๒๕๖๕) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “Effect of Context-Based Learning on Grade ๑๐ Students’ Transfer of Learning of Force and Motion” โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๒๖ คน เพื่อพัฒนาความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถ

ของนักเรียนในการถ่ายโอนความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยพิจารณาความสามารถตั้งแต่การถ่ายโอนระดับเนื้อหา การถ่ายโอนใกล้ตัว การถ่ายโอนระยะไกล ไปจนถึงการถ่ายโอนเชิงสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้สนับสนุนแนวคิดว่าการนำเนื้อหาฟิสิกส์ไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือบริบทที่ผู้เรียนพบในชีวิตจริงช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้มากขึ้น ซึ่งเหมาะสมกับการวิจัยของผู้วิจัยที่สามารถนำสถานการณ์ในงานโรงแรม เช่น การดิงรถเข็นสัมภาระ การดิงร่มสนาม หรือการเคลื่อนย้ายสิ่งของ มาใช้เป็นบริบทในการฝึกแตกแรง

๖.๒ งานวิจัยต่างประเทศ

Ahamad, Samsudin, Ismail และ Ahmad. (๒๐๒๑) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “Enhancing the Achievement in Physics’ Motion Concept through Online Multiple Intelligence Learning Approach” กับนักเรียนระดับ Grade ๑๐ จำนวน ๓๐ คนในประเทศมาเลเซีย โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวก่อนเรียนและหลังเรียน และใช้แบบทดสอบแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ที่เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดพหุปัญญาผ่านระบบออนไลน์มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านแนวคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมถึงด้านการรู้จักตนเอง มีผลการเรียนรู้แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ความสามารถด้านคณิตศาสตร์และตรรกะมีความเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แนวคิดทางฟิสิกส์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จึงสนับสนุนการนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์

Taurayi Willard Chinaka (๒๐๒๑) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “The Effect of PhET Simulation vs. Phenomenon-Based Experiential Learning on Students’ Integration of Motion Along Two Independent Axes in Projectile Motion” โดยศึกษานักศึกษาฟิสิกส์ชั้นปีที่ ๑ จำนวน ๑๕๔ คนในประเทศแอฟริกาใต้ งานวิจัยมุ่งศึกษาการทำความเข้าใจการเคลื่อนที่สองมิติ ซึ่งจำเป็นต้องใช้แนวคิดเรื่ององค์ประกอบของการเคลื่อนที่และพื้นฐานตรีโกณมิติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วย PhET Simulation มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ตามแกนอิสระสองแกนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้จากปรากฏการณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการวิจัยชี้ว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่สองมิติต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้เดิม โดยเฉพาะพื้นฐานตรีโกณมิติและองค์ประกอบของเวกเตอร์ งานวิจัยนี้ ตรงกับการวิจัยของผู้วิจัยอย่างมาก เพราะการแตกแรงเป็นการแยกแรงเวกเตอร์ออกเป็นองค์ประกอบในสองแนวแกน และจำเป็นต้องใช้ความสัมพันธ์ทางตรีโกณมิติในการคำนวณ

Hewagallage, Christman, and Stewart (๒๐๒๒) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ โดยศึกษานักศึกษาจำนวน ๑,๑๑๖ คน ในรายวิชา กลศาสตร์ที่ใช้แคลคูลัส และใช้ Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) เป็น

เครื่องมือในการวัดความเข้าใจ ผลการวิจัยพบว่า พื้นฐานการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการทำนายคะแนนก่อนเรียน โดยแบบจำลองการถดถอยที่เหมาะสมสามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนได้ร้อยละ ๒๘ ส่วนคะแนนก่อนเรียน คะแนน ACT/SAT ด้านภาษาและคณิตศาสตร์ ความคาดหวังต่อผลการเรียน และความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองสามารถร่วมกันทำนายคะแนนหลังเรียนได้ โดยแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนหลังเรียนได้ร้อยละ ๕๔ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และพื้นฐานความรู้เดิมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ฟิสิกส์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนการทบทวนและบูรณาการทักษะคณิตศาสตร์ก่อนให้นักเรียนแก้ปัญหาการแตกแรง

Just, Vorholzer, and von Aufschnaiter (๒๐๒๓) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “Employing a Force and Motion Learning Progression to Investigate the Relationship Between Task Characteristics and Students’ Conceptions at Different Levels of Sophistication” โดยศึกษานักเรียนจำนวน ๓๕๖ คน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโจทย์กับแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ที่มีการพัฒนาเป็นลำดับ และลักษณะของโจทย์ทั้งด้านเนื้อหาและบริบทมีผลต่อการดึงความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนสามารถแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกันตามความซับซ้อนของสถานการณ์และลักษณะของโจทย์ ผลการวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เพราะชี้ให้เห็นว่า การออกแบบโจทย์ควรมีความหลากหลายและเชื่อมโยงกับบริบทของผู้เรียน โดยเฉพาะโจทย์การแตกแรงที่ควรให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์จริงก่อนนำสูตรตรีโกณมิติมาคำนวณ

Dominguez, De la Garza, Quezada-Espinoza, and Zavala (๒๐๒๔) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “Integration of Physics and Mathematics in STEM Education: Use of Modeling” โดยพัฒนารายวิชาที่บูรณาการฟิสิกส์และคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ ๑ ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ โดยมีการประยุกต์ใช้กับการเคลื่อนที่หนึ่งมิติและสองมิติ รวมถึงเวกเตอร์และความสัมพันธ์พื้นฐานทางตรีโกณมิติ ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ผ่านการสร้างแบบจำลองช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ได้ดีขึ้น และทำให้การเรียนรู้มีลักษณะเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงมากขึ้น อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังพบความท้าทายในการนำความรู้เชิงทฤษฎีไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง จึงเสนอว่าควรเพิ่มกิจกรรมเชิงปฏิบัติและสถานการณ์จริงในหลักสูตร งานวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวทางของงานวิจัยครั้งนี้โดยตรง เนื่องจากใช้แนวคิดการบูรณาการคณิตศาสตร์กับฟิสิกส์ โดยเฉพาะการใช้เวกเตอร์และตรีโกณมิติในการอธิบายการเคลื่อนที่สองมิติ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์กับการแตกแรงของนักเรียนอาชีวศึกษาได้

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันต้านทานโรคในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

- ๓.๑ รูปแบบการวิจัย
- ๓.๒ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- ๓.๓ ตัวแปรที่ศึกษา
- ๓.๔ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- ๓.๕ การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
- ๓.๖ การเก็บรวบรวมข้อมูล
- ๓.๗ การวิเคราะห์ข้อมูล
- ๓.๘ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

๓.๑ รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ กลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันต้านทานโรคในการแตกแรง

รูปแบบการวิจัยเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้

$$O_1 - X - O_2 \geq 70\%$$

โดย O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันต้านทานโรคในการแตกแรง

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Posttest) และนำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ร้อยละ ๗๐

การวิจัยลักษณะนี้เหมาะสำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

๓.๒ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน จำนวน ๓๔๐ คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน แผนกวิชาการโรงแรม จำนวน ๑๘ คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนการสอน และมีเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่อยู่ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

๓.๓ ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้กำหนดตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิ้องฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนก วิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

๓.๔ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

๔.๑ แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิ้องและฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง จำนวน ๒ แผน แผนละ ๓ ชั่วโมง รวมเวลา ๖ ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายและลักษณะของแรงได้
2. วิเคราะห์แรงที่กระทำต่อวัตถุได้
3. ใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณเกี่ยวกับแรงได้
4. ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรงเป็นองค์ประกอบในแนวแกน x และ y ได้
5. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการแตกแรงกับสถานการณ์ในงานอาชีพด้านการโรงแรมได้

๔.๒ ใบความรู้

ใบความรู้ เรื่อง **แรงและการเคลื่อนที่** จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับแรง การเขียนเวกเตอร์แรง การแตกแรง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติในการหาค่าประกอบของแรง

เนื้อหาครอบคลุม เช่น

- ความหมายของแรง
- หน่วยของแรง
- การแตกแรง
- การใช้ $\sin$, $\cos$ และ $\tan$
- การหาแรงในแนวแกน x และแนวแกน y
- การประยุกต์ใช้การแตกแรงกับสถานการณ์ในงานโรงแรม

๔.๓ ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม เรื่อง **การแตกแรง** ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์สถานการณ์ วาดภาพแรง กำหนดมุม และคำนวณองค์ประกอบของแรงในแนวแกนต่าง ๆ

ตัวอย่างสถานการณ์ ได้แก่ การดึงเชือก การลากรถเข็นสัมภาระ การเคลื่อนย้ายสิ่งของ และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานบริการและงานโรงแรม

๔.๔ แบบฝึกทักษะ

แบบฝึกทักษะ เรื่อง **การแตกแรงโดยใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ** จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับประยุกต์ โดยประกอบด้วยโจทย์เกี่ยวกับ

- การระบุแรงและทิศทาง
- การกำหนดมุม
- การเลือกใช้ $\sin$ และ $\cos$
- การคำนวณองค์ประกอบของแรง
- การประยุกต์ใช้การแตกแรงในสถานการณ์จริง

๔.๕ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง **แรงและการเคลื่อนที่** เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก จำนวน ๑๐ ข้อ ใช้สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

๔.๖ แบบประเมินความพึงพอใจ

ถ้าผู้วิจัยต้องการศึกษาความพึงพอใจ สามารถใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๒๐ ข้อ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า ๕ ระดับ ได้แก่

๕ = พึงพอใจมากที่สุด

๔ = พึงพอใจมาก

๓ = พึงพอใจปานกลาง

๒ = พึงพอใจน้อย

๑ = พึงพอใจน้อยที่สุด

๓.๕ การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

๓.๕.๑ การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ
2. ศึกษาเนื้อหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่
3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
4. วิเคราะห์เนื้อหาที่สามารถบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ขั้นตรีโกณมิติได้
5. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้
6. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
7. นำแผนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม
8. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
9. นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

๓.๕.๒ การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

ผู้วิจัยนำเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๓ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และข้อคำถาม สำหรับแบบทดสอบ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังนี้

- +๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์
- ๐ หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์
- ๑ หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นคำนวณค่า IOC จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ โดยทั่วไปข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ ๐.๕๐ ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์ควรปรับปรุงหรือตัดออก

สูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

- IOC= ดัชนีความสอดคล้อง
- $\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- N= จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

แนวทางการตรวจสอบ IOC นี้มีพื้นฐานจากงานของ Rovinelli และ Hambleton (๑๙๗๗)

๓.๕.๓ การหาค่าความยากง่าย

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของข้อสอบเป็นรายข้อ

ค่าความยากง่ายพิจารณาจากสัดส่วนของผู้ตอบข้อสอบถูก โดยกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม เช่น ๐.๒๐–๐.๘๐ ทั้งนี้ข้อสอบที่มีค่าใกล้เคียง ๐.๕๐ จะมีระดับความยากเหมาะสมในเชิงการจำแนกผู้เรียน

๓.๕.๔ การหาค่าอำนาจจำแนก

นำผลการทดลองใช้แบบทดสอบมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ เพื่อพิจารณาความสามารถของข้อสอบในการจำแนกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงและต่ำออกจากกัน

กำหนดเกณฑ์เบื้องต้นให้ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ ๐.๒๐ ขึ้นไป และพิจารณา ร่วมกับค่าความยากง่าย หากข้อใดไม่ผ่านเกณฑ์ให้ปรับปรุงหรือตัดออก

๓.๕.๕ การหาค่าความเชื่อมั่น

นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์รายข้อแล้วไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยสำหรับแบบทดสอบปรนัยที่ให้คะแนนแบบ ถูก = ๑ และผิด = ๐ สามารถใช้สูตร KR-๒๐ ของ Kuder–Richardson เพื่อหาความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ

หากเป็นแบบประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า ๕ ระดับ สามารถใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha)

๓.๖ การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ ๑ เตรียมความพร้อม

ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบ

ขั้นที่ ๒ ทดสอบก่อนเรียน

ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) จำนวน ๑๐ ข้อ แล้วบันทึกคะแนนเป็นข้อมูลก่อนการทดลอง

ขั้นที่ ๓ ดำเนินการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนด โดยใช้การบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิมือและฟังก์ชันตรีโกณมิติในการตกแต่งแรง

นักเรียนได้ศึกษาใบความรู้ ปฏิบัติกิจกรรม ทำแบบฝึกทักษะ และประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานโรงแรม

ขั้นที่ ๔ ทดสอบหลังเรียน

เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันหรือแบบทดสอบคู่ขนานที่มีเนื้อหาและระดับความยากใกล้เคียงกัน

ขั้นที่ ๕ ประเมินความพึงพอใจ

หากมีการศึกษาความพึงพอใจ ให้นักเรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ ๖ วิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ มาวิเคราะห์ด้วยสถิติที่กำหนด และสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์

๓.๗ การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

๓.๗.๑ วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

วิเคราะห์โดยใช้

- ค่าเฉลี่ย (Mean: M)
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD)
- ร้อยละ (Percentage)

จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ การทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples t-test หรือ Paired-samples t-test)

๓.๗.๒ วิเคราะห์ความพึงพอใจ

หากมีแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์โดยใช้

- ค่าเฉลี่ย
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

และแปลผลตามเกณฑ์ เช่น

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
๔.๕๑-๕.๐๐	มากที่สุด
๓.๕๑-๔.๕๐	มาก
๒.๕๑-๓.๕๐	ปานกลาง
๑.๕๑-๒.๕๐	น้อย
๑.๐๐-๑.๕๐	น้อยที่สุด

๓.๘ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น ๓ ส่วน ดังนี้

๓.๘.๑ สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

๑) ดัชนีความสอดคล้อง IOC

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

ใช้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ

๒) ค่าความยากง่าย

ใช้วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ

p = ค่าความยากง่าย

R = จำนวนผู้ตอบข้อสอบถูก

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

๓) ค่าอำนาจจำแนก

ใช้วิเคราะห์ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้เรียนที่มีความสามารถสูงและต่ำ

๔) ค่าความเชื่อมั่น

สำหรับแบบทดสอบปรนัยใช้สูตร KR-๒๐ และสำหรับแบบประเมินแบบมาตราส่วน
ประมาณค่าใช้ Cronbach's alpha

๓.๘.๒ สถิติพื้นฐาน

๑) ร้อยละ

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

๒) ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

๓) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ใช้เพื่อแสดงการกระจายของคะแนนรอบค่าเฉลี่ย

๓.๘.๓ สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เนื่องจากการวิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวและวัดผลก่อน-หลังเรียน จึงใช้ Dependent

Samples t-test

เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน กำหนดระดับ

นัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = .05$

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ ดังนี้

N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
df	แทน	องศาอิสระ
t_1	แทน	สถิติทดสอบที (t-test for Independent sample)
t_2	แทน	สถิติทดสอบที (t-test for dependent sample)
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ ๑ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

ตอนที่ ๒ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันพันธุกรรมในการแตกแรงแรง

ตอนที่ ๓ การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันพันธุกรรมในการแตกแรงแรง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ ๑ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันพันธุกรรมในการแตกแรงแรง กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ ดังปรากฏผลในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันพันธุกรรมในการแตกแรงแรง กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

กลุ่มตัวอย่าง	N	DF	คะแนนเต็ม	หลังเรียน			μ_0	t_1
				$\bar{X}$	ร้อยละ	S		
ผู้เรียน	๑๘	๑๗	๒๐	๑๕.๕๐	๗๗.๕๐	๓.๒๙	๑๔	๑.๙๔*

*ค่า t_1 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ($t_{.๐๕, ๑๗} = ๑.๗๓๙๖$)

จากตารางที่ ๑ จากตารางที่ ๑ พบว่า นักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ จำนวน ๑๘ คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันพันธุกรรมในการแตกแรงแรง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ๑๕.๕๐ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน คิดเป็นร้อยละ ๗๗.๕๐ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ๓.๒๙ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ ซึ่งเท่ากับ ๑๔ คะแนน พบว่าค่า t เท่ากับ ๑.๙๔ ซึ่งสูงกว่าค่า t วิกฤตเท่ากับ ๑.๗๓๙๖ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .๐๕ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

ตอนที่ ๒ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนก
วิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับ
เทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง

ตารางที่ ๒ แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียน
แผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิค
ภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง

กลุ่ม ตัวอย่าง	n	df	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t_0
				$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D.	
ผู้เรียน	๑๘	๑๗	๒๐	๘.๒๘	๔๑.๔๐	๒.๘๐	๑๕.๕๐	๗๗.๕๐	๓.๒๙	๘.๑๐*

*ค่า t_0 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ($t_{.๐๕, ๑๗} = ๑.๗๓๙๖$)

จากตารางที่ ๒ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียน
แผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน หลังได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการ
แตกแรง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ๑๕.๓๓ คะแนน ($\bar{X} = ๑๕.๓๓$, $SD = ๓.๕๓$) คิดเป็นร้อยละ ๗๖.๖๕
ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีค่าเท่ากับ ๘.๒๘ คะแนน ($\bar{X} = ๘.๒๘$, $SD = ๒.๘๐$) คิดเป็นร้อย
ละ ๔๑.๔๐ โดยมีค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ๗.๐๕ คะแนน และผลการทดสอบค่าที่
สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า ค่า t เท่ากับ ๗.๔๒ ซึ่งสูงกว่าค่าวิกฤตที่ระดับ
นัยสำคัญทางสถิติ .๐๕ ($df = ๑๗$) แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

ตอนที่ ๓ ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง

ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง โดยใช้แบบสอบถาม
ความพึงพอใจแบ่งออกเป็น ๒ ตอน ได้แก่ ตอนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่

๒ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังปรากฏผลในตารางที่ ๓ และตารางที่ ๔ ตามลำดับ

ตารางที่ ๓ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ	จำนวน (n)	ร้อยละ (%)
ชาย	๑	๕.๕๖
หญิง	๑๕	๘๓.๓๓
ไม่ระบุ	๒	๑๑.๑๑
รวม	๑๘	๑๐๐.๐๐

จากตารางที่ ๓ แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ แผนกวิชาการโรงแรม วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน จำนวน ๑๘ คน พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง จำนวน ๑๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๘๓.๓๓ เพศชาย จำนวน ๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕.๕๖ และไม่ระบุเพศ จำนวน ๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๑.๑๑

ตารางที่ ๔ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
๑. ด้านเนื้อหา	๔.๕๖	๐.๕๒	มากที่สุด
๒. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	๔.๖๒	๐.๕๓	มากที่สุด
๓. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้	๔.๖๒	๐.๔๙	มากที่สุด
๔. ด้านการวัดและประเมินผล	๔.๕๖	๐.๕๘	มากที่สุด
รวม	๔.๕๙	๐.๕๓	มากที่สุด

จากตารางที่ ๔ แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริย์โกณมิติในการแตกแรง โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำแนกเป็นรายด้านและภาพรวม พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = ๔.๕๙$, S.D. = ๐.๕๓)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน ($\bar{x} = ๔.๖๒$, S.D. = ๐.๕๓ และ ๐.๔๙ ตามลำดับ) รองลงมา ได้แก่ ด้านเนื้อหา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = ๔.๕๖$,

S.D. = ๐.๕๒) และด้านการวัดและประเมินผล มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = ๔.๕๖, S.D. = ๐.๕๘)

เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แยกเป็นรายด้าน จะมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ ๕ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน (ด้านเนื้อหา)	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
๑. เนื้อหามีความชัดเจน	๔.๕๙	๐.๕๑	มากที่สุด
๒. เนื้อหาเข้าใจง่าย	๔.๕๐	๐.๕๑	มากที่สุด
๓. เนื้อหามีความเหมาะสม	๔.๕๖	๐.๕๑	มากที่สุด
๔. เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน	๔.๖๑	๐.๕๐	มากที่สุด
๕. เนื้อหานำไปใช้ได้จริง	๔.๕๖	๐.๖๒	มากที่สุด
รวม	๔.๕๖	๐.๕๒	มากที่สุด

จากตารางที่ ๕ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านเนื้อหา โดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$ = ๔.๕๖, S.D. = ๐.๕๒) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน ($\bar{x}$ = ๔.๖๑, S.D. = ๐.๕๐) รองลงมา ได้แก่ เนื้อหา มีความชัดเจน ($\bar{x}$ = ๔.๕๙, S.D. = ๐.๕๑) และ เนื้อหาเหมาะสม รวมทั้ง เนื้อหานำไปใช้ได้จริง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{x}$ = ๔.๕๖, S.D. = ๐.๕๑ และ ๐.๖๒ ตามลำดับ) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ เนื้อหาเข้าใจง่าย ($\bar{x}$ = ๔.๕๐, S.D. = ๐.๕๑) ทั้งนี้ ทุกข้ออยู่ในระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ตารางที่ ๖ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านกิจกรรม

รายการประเมิน (ด้านกิจกรรม)	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
๖. กิจกรรมมีความน่าสนใจ	๔.๖๗	๐.๕๙	มากที่สุด
๗. กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วม	๔.๖๑	๐.๕๐	มากที่สุด
๘. กิจกรรมช่วยให้เข้าใจการแตกแรงแรง	๔.๕๖	๐.๕๑	มากที่สุด
๙. กิจกรรมช่วยฝึกการคำนวณ	๔.๖๑	๐.๖๑	มากที่สุด
๑๐. กิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน	๔.๖๗	๐.๔๙	มากที่สุด
รวมด้านกิจกรรม	๔.๖๒	๐.๕๓	มากที่สุด

จากตารางที่ ๖ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านกิจกรรม โดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มี ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ กิจกรรมมีความน่าสนใจ และ กิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.55 และ 0.55 ตามลำดับ) รองลงมา ได้แก่ กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วม และ กิจกรรมช่วยฝึกการคำนวณ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{x} = 4.61$, S.D. = 0.50 และ 0.61 ตามลำดับ) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ กิจกรรมช่วยให้เข้าใจการแตกแรง ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.51) โดยทุก ข้อมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ตารางที่ ๗ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ และแหล่งเรียนรู้

รายการประเมิน (ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้)	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
๑๑. สื่อมีความชัดเจน	4.72	0.46	มากที่สุด
๑๒. สื่อช่วยให้เข้าใจเนื้อหา	4.67	0.49	มากที่สุด
๑๓. สื่อมีความน่าสนใจ	4.61	0.50	มากที่สุด
๑๔. สื่อใช้งานได้ง่าย	4.56	0.51	มากที่สุด
๑๕. แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.56	0.51	มากที่สุด
รวม	4.62	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ ๗ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านสื่อและ แหล่งเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.62$, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ สื่อมีความชัดเจน ($\bar{x} = 4.72$, S.D. = 0.46) รองลงมา คือ สื่อช่วยให้ เข้าใจเนื้อหา ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.49) และ สื่อมีความน่าสนใจ ($\bar{x} = 4.61$, S.D. = 0.50) ส่วนข้อ ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ได้แก่ สื่อใช้งานได้ง่าย และ แหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.51) โดยทุกข้อมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ตารางที่ ๘ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล

รายการประเมิน (ด้านการวัดและประเมินผล)	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
๑๖. แบบทดสอบมีความชัดเจน	๔.๕๐	๐.๖๒	มากที่สุด
๑๗. การประเมินสอดคล้องกับเนื้อหา	๔.๕๖	๐.๖๒	มากที่สุด
๑๘. การประเมินมีความเหมาะสม	๔.๕๖	๐.๖๒	มากที่สุด
๑๙. การประเมินช่วยตรวจสอบความเข้าใจ	๔.๖๗	๐.๔๙	มากที่สุด
๒๐. การประเมินทำให้ทราบพัฒนาการของตนเอง	๔.๕๐	๐.๖๒	มากที่สุด
รวม	๔.๕๖	๐.๕๘	มากที่สุด

จากตารางที่ ๘ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านการวัดและประเมินผลโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = ๔.๕๖$, S.D. = ๐.๕๘) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ การประเมินช่วยตรวจสอบความเข้าใจ ($\bar{x} = ๔.๖๗$, S.D. = ๐.๔๙) รองลงมา ได้แก่ การประเมินสอดคล้องกับเนื้อหา และ การประเมินมีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{x} = ๔.๕๖$, S.D. = ๐.๖๒) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ แบบทดสอบมีความชัดเจน และการประเมินทำให้ทราบพัฒนาการของตนเอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน ($\bar{x} = ๔.๕๐$, S.D. = ๐.๖๒) ทั้งนี้ ทุกข้ออยู่ในระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์สะท้อนให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิ้องฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านกิจกรรมการเรียนรู้และด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมและสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องแรงและการแตกแรงได้ง่ายขึ้น และสามารถนำทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ร่วมกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

บทที่ ๕

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริโกณมิติในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

๕.๑ สรุปผลการวิจัย

๕.๑.๑ อภิปรายผล

๕.๑.๒ ข้อเสนอแนะ

๕.๑ สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริโกณมิติในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย ดังนี้

๕.๑.๑ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริโกณมิติในการแตกแรง หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๕.๑.๒ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริโกณมิติในการแตกแรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๕.๑.๓ ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอังกษัตริโกณมิติในการแตกแรง พบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง จำนวน ๑๕ คน คิดเป็นร้อยละ ๘๓.๓๓ เพศชาย จำนวน ๑ คน คิดเป็นร้อยละ ๕.๕๖ และไม่ระบุเพศ จำนวน ๒ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๑.๑๑ และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.59$, S.D. = ๐.๕๓)

๕.๒ อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ในการแตกแรง ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

๕.๒.๑ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนแผนกวิชาการโรงแรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอรรถกฤษณ์ในการแตกแรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ การคำนวณค่า sine และ cosine และการนำความสัมพันธ์ของด้านและมุมของสามเหลี่ยมมาประยุกต์ใช้กับการแตกแรงในทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จากเดิมที่เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นนามธรรมและต้องอาศัยทั้งความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคำนวณ เมื่อผู้เรียนได้รับการฝึกอย่างเป็นขั้นตอนและมีเทคนิคช่วยจำในการแตกแรง จึงสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับบริบทของงานด้านการโรงแรม เช่น การเข็นรถสัมภาระ การลากสิ่งของ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางฟิสิกส์กับสถานการณ์จริง ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ รุ่งทิพย์พร เสน่หา และสิรินภา กิจเกื้อกูล (๒๕๖๗) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ควรใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวและเกิดขึ้นได้จริง พร้อมทั้งปูพื้นฐานวิธีการคำนวณและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนวางแผนและอภิปรายขั้นตอนการแก้ปัญหา ส่งผลให้ทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนพัฒนาขึ้น ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ จุฑามาศ วินทะสมบัติ, ทศนัยน์ ทิงขำ และวลิดา อุ่นเรือน (๒๕๖๗) ซึ่งศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนตามรูปแบบสะเต็มศึกษา พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ สุวรรณ บัญเมือง, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เขาวงกต (๒๕๖๘) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการความรู้และการประยุกต์ใช้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ ดังนั้น

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ จึงอาจสะท้อนให้เห็นว่า การบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ และการใช้เทคนิคภูมิอ็อพกัซันตรีโกณมิติในการแตกแรง เป็นแนวทางที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างศาสตร์และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างเป็นขั้นตอน

๕.๒.๒ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอ็อพกัซันตรีโกณมิติในการแตกแรง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากความรู้พื้นฐานไปสู่การประยุกต์ใช้ โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจความหมายและลักษณะของแรง การกำหนดทิศทางของแรง การเขียนเวกเตอร์ และการแตกแรงในแนวแกนต่าง ๆ จากนั้นจึงนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันตรีโกณมิติมาใช้ในการคำนวณองค์ประกอบของแรง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทั้งด้านแนวคิดและกระบวนการคำนวณ การใช้เทคนิคภูมิอ็อพกัซันตรีโกณมิติยังช่วยลดความซับซ้อนของการแก้โจทย์ เนื่องจากนักเรียนมีแนวทางในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแรง มุม และองค์ประกอบของแรงอย่างชัดเจน เมื่อได้ฝึกแก้โจทย์จากง่ายไปยาก และได้รับการตรวจสอบความถูกต้องอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความรู้และทักษะการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฑามาศ วินทะสมบัติ, ทศนัยน์ ทิงขำ และวลิดา อุ่นเรือน (๒๕๖๓) ซึ่งพบว่า การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ที่จัดตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ สิริภัทร สวัสดิกุล และอัมพร วัจนะ (๒๕๖๘) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแซทบอพร้อมทั้งห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับ สุวรรณ บัญเมือง, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เขาวงกิตพงศ์ (๒๕๖๘) ซึ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ จึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับฟิสิกส์ โดยเฉพาะการนำฟังก์ชันตรีโกณมิติมาใช้ในการแตกแรง ประกอบกับการฝึกปฏิบัติและการแก้โจทย์อย่างเป็นลำดับขั้น มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา สามารถคำนวณและแก้ปัญหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

๕.๒.๓ ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิอ็อพกัซันตรีโกณมิติในการแตกแรง

ฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๔.๕๙ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ๐.๕๓ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือคำนวณ ฝึกแตกแรง วิเคราะห์สถานการณ์ และแก้โจทย์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับบริบทของวิชาชีพการโรงแรม ทำให้เนื้อหาที่มีความซับซ้อนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นและเห็นประโยชน์ของความรู้ที่เรียน นอกจากนี้ เทคนิคกฎมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรงมีลักษณะเป็นแนวทางที่ช่วยให้นักเรียนจดจำขั้นตอนและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เมื่อผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ได้ด้วยตนเองและเห็นพัฒนาการของตนเอง ย่อมส่งผลต่อความรู้สึกสนใจ ความมั่นใจ และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ผลการวิจัยสอดคล้องกับสิริภัทร สวัสดิกุล และอัมพร วัจนะ (๒๕๖๘) ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแซทบอพร้อมทั้งห้องเรียนกลับด้านในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็เพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อีระพงษ์ จันทร์ยาง (๒๕๖๙) ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ประยุกต์เชิงสร้างสรรค์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย ๔.๖๑, S.D. = ๐.๔๙) ดังนั้น ความพึงพอใจในระดับมากที่สุดของนักเรียนในการวิจัยครั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากการออกแบบกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเชื่อมโยงเนื้อหา กับสถานการณ์จริง การฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง และการใช้เทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการแตกแรงได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีและมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

โดยสรุป ผลการวิจัยทั้ง ๓ ประเด็นมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคกฎมือฟังก์ชันตรีโกณมิติในการแตกแรง สามารถสนับสนุนการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ และสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมในระดับมากที่สุด ซึ่งสะท้อนว่าการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เข้ากับบริบทวิชาชีพและสถานการณ์ใกล้ตัว สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับอาชีวศึกษาได้

๕.๓ ข้อเสนอแนะ

๕.๓.๑ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

๕.๓.๑.๑ ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคภูมิคุ้มกันตรรกะในการแตกแรงไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของผู้เรียนในระดับกลุ่มอื่น ๆ

๕.๓.๑.๒ ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์จริงและบริบทของวิชาชีพ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้

๕.๓.๒ ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

๕.๓.๒.๑ ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทักษะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคการแตกแรงกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ หรือผู้เรียนในระดับชั้นอื่น

๕.๓.๒.๒ ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวต่อทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้

๕.๓.๒.๓ ควรขยายกลุ่มตัวอย่างและดำเนินการวิจัยในสถานศึกษาอาชีวศึกษาอื่น เพื่อเปรียบเทียบและยืนยันประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

บรรณานุกรม

- ครูพีแนน. (๒๕๖๕, ๒๑ มีนาคม). สรุปลิสิกส์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ คืออะไร. จุฬาทิวเตอร์. บทความต้นฉบับ
- งานของ Rovinelli และ Hambleton เป็นแหล่งอ้างอิงสำคัญสำหรับแนวคิด Index of Item-Objective Congruence (IOC) ที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
- จุฬามาศ วินทะสมบัติ ทศนัยน์ ทิงขำ และวลิดา อุ่นเรือน. (๒๕๖๖). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนที่ใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนวังทองพิทยาคม. *วารสารครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, ๒(๑), ๓๕-๔๖.
- จุฬามาศ วินทะสมบัติ, ทศนัยน์ ทิงขำ และวลิดา อุ่นเรือน. (๒๕๖๗). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนที่ใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนวังทองพิทยาคม. *วารสารครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, ๒(๑), ๓๕-๔๖.
- ชัยศักดิ์ ระเบิด. (๒๕๖๕). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้แบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้เป็นคู่ (Learning Cell) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ [รายงานการวิจัย]. โรงเรียนกำแพงวิทยา.
- ธัญรัตน์ ประกอบกิจ. (๒๕๖๕). แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ๒ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๕ งานและพลังงาน. โรงเรียนโชคเพชรพิทยา.
- ธารารัตน์ ดวงจันทร์. (๒๕๖๗). ผลการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการคำนวณทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนนิยมศิลป์อนุสรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์. *คุรุสภาวิทยาราย*, ๕(๓), ๗๖-๘๙.
- ธีระพงษ์ จันทร์ยาง. (๒๕๖๙). การพัฒนารูปแบบวงจรการเรียนรู้ประยุกต์เชิงสร้างสรรค์ (CALC Model) เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในรายวิชา ฟิสิกส์ ๑ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง. *วารสารการวัดผลการศึกษา สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา*.

- นัก แก้วพินิจ. (๒๕๖๖). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติและการประยุกต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ [รายงานการวิจัย]. โรงเรียนโคกก่อพิทยาคม.
- น้ำฝน นาสวาสดี. (๒๕๖๖). แรงและกฎการเคลื่อนที่ ตอนที่ ๑-๒ [สื่อวิดีโอ]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, Pre-course Physics. KMUTT Library Pre-course Physics
- รุ่งทิพย์พร เสน่หา และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (๒๕๖๗). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักศึกษาอาชีวศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ๔๓(๓).
- วงษ์รักสันติ, ว., & ชมภูวิเศษ, พ. (๒๕๖๖). การพัฒนาแบบวัดมโนคติวิชาวาลิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔. วารสารการบริหารการศึกษา มมร.วิทยาเขตร้อยเอ็ด, ๓(๒), ๑๓๙-๑๕๑. บทความวิจัยฉบับเต็ม
- ศุภชัย ทวี. (๒๕๖๔). มคอ.๓ รายวิชา ๔๒๑๑๓๐๕ ฟิสิกส์พื้นฐาน. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ศุภโชค นันทา. (๒๕๖๔). ฟิสิกส์ ม.๔/๒๕๖๔. โรงเรียนมัธยมเทศบาลเมืองวังน้ำเย็น.
- ศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ ศสอ. (๒๕๖๗). วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา ๒๐๐๐๐-๑๓๐๑. <https://www.ssobooks.com/shop/vocaltional๒๕๖๗/ปวช๖๗-สมรรถนะแกนกลาง/๒๐๐๐๐-๑๓๐๑/>
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (๒๕๖๗). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗. [https://bsq.vec.go.th/th-th/หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ\(ปวช\)/หลักสูตรพศ๒๕๖๗.aspx](https://bsq.vec.go.th/th-th/หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช)/หลักสูตรพศ๒๕๖๗.aspx)
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (๒๕๖๗). วิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา ๒๐๐๐๐-๑๓๐๑: หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (๒๕๖๗). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๗. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิริภัทร สวัสดิกุล และอัมพร วัจนะ. (๒๕๖๘). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้แอปพลิเคชันแซทบอพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ๕ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้น

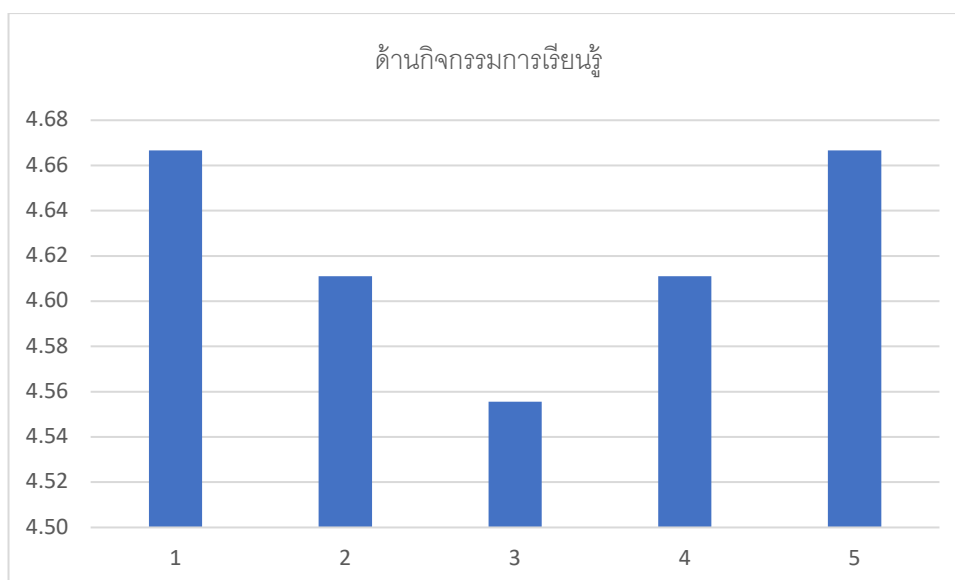
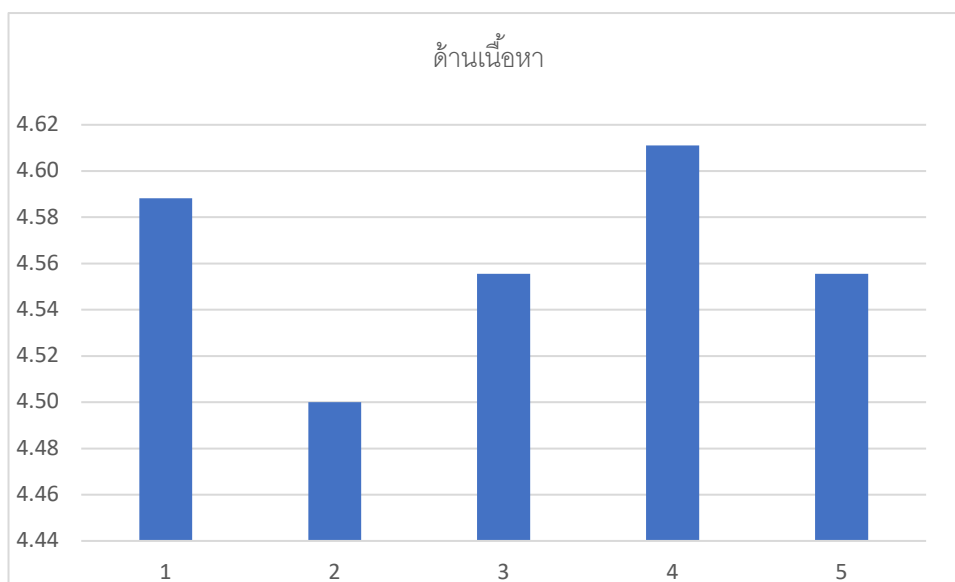
- มัธยมศึกษาปีที่ ๖. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (JSSE), ๘(๑), ๓๒-๔๑.
<https://doi.org/10.14456/jsse.2025.04>
- สุชาติ สุภาพ. (๒๕๖๔). คอนเซ็ปต์ ฟิสิกส์ ม.๔ แรงและกฎการเคลื่อนที่. MEB Market
- สุรุฒิ สงศรี. (๒๕๖๕). แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ม.๔ หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ การเคลื่อนที่แนวตรง.
- สุวรรณ บุญเมือง, ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และชำนาญ เขาวงกิตพิงค์ . (๒๕๖๘). ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร, ๘(๑), ๑๖-๓๖.
- อมรรัตน์ บุษผโสดิ. (๒๕๖๗). การเคลื่อนที่และแรง ตอนที่ ๑-๒ [สื่อวิดีโอ]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, Pre-course Physics. KMUTT Library Pre-course Physics
- อานนท์ ดวงบุญมี. (๒๕๖๕). แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยที่ ๓ แรงและกฎการเคลื่อนที่. โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร.
- Ahamad, A. N., Samsudin, M. A., Ismail, M. E., & Ahmad, N. J. (๒๐๒๑). Enhancing the achievement in physics' motion concept through online multiple intelligence learning approach. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, ๑๗(๒), em๑๙๔๑. <https://doi.org/10.2๙๓๓๓/ejmste/๙๖๙๘>
- Andrade, H. L., Brookhart, S. M., & Yu, E. C. (๒๐๒๑). Classroom assessment as co-regulated learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, ๖, Article ๗๕๑๑๖๘. <https://doi.org/10.๓๓๘๙/feduc.202๑.๗๕๑๑๖๘>
- Brookhart, S. M., & Nitko, A. J. (๒๐๒๑). *Educational assessment of students* (๘th ed.). Pearson.
- Chinaka, T. W. (๒๐๒๑). The effect of PhET simulation vs. phenomenon-based experiential learning on students' integration of motion along two independent axes in projectile motion. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, ๒๕(๒), ๑๘๕-๑๙๖.
- Clarke, M., & Luna-Bazaldua, D. (๒๐๒๑). *Primer on large-scale assessments of educational achievement*. World Bank.

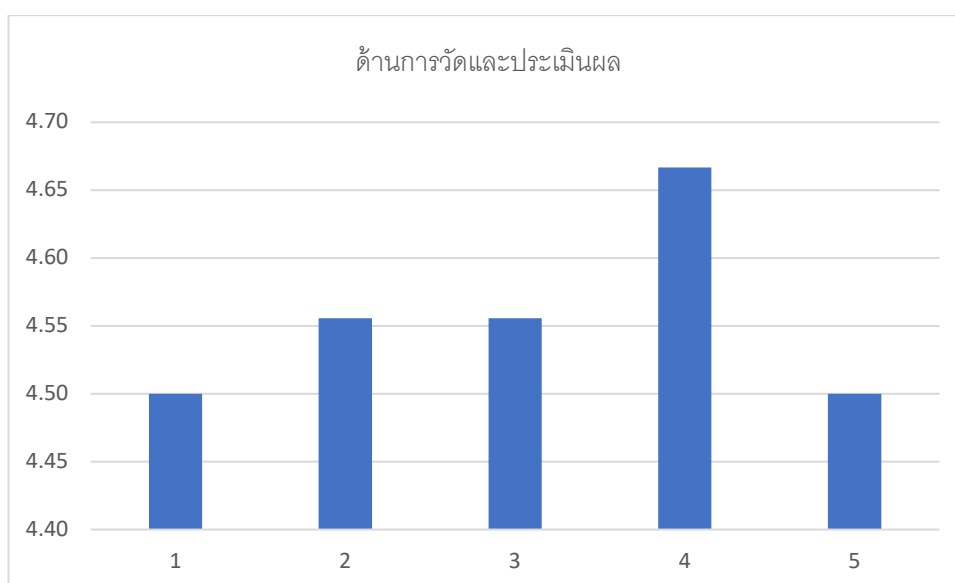
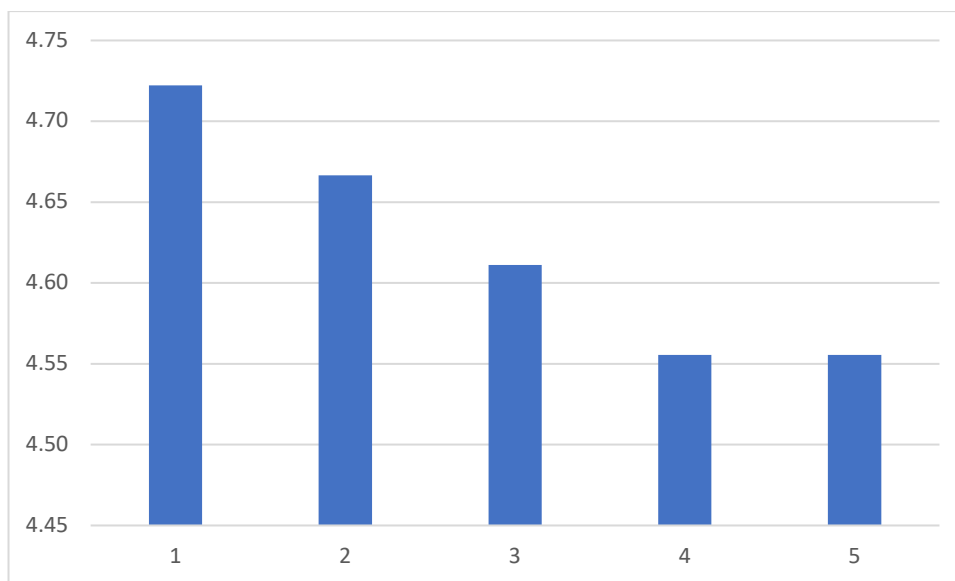
- Dominguez, A., De la Garza, J., Quezada-Espinoza, M., & Zavala, G. (2024). Integration of physics and mathematics in STEM education: Use of modeling. *Education Sciences*, 14(6), 20. <https://doi.org/10.3390/educsci1406020>
- Hewagallage, D., Christman, E., & Stewart, J. (2022). Examining the relation of high school preparation and college achievement to conceptual understanding. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 010104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010104>
- Huu, P. N., Tangworakitthaworn, P., & Gilbert, L. (2024). Self-assessment model for achieving the intended learning outcomes. *E-Learning and Digital Media*. <https://doi.org/10.1080/10448667.2024.2310000>
- Just, A. M., Vorholzer, A., & von Aufschnaiter, C. (2023). Employing a force and motion learning progression to investigate the relationship between task characteristics and students' conceptions at different levels of sophistication. *Education Sciences*, 13(5), 444. <https://doi.org/10.3390/educsci13050444>
- Maknun, C. L., Rosjanuardi, R., & Jupri, A. (2022). Epistemological obstacle in learning trigonometry. *Mathematics Teaching Research Journal*, 14(2), 5-14.
- Maphutha, K., Maoto, S., & Kibirige, I. (2022). The effect of the activity-based approach on grade 11 learners' performance in solving two-dimensional trigonometric problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(10), em2022. <https://doi.org/10.2478/ejmste/2022>
- Maphutha, K., Maoto, S., & Mutodi, P. (2023). Exploring grade 11 learners' mathematical connections when solving two-dimensional trigonometric problems in an activity-based learning environment. *Journal on Mathematics Education*, 14(2), 238-240. <https://doi.org/10.22042/jme.v14i2.pp238-240>
- Mouti, S., & Al-Chalabi, H. (2024). A smart system for student performance assessment (SPA). *Scientific Reports*, 14, Article 20374. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57447-y>

- Padmanabha, C. H. (2020). Assessment for learning, assessment of learning, assessment as learning: A conceptual framework. *Journal on Educational Psychology*, 102(4), 104-120.
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1987). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2, 101-110.
- Spangenberg, E. D. (2020). Manifesting of pedagogical content knowledge on trigonometry in teachers' practice. *Journal of Pedagogical Research*, 5(3), 101-110. <https://doi.org/10.1080/20717147.2020.1811111>
- Suthida Saiya, Pongsakorn Jantaratana และ Jeerawan Ketsing. (2022). Effect of context-based learning on grade 10 students' transfer of learning of force and motion. *Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*. <https://doi.org/10.1080/20717147.2022.2071714>
- Taurayi Willard Chinaka. (2020). The effect of PhET simulation vs. phenomenon-based experiential learning on students' integration of motion along two independent axes in projectile motion. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 25(2), 101-110. <https://doi.org/10.1080/20717147.2020.1811111>
- Yan, Z., Lao, H., Panadero, E., Fernández-Castilla, B., Yang, L., & Yang, M. (2022). Effects of self-assessment and peer-assessment interventions on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 31, 100444. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100444>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยรายด้านของแบบสอบถาม





ลงชื่อ.....

(นางสาวดารุณี น้อยแก้ว)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ (ยังไม่มีวิทยฐานะ)

ผู้รายงานข้อตกลงในการพัฒนางาน (PA)

วันที่ ๒๕ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕

ความเห็นของผู้อำนวยการสถานศึกษา

nm

ลงชื่อ.....

(นายนิมิตร ศรียาภัย)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน

วันที่ ๒๕ เดือน ก.ค พ.ศ. ๒๕๖๕