การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6"

ของ เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ ประจันบาน)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์

กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ กศ.ด. สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564

คำสำคัญ การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี, แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี, การพัฒนาแบบทดสอบและแบบวัด

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระยะที่ 1 แหล่งข้อมูลในการสร้างแบบวัดคือผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนทั้งหมด 18 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในทดลองใช้เครื่องมือคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย จำนวน 30 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item - Objective Congruence) ความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) ระยะที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยจำนวน 254 คน ที่ได้จาก การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Sampling) วิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s product moment correlation coefficient), ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square), ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index) ค่าดัชนีวัดความ

สอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index) และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความแตกต่างโดยประมาณ (Root Mean Error of Approximation)

ผลการวิจัยพบว่า

แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 18 ข้อ ข้อคำถามเชิงสถานการณ์จำนวน 6 ข้อ และข้อสอบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมดในแบบวัดทั้งฉบับจำนวน 23 ข้อ ข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา (ค่า มีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00) ค่าความยากง่ายมีค่าอยู่ระหว่างค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก (ค่า มีค่าตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.67) และค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่างจำแนกได้พอใช้ถึงจำแนกได้ดีมาก (ค่า มีค่าตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.91) และความเที่ยงทั้งฉบับมีค่าค่อนข้างสูง (Alpha มีค่าเท่ากับ 0.71)

2. แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้าง (X^2 = 141.71, df = 164, p = 0.89515 GFI = 0.96, AGFI = 0.92, RMSEA = 0.00, RMR = 0.094, NFI = 0.99 and CFI = 1.00)

Title THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY INNOVATION LITERACY SCALE FOR TWELFTH GRADE.

Author EKKAPAD HUENGSAISONG

Advisor Assistant Professor Chamnan Panawong, Ph.D.

Co-Advisor Assistant Professor Namthip Ongrardwanich, Ph.D.

Assistant Professor Nanthiman Asvaraksha, Ph.D.

Academic Paper Ph.D. Dissertation in Educational Research and Evaluation - (Type 2.1), Naresuan University, 2021

Keywords Innovation Literacy Technology, Innovation Literacy Technology Scale, The development of Test or Scale

ABSTRACT

This research aimed to development of Technology Innovation Literacy Scale for Twelfth Grade, which the research purposes were 1) To created Technology Innovation Literacy Scale for Twelfth Grade and 2) To validate structural of the Technology Innovation Literacy Scale for Twelfth Grade. Phase 1, Purposive Sampling were applied for 18 experts and Try Out group is 30 students from Princess Chulabhorn Science High School Loei, data were analyzed by Mean, Standard Deviation, Content Validity (Index of Item - Objective Congruence), Difficulty, Discrimination, and Reliability (Cronbach's Alpha Coefficient). Phase 2, Multi - Stage Sampling were applied for 254 Twelfth Grade School Under Group of Princess Chulabhorn Science High School, data were analyzed by Mean, Standard Deviation, and Pearson's product moment correlation coefficient and Confirm Factor Analysis analyzed by Chi-Square, Goodness of Fit Index, Adjusted Goodness of Fit Index, and Root Mean Error of Approximation.

The results of study were as follows:

1. Technology Innovation Literacy Scale for Twelfth Grade constructed as 23 items, consists by 18 items of multiple choice, 6 items of situation scales, and 1 item of subjective test. Validity was ranged from 0.60 to 1.00, Difficulty

was ranged from 0.23 to 0.67, Discrimination was ranged from 0.29 to 0.91, and Reliability of all was 0.71.

2. Structural of Technology Innovation Literacy Scale for Twelfth Grade was fit with empirical data. (X^2 = 141.71, df = 164, p = 0.89515 GFI = 0.96, AGFI = 0.92, RMSEA = 0.00, RMR = 0.094, NFI = 0.99 and CFI = 1.00)

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเมตตาและการช่วยเหลืออย่างดียิ่งของท่านอาจารย์ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในทุกๆ ด้าน ตลอดจนเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 18 ท่าน ได้แก่ ผศ.ดร. ศรารัตน์ มหาศรานนท์ ผศ.ดร. อนันตชัย สุวรรณาคม ผศ.ดร. ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ ผศ.ดร. อนันตชัย อยู่แก้ว ผศ.ดร. พัทธนันท์ เด็ดแก้ว ผศ.ดร. ปาจารีย์ ทองสนิท รศ.ดร. ดิเรก ธีระภูธร รศ.ดร. เนาวนิตย์ สงคราม รศ.ดร. วิวัฒน์ มีสุวรรณ ผศ.ดร. เอื้อมพร หลินเจริญ รศ.ดร. ปกรณ์ ประจันบาน นายสาธิต อธิวาส ดร. สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ นายชุมพล ชารีแสน นางน้ำทิพย์ ศรีแก้ว นางนภวรรณ พลเวียงธรรม นายนพนันท์ พรมสวัสดิ์ และนายฐานันดร วิชาสอน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหาร ครู เจ้าหน้าประสานงาน และนักเรียน โรงเรียนดังรายนามตัวอย่างที่ให้ความช่วยเหลือและร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเฉพาะรุ่นที่ 17 ที่ได้ร่วมเรียนรู้ เสริมสร้างประสบการณ์ และเป็นกำลังใจที่ดีต่อกันเสมอมา

คุณค่าและประโยชนันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญุตาบูชาคูณพ่อสรวง - แม่มะลิจันทร์ เฮืองใสส่อง ผู้ซึ่งคอยเป็นต้นแบบทางการศึกษา กำลังใจ และให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด พร้อมทั้งบูรพาจารย์สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร ตลอดจนผู้มีพระคุณและครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ทำให้การทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการวิจัย 5

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

แนวคิดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 8

แนวคิดแบบวัดเชิงสถานการณ์ 60

แนวคิดโมเดลการวิจัย โมเดลลิสเรล และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 63

แนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 66

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 71

กรอบแนวคิดในการวิจัย 73

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 75
ระยะที่ 1 สร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 76
ระยะที่ 2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 93
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 99
ผลระยะที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 101
ผลระยะที่ 2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 151
บทที่ 5 บทสรุป 99
สรุปผลการวิจัย 99
อภิปรายผลการวิจัย 105
ข้อเสนอแนะ 108
บรรณานุกรม 110
ภาคผนวก 119
ประวัติผู้วิจัย 166

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สรุปรายละเอียดการสังเคราะห์องค์ประกอบการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 12

ตาราง 2 สรุปรายละเอียดการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 24

ตาราง 3 สรุปรายละเอียดการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร.....35

ตาราง 4 ผลการตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี โดยผู้ทรงคุณวุฒิ.....79

ตาราง 5 ผลการตรวจสอบค่าความตรงของข้อคำถามการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 83

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6....88

ตาราง 7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....94

ตาราง 8 กรอบการสร้างเครื่องมือในการวิจัย 103

ตาราง 9 ร่างข้อคำถามแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 109

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่อง นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 154

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 158

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพ 1 ร่างองค์ประกอบของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 15

ภาพ 2 ร่างตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 29

ภาพ 3 ร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร 44

ภาพ 4 กระบวนการในการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยัน 69

ภาพ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย 74

ภาพ 6 กรอบการวิจัย 75

ภาพ 7 ร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 152

ภาพ 8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้แบบวัด.. 162

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเศรษฐกิจและสังคมโลกในทุกยุคทุกสมัยที่เป็นไปอย่างก้าวกระโดดจวบจนถึงปัจจุบันที่กำลังจะก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่ทุกประเทศต่างมีความกระตือรือร้นและแข่งขันกันอย่างสูงในทุกๆ ด้าน สืบเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation) ยกตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงจากรถยนต์ที่ใช้ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนมาใช้พลังงานไฟฟ้า การพัฒนาจากมือถือที่มีปุ่มกดมาใช้ระบบหน้าจอสัมผัสหรือจอทัชสกรีนแทน เป็นต้น ควบคู่กับสภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจและสังคมโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาความขัดแย้งทางการเมืองภายในประเทศมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการชะลอตัวของการเจริญเติบโตของประเทศไทยอย่างชัดเจนจากการติดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ระดับปานกลาง (Middle Income Countries) เป็นระยะเวลายาวนานกว่า 40 ปี เนื่องจากการขาดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรที่มีให้เป็นนวัตกรรม ดังจะเห็นภาพเชิงประจักษ์ได้จากสินค้าส่งออกสำคัญที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศที่เป็นผลผลิตด้านการเกษตร เช่น ข้าว ข้าวโพด และมันสำปะหลัง เป็นต้น ในทางกลับกันสินค้านำเข้าสำคัญที่เป็นรายจ่ายของประเทศที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นเทคโนโลยีและนวัตกรรม เช่น เครื่องจักรกล วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเคมีภัณฑ์ เป็นต้น (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพานิชย์, 2562) จากผลการประเมินสภาพแวดล้อมในการพัฒนาประเทศ พบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมในระดับต่ำ จากดัชนีชี้วัด Global Innovation Index: GII (2019) พบว่า ประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 43 จากทั้งหมด 129 ประเทศ โดยสาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกิดจากการขาดการพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมที่ยังไม่มีคุณภาพเทียบเท่าสากลและไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดแรงงาน (Cornell University, INSEAD, & The World Intellectual Property Organization, 2019; กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559) ซึ่งจากการสำรวจสัดส่วนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาต่อจำนวนประชากรภายในประเทศ พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 สัดส่วนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาต่อจำนวนประชากรภายในประเทศมีค่าเท่ากับ 11 คน ต่อ 10,000 คน ในขณะที่ประเทศที่มีรายได้ในระดับสูง

หรือกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วมีสัดส่วนที่ 60 คน ถึง 80 คน ต่อ 10,000 คน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยควรที่จะเร่งพัฒนาบุคลากรภายในชาติให้มีความรู้ความสามารถในการสร้างหรือพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อนำมาซึ่งบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมในชาติที่มีคุณภาพ เทียบเท่าสากลและเพียงพอต่อความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ตามกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกภายหลังปี ค.ศ. 2015 ที่องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) กำหนดขึ้น รัฐบาลไทยจึงได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี โดยระบุไว้ในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 ว่ามีวัตถุประสงค์มุ่งหวังที่จะเสริมสร้างศักยภาพบุคลากรในชาติให้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคตเพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่สังคมโลกในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานราชกิจจานุเบกษา, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (OECD, 2016) ที่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมให้นักเรียนที่จะเป็นบุคลากรของแต่ละชาติในอนาคตมีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการสร้างหรือพัฒนานวัตกรรม ดังนั้นการพัฒนาการศึกษาในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพและยั่งยืน ดังพระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชพระราชทานไว้ความตอนหนึ่งว่า “ปัจจัยสำคัญที่สุดประการหนึ่งทั้งของชีวิตและส่วนรวมคือการศึกษาเพราะเป็นรากฐานส่งเสริมความเจริญทุกอย่างในบุคคลและประเทศชาติ” (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2542) โดยเฉพาะการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นจะต้องเร่งดำเนินการพัฒนาเพื่อให้ประชาชนในชาติมีความพร้อมที่จะก้าวเข้าสู่สังคมในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Myint Swe Khine ที่กล่าวว่า “การรู้เรื่องนวัตกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนทุกคนควรเรียนรู้หรือมีติดตัวเพื่อก้าวเข้าสู่สังคมโลกในศตวรรษที่ 21” (Khine, 2017) ซึ่งจากความสำคัญดังที่ได้กล่าวมาในภาคส่วนของการจัดการศึกษาโดยกระทรวงศึกษาธิการได้มีการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดโดยการบรรจุกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีกระบวนการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการนำมาซึ่งเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่จากการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือการทำโครงงาน (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

“การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี” หรือ “Technology Innovation Literacy” เป็นคำใหม่ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้วิจัยรวมคำ 2 คำ เข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยคำว่า “Innovation Literacy” ตัวแปรใหม่ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาและให้คำนิยามเป็นภาษาไทยว่า “การรู้เรื่องนวัตกรรม”

ถูกกล่าวถึงครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาโดย Michael J. Gelb และ Sarah Miller Caldicott (2007) ในหนังสือชื่อ “Innovative Like Edison: The Five - Step Systemnfor Breakthrough Business Success” (Gelb & Caldicott, 2007), โดย Niyaza Endogan และ Mehmet Sencer Corlu ในการศึกษาเรื่อง “Investigating an innovative course to improve innovation literacy” และ Niyaza Endogan, Mehmet Sencer Corlu (2011) และ Niyaza Endogan, Mehmet Sencer Corlu และ Robert M. Capraro (2013) ในการศึกษาเรื่อง “Definition Innovation Literacy: Do Robotics Program Help Students Develop Innovation Literacy skill?” (Erdogan, Mary, & Robert, 2013) ในประเทศแคนาดา โดย George Brown College ในงานเปิดตัวหลักสูตรการเรียนการสอนสาขาวิชาการวิจัยเชิงพานิชย์และนวัตกรรมของวิทยาลัย (R. Luke, 2008) ในบทความออนไลน์ และ Roger Martin และ Richard Florida (2009) ในการศึกษาโครงการ “Creative Age” (โครงการที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในรัฐออนแทริโอ) (Martin & Florida, 2009) ในประเทศญี่ปุ่นโดย Thoshihiko Yamakami (2012) ในบทความเรื่อง “Innovation Literacy: Implication from a shift toward dynamic multidisciplinary engineering” (Yamakami, 2012) ในประเทศฝรั่งเศสโดย Organization for Economic Co-operation and Development: OECD หรือองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (2015) ที่กล่าวว่าเป็นความรู้และทักษะที่จำเป็น และประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ โดย Myint Swe Khine (2017) ในหนังสือ “Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experiences” ตามลำดับ (Khine, 2017) และคำว่า “Technology” หรือ “เทคโนโลยี” ที่ตามแนวคิดของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physic Science) ในชาติตะวันตกเชื่อกันว่าเป็นผลผลิตจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555) ยกตัวอย่างเช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า รถยนต์ไฟฟ้า และเคมีภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น กล่าวคือ เชื่อว่าเทคโนโลยีจะต้องอาศัยกระบวนการหรือขั้นตอนที่เป็นระบบในการสร้าง/การผลิต โดยเนื้อหาใจความที่พบทั้งหมดยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นคือเป็นเพียงการกล่าวถึง การชี้ให้เห็นความสำคัญ การพยายามให้คำนิยาม และภาพรวมในแง่ของแนวคิดและความหมายที่เกี่ยวข้องตามมุมมองความเชื่อและวิธีการที่แต่ละบุคคลสนใจและศึกษาเท่านั้นสำหรับกับการรู้เรื่องนวัตกรรม ส่วนการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีนั้นทั้งในไทยและต่างประเทศยังไม่มีการทำการศึกษาแต่อย่างใด ยังคงคลุมเครือ (Ambiguous) เป็นนามธรรม (Abstract) ไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง และยังไม่มีเครื่องมือที่จะใช้ในการวัด ดังนั้นจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องทำการนิยามความหมายให้ชัดเจนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างเครื่องมือสำหรับวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีอันจะนำมาซึ่งสารสนเทศในการพัฒนาต่อไป (Medin & Ross, 1992)

แบบวัด (Scales) เป็นเครื่องมือในการทดสอบ (Testing) อย่างหนึ่งในการวัดหรือการทดสอบความรู้ ความสามารถหรือทักษะ หรือพฤติกรรมของมนุษย์ (Thorndike & David, 1990; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ด้วยเหตุที่ว่ามีกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน อันได้แก่ 1) มีกระบวนการในการดำเนินการที่เป็นมาตรฐาน (standardized procedure) กล่าวคือ มีรูปแบบ (uniform) ในการดำเนินการที่เป็นระบบและเป็นที่ยอมรับ 2) มีพฤติกรรมเป้าหมาย (Behavior target) และพฤติกรรมตัวอย่าง (Behavior Sample) กล่าวคือ มีสิ่งที่ต้องการวัด 3) มีเกณฑ์การให้คะแนน กล่าวคือ มีการจัดลำดับหรือหมวดหมู่ (Scoring or Categories) เช่น คะแนน (Score) มีค่าเท่ากับคะแนนจริง (True) รวมกับ คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error) 4) มีเกณฑ์ที่สามารถอ้างอิงหรือเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา (Norm - Referenced Versus) และมีเกณฑ์อ้างอิงความน่าเชื่อถือหรือระดับคุณภาพ (Criterion - Referenced Tests) ในการวัดว่าบุคคลมีความสามารถหรือคุณลักษณะผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่) โดยมีกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) การวัด (Measurement) ด้วยเครื่องมือที่มีความตรง (Validity) หรือมีความแม่นยำในสิ่งที่ต้องการวัดซึ่งได้รับจากกระบวนการสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพ และ 2) การตีความ (Interpretation) ข้อมูล (Data) ที่ได้จากการวัดหรือการทดสอบความสามารถและทักษะ (Ability or Skills) ของแต่ละบุคคล อันจะนำมาซึ่งสารสนเทศที่สำคัญและเป็นประโยชน์ในการบรรยาย (Description) การอธิบาย (Explanation) การทำนาย (Prediction) และการควบคุม (Control) เพื่อการพัฒนาสิ่งที่ต้องการวัดหรือพฤติกรรมที่พึงปรารถนานั้นๆ ในลำดับต่อไป (Angoff, 1984; Gipps, 1994; Gregory, 1992; Kerlinger, 1986; Thorndike & David, 1990; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

ด้วยเหตุนี้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาบุคลากรในชาติให้มีความรู้ความสามารถในการสร้างหรือพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอันจะนำมาซึ่งบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมในชาติที่มีคุณภาพเทียบเท่าสากลและเพียงพอต่อความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาค้นคว้าเรื่องการพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งอยู่ในช่วงวัยที่มีความพร้อมทั้งร่างกาย สติปัญญา และอารมณ์ความรู้สึกในการมองโลกในบริบทชีวิตจริง (Kalat, 2017; Weiner, 2003) อีกทั้งยังเป็นเยาวชนที่กำลังจะเป็นบุคลากรที่สำคัญของชาติในอนาคต โดยผลการวิจัยในครั้งนี้จะนำมาซึ่งเครื่องมือวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ และเป็นสารสนเทศพื้นฐานสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าเพื่อการวางแผนปรับปรุงและพัฒนาการจัดการศึกษาอันจะเป็นประโยชน์และนำมาซึ่งบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมสืบไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะในการวิจัยดังนี้

1. เพื่อสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ความสำคัญของการวิจัย

การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะนำมาซึ่งแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีคุณภาพ รวมถึงเป็นสารสนเทศสำหรับผู้บริหาร ครูอาจารย์ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา และผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้า อันจะเป็นประโยชน์ในการวางรากฐานในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการศึกษาของเยาวชนที่กำลังจะก้าวเข้าสู่อาชีพต่างๆ ที่จะเป็นบุคลากรที่สำคัญของชาติในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมสืบไป

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตในการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือโดยยึดตัวแปรตามที่ได้จากการสังเคราะห์แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy) ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content)

2) ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process)

3) ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Concept)

องค์ประกอบที่ 2 คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation)

2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

3) ภาวะผู้นำ (Leadership)

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2564 โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2564 โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย ซึ่งจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Sampling) ได้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 254 คน เป็นนักเรียนชาย จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 และเป็นนักเรียนหญิง จำนวน 188 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00 โดยสาเหตุที่เลือกโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยเพราะเป็นกลุ่มโรงเรียนที่จัดตั้งขึ้นเพื่อมุ่งส่งเสริมนักเรียนที่มีความรู้ความสามารถพิเศษเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตเทคโนโลยี

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อการรับรู้ที่ตรงกันผู้วิจัยกำหนดคำนิยามศัพท์เฉพาะดังนี้

1. นวัตกรรม (Innovation) หมายถึง แนวคิด ผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งใหม่

2. เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. นวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation) หมายถึง ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งใหม่

4. การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation literacy) หมายถึง การแสดงออกถึงความรู้ ความสามารถและทักษะที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจาก

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลจนสามารถสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ได้ วัดได้จาก 2 องค์ประกอบ ได้แก่

4.1 ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเนื้อหา กระบวนการ และแนวคิดรวบยอดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

4.1.1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความรู้เนื้อหาของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ และกลยุทธ์อย่างรอบด้าน

4.1.2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความรู้กระบวนการ การออกแบบ สร้างหรือผลิต ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์

4.1.3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Concept) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจแนวคิด หรือภาพรวมทั้งหมดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์

4.2 คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) หมายถึง ลักษณะหรือคุณสมบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความสามารถในการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งใหม่ วัดได้จาก 3 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

4.2.1 การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความสามารถในการรวบรวม ผสมผสาน และสร้างความรู้

4.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอด คิดแปลกใหม่ คิดออกแบบ และสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน

4.2.3 ภาวะผู้นำ (Leadership) หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงออกถึงความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ พิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับงานอย่างรอบด้าน และสื่อสาร สร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกัน

5. แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (Technology Innovation literacy Scales of Twelfth Grade) หมายถึง เครื่องมือวัดความรู้ความสามารถ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์จนสามารถสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ได้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) แนวคิดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี
2) แนวคิดการพัฒนาตัวบ่งชี้และแบบวัด
3) แนวคิดแบบวัดเชิงสถานการณ์
4) แนวคิดโมเดลการวิจัย โมเดลลิสเรล และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน
5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6) กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวคิดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

1. ที่มาและความสำคัญของแนวคิดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

“การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี” หรือ “Technology Innovation Literacy” เป็นคำใหม่ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้วิจัยรวมคำ 2 คำ เข้าด้วยกัน ประกอบด้วยคำว่า “Innovation Literacy” ตัวแปรใหม่ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาและให้คำนิยามเป็นภาษาไทยว่า “การรู้เรื่องนวัตกรรม” ซึ่งเป็นคำที่ถูกใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2007 ในหนังสือชื่อ “Innovate Like Edison: The Five - Step System for Breakthrough Business Success” แต่งโดย Michael J. Gelb และ Sarah Miller Caldicott นักวิชาการผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Gelb & Caldicott, 2007) ต่อมาในปี ค.ศ. 2008 ในงานเปิดตัวหลักสูตรการเรียนการสอนสาขาวิชาการวิจัยเชิงพานิชย์ และนวัตกรรมของวิทยาลัยจอร์จบราวน์ (George Brown College) ได้มีคำกล่าวว่า “การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) เป็นคุณสมบัติที่บัณฑิตพึงมีเมื่อสำเร็จการศึกษา (R. Luke, 2008) ต่อมาในปี ค.ศ. 2009 การศึกษาโครงการ “Creative Age” (โครงการที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในรัฐออนแทริโอ) โดย Roger Martin และ Richard Florida พบว่า ความคิดสร้างสรรค์และการทำงานแบบทีมสหวิชาชีพส่งผลต่อการรู้เรื่องนวัตกรรม (Martin & Florida, 2009) ซึ่งในปีเดียวกันนี้ก็มีแนวคิดที่สอดคล้องกันของ Robert Luke รองประธานฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยโอซีเอดี (OCAD University) ที่ได้เสนอแนวคิดที่รวบรวมจากการเขียนบทความออนไลน์ที่ผ่านมาว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) และการทำงานแบบทีมสหวิชาชีพ (Interdisciplinary) ส่งผลต่อการรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) (R. Luke, 2009) ต่อมาในปี ค.ศ. 2011 ในสหรัฐอเมริกา จากการศึกษาเรื่อง "Investigating an innovative course to improve innovation literacy" ของ Niyaza Endogan และ Mehmet Sencer Corlu อาจารย์ด้านการศึกษามหาวิทยาลัยเท็กซัสเอแอนด์เอ็ม (Texas A&M University) และมหาลัยบิลเคนต์ (Bilkent University) โดยให้แนวคิดไว้ว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ส่งผลต่อการรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) (Erdogan et al., 2013) ต่อมาในปี ค.ศ. 2012 ในประเทศญี่ปุ่น Thoshihiko Yamakami ผู้บริหารบริษัทด้านการโทรคมนาคมในญี่ปุ่นได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมโทรศัพท์มือถือ 1 ทศวรรษ ในบทความเรื่อง " Innovation Literacy Implication from a shift toward dynamic multidisciplinary engineering" และเสนอเป็นแนวคิดว่า "การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) คือ ความรู้ความเข้าใจนวัตกรรมจนสามารถทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมใหม่" (Yamakami, 2012) ต่อมาในปี ค.ศ. 2013 Niyaza Endogan, Mehmet Sencer Corlu และ Robert M. Capraro ได้ทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาความเข้าใจผิดที่ว่าความสามารถ ในการผลิตหุ่นยนต์ในกิจกรรมหุ่นยนต์ (Robotics Program) ของนักเรียน คือ การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) แต่พยายามชี้ให้เห็นแนวคิดที่ครอบคลุมกว่าผ่านการศึกษาเรื่อง "Definition Innovation Literacy: Do Robotics Program Help Students Develop Innovation Literacy skill?" ที่มีแนวคิดว่าการรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การรู้หนังสือ (RMS) ซึ่งได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematic Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) รวมกับทักษะทางสังคมตามแนวคิดของ Filer อันได้แก่การทำงานแบบร่วมมือหรือทำงานเป็นทีม (Collaborative or Teamwork) และความคิดริเริ่ม (Originality) (Erdogan et al., 2013) โดยแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาสอดคล้องกับแนวคิดขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD ในปี ค.ศ. 2015 ที่กล่าวว่า "การรู้เรื่องเกิดจากความรู้ความสามารถและทักษะที่จำเป็น" (OECD 2015 อ้างถึงใน (Khine, 2017) และในปี ค.ศ. 2017 Myint Swe Khine อาจารย์ด้านการศึกษาวิทยาลัยเอมิเรตส์ (Emirates College) ให้แนวคิดไว้ว่า "การรู้เรื่องนวัตกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนทุกคนควรเรียนรู้หรือมีติดตัว" (Khine, 2017) และ คำว่า "Technology" หรือ "เทคโนโลยี" ที่ตามแนวคิดของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physic Science) ในชาติตะวันตกเชื่อกันว่าเป็นผลผลิตจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555) ยกตัวอย่างเช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า รถยนต์ไฟฟ้า และเคมีภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น กล่าวคือ เชื่อว่าเทคโนโลยีจะต้องอาศัยกระบวนการหรือขั้นตอนที่เป็นระบบในการสร้าง/การผลิต โดยเนื้อหาใจความที่พบทั้งหมดยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นคือ

เป็นเพียงการกล่าวถึง การชี้ให้เห็นความสำคัญ การพยายามให้คำนิยาม และภาพรวมในแง่ของแนวคิดและความหมายที่เกี่ยวข้องตามมุมมองความเชื่อและวิธีการที่แต่ละบุคคลสนใจและศึกษาเท่านั้นสำหรับกับการรู้เรื่องนวัตกรรม ส่วนการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีนั้นทั้งในไทยและต่างประเทศยังไม่มีการทำการศึกษาแต่อย่างใด

2. ความหมายของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy) เกิดจากการที่ผู้วิจัยรวมคำ 2 คำ เข้าด้วยกัน อันได้แก่ เทคโนโลยี (Technology) ที่เกิดจากภาษาละติน 2 คำรวมกัน ได้แก่ คำว่า “Techno” รวมกับคำว่า “Logos” คือ ศาสตร์ด้านวิธีการ ซึ่งในปัจจุบันตามพจนานุกรม (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2554) ให้ความหมายว่า เทคโนโลยี (Technology) คือ วิทยาการ (ความรู้ในแขนงวิชาต่างๆ) ที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น ในงานปฏิบัติอุตสาหกรรม เป็นต้น และคำว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า (Gelb & Caldicott, 2007) ให้ความหมายว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การทดสอบสมรรถนะด้านนวัตกรรมตามขอบเขตของนวัตกรรมอันจะนำมาซึ่งนวัตกรรมใหม่ (R. Luke, 2009) ให้ความหมายว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ คุณสมบัติที่บัณฑิตพึงมี (ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะในการผลิตนวัตกรรมและความสามารถในการทำงานแบบทีมสหวิชาชีพ) ในการสร้างสิ่งใหม่ที่เป็นที่ต้องการของสังคมเมื่อสำเร็จการศึกษา 11 (Yamakami, 2012) ให้ความหมายว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การมองเห็นภาพรวมของนวัตกรรม ได้แก่ 1) ที่มาของแนวคิด เช่น รู้จักตัวสินค้าว่ามีจุดเด่น - จุดด้อยอย่างไร 2) เข้าใจกระบวนการผลิต เช่น วัสดุที่ใช้ การดีไซน์หรือวิธีการในการออกแบบหรือการใช้เครื่องไม้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการออกแบบ และ 3) การยอมรับนวัตกรรมของตลาด เช่น เข้าใจความต้องการของลูกค้าและเข้าใจแนวโน้มหรือเทรนด์ของตลาด ว่าระดับบุคคล ระดับองค์กร หรือสังคมมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสินค้าจนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ (Erdogan et al., 2013) ให้ความหมายว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การรวมกันของแนวคิดการรู้หนังสือและแนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรม โดยจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) เกิดจากแนวคิดที่สำคัญ 2 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดที่ 1 ที่กล่าวถึงความรู้ ความสามารถหรือทักษะที่เกี่ยวข้องกับการเกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมจนสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ได้ (กล่าวคือ ความรู้ที่มา ของแนวคิด กระบวนต่างๆ ในการผลิต เช่น ความรู้วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle) ความรู้การเปลี่ยนแปลงในวงอุตสาหกรรมหรือวงวิชาชีพ และการยอมรับนวัตกรรมนั้นๆ ของผู้ใช้หรือลูกค้าก่อนจะเกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ เป็นต้น) และความสามารถ และทักษะต่างๆ ในการผลิตนวัตกรรม (เช่น ทักษะการจัดการความรู้และการสร้างแนวคิดใหม่ ทักษะการทำงานเป็นทีม เป็นต้น) และ แนวคิดที่ 2 ที่กล่าวถึงการรู้หนังสือ (Literacy) (ได้แก่ การรู้การอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematic

Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) กล่าวคือ ความสามารถที่บุคคลพึงมีในการอ่านออกเขียนได้ การนำความรู้ ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมและเป็นระบบจนนำมาซึ่งแนวคิดใหม่หรือสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวมสูงสุด และในขณะเดียวกันก็เกิดปัญหาหรือผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ตามแนวคิดของ Niyaza, Mehmet and Robert (2013) รวมกันผู้วิจัยจึงนำแนวคิดทั้ง 2 มาเป็นหลักคิดและสรุปความหมายได้ว่า “Innovation Literacy” หรือ “การรู้เรื่องนวัตกรรม” คือ ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งของแต่ละบุคคลจนสามารถสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ได้ (กรณีขัดแย้งในการให้ความหมายของผู้วิจัยไม่สอดคล้องตามแนวคิดของ Robert Luke (2009) ที่ใช้คำว่าความสามารถหรือทักษะ (ability or Skill) กล่าวคือ ผู้วิจัยมองว่าทั้งสองคำเป็นสิ่งเดียวกันแต่มีระดับในการปฏิบัติแตกต่างกันตามการให้ความหมายของสำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2554) ที่ให้ความหมายไว้ว่า “สามารถ (Ability)” เป็นคำช่วยกริยาบอกว่ามีคุณสมบัติที่จะทำได้ กล่าวคือ สามารถทำ/สามารปฏิบัติ ได้ เช่น เขาสามารถเดินได้ เพื่อนฉันสามารถขี่จักรยานไต่ลวดได้ และคำว่า “ทักษะ (Skill)” คือ ความชำนาญ “ชำนาญ” เป็นคำกริยา คือ เชี่ยวชาญ, จัดเจน เช่น ความเชี่ยวชาญในการประเมินผลการเรียนรู้ ความชำนาญในการเดาะลูกฟุตบอล เป็นต้น) กล่าวคือ สามารทำ/สามารปฏิบัติ ได้อย่างคล่องแคล่ว/ถูกต้องและรวดเร็ว นั่นเอง

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยให้คำนิยามคำว่า “การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี” หรือ “Technology Innovation literacy” ว่าหมายถึง การแสดงออกถึงความรู้ ความสามารถ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละบุคคลจนสามารถสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมใหม่ได้

3. องค์ประกอบของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy) ผู้วิจัยสังเคราะห์องค์ประกอบการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีออกเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเนื้อหา กระบวนการและแนวคิดรวบยอดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 : คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) หมายถึง ลักษณะหรือคุณสมบัติที่แสดงออกถึงความสามารถในการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งใหม่

โดยมีรายละเอียดการสังเคราะห์องค์ประกอบดังตาราง 1

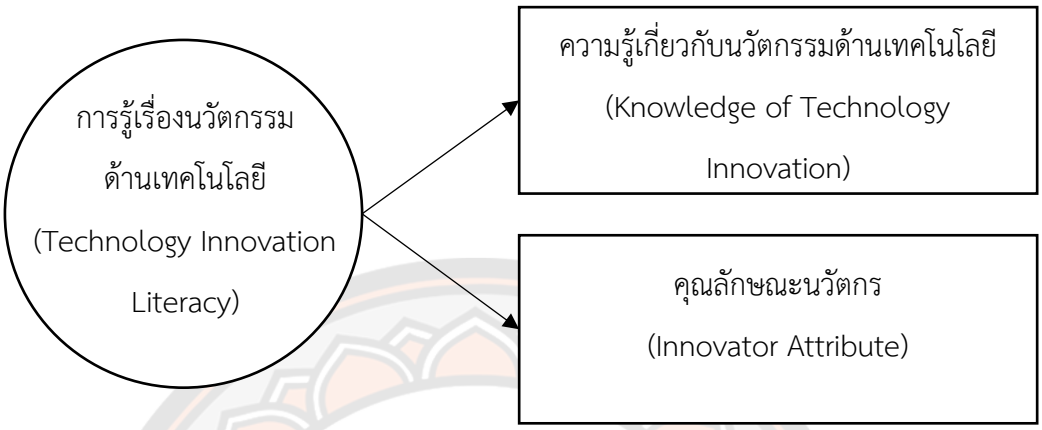
ตาราง 1 สรุปรายละเอียดการสังเคราะห์องค์ประกอบการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

ที่มา / รายละเอียดของแนวคิด	ตีความ	องค์ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์	
		องค์ประกอบที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ	องค์ประกอบที่ 2 : คุณลักษณะนวัตกร
(Gelb & Caldicott, 2007) : ความหลงใหล (Passion) ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นแรงผลักดันในการหาความรู้ที่จะนำไปสู่การริเริ่ม (Innovate) ในองค์กร ความรู้นำมาซึ่งการริเริ่มสิ่งใหม่	ความรู้ ทำให้เกิดนวัตกรรม	/	
(Gelb & Caldicott, 2007) : การพัฒนาองค์กรนั้นนอกจากการรู้หนังสือแล้วยังมีคุณลักษณะที่คนในองค์กรควรมีเพื่อนำมาซึ่งนวัตกรรม ได้แก่ ทักษะการคิด (Thinking skill) และทักษะการสื่อสาร (Communication Skills)	ทักษะการคิด และทักษะการสื่อสาร ทำให้เกิดนวัตกรรม		/
George Brown College (2008) อ้างอิงใน (Luke, 2009) : การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) คือ คุณสมบัติที่บัณฑิตพึงมี (ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะในการผลิตนวัตกรรม และความสามารถในการทำงานแบบทีมสหวิชาชีพ) เมื่อสำเร็จการศึกษา	ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะในการผลิตนวัตกรรม และความสามารถในการทำงานแบบทีมสหวิชาชีพ ทำให้เกิดนวัตกรรม		/

ที่มา / รายละเอียดของแนวคิด	ตีความ	องค์ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์	
		องค์ประกอบที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ	องค์ประกอบที่ 2 : คุณลักษณะนวัตกร
(Luke, 2009) : การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ ความสามารถหรือทักษะ (ความคิดสร้างสรรค์ การประเมิน และการทำงานแบบสหวิชาชีพ) ในการสร้างสิ่งใหม่ที่เป็นที่ต้องการของสังคม	ความคิดสร้างสรรค์ การประเมิน และการทำงานแบบสหวิชาชีพ ทำให้เกิดนวัตกรรม		/
(Yamakami, 2012) : การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การมองเห็นหรือความรู้ความเข้าใจในภาพรวมของนวัตกรรม ได้แก่ 1) ที่มาของแนวคิด เช่น รู้จักตัวสินค้าว่ามีจุดเด่นจุดด้อยอย่างไร 2) กระบวนการผลิต เช่น วัสดุที่ใช้การดีไซน์หรือวิธีการในการออกแบบหรือการใช้เครื่องไม้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการออกแบบ และ 3) การยอมรับนวัตกรรมของตลาด เช่น เข้าใจความต้องการของลูกค้าและเข้าใจแนวโน้มหรือเทรนด์ของตลาดว่าระดับบุคคล ระดับองค์กร หรือสังคมมีความคิดเห็นอย่างไร ต่อสินค้า จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรม ตั้งแต่ที่มาของแนวคิด กระบวนการผลิต และการยอมรับนวัตกรรม ทำให้เกิดนวัตกรรม	/	

ที่มา / รายละเอียดของแนวคิด	ตีความ	องค์ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์	
		องค์ประกอบที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ	องค์ประกอบที่ 2 : คุณลักษณะนวัตกร
(Yamakami, 2012) : ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ที่ทันสมัย (modern Innovation) มาจากมุมมองความเข้าใจระหว่างข้อมูล (Information) กับสภาพสังคม (Society)	มุมมองความเข้าใจระหว่างข้อมูลกับสภาพสังคมทำให้เกิดนวัตกรรม	/	/
(Erdogan et al., 2013) : การรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การรวมกันของแนวคิดการรู้หนังสือและแนวคิดทักษะทางสังคม	การรู้หนังสือและทักษะทางสังคมทำให้เกิดนวัตกรรม	/	/
OECD (2015) อ้างถึงใน (Khine, 2017) : การรู้เรื่องนวัตกรรมเกิดจากความรู้ความสามารถและทักษะที่จำเป็น	ความรู้ความสามารถและทักษะทำให้เกิดนวัตกรรม	/	/

ซึ่งจากที่กล่าวมาร่างองค์ประกอบของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีได้ดังภาพ 1



ภาพ 1 ร่างองค์ประกอบของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

1. ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 ความหมายของความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

คำว่า “ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี” หรือ “Knowledge of Technology Innovation” เป็นองค์ประกอบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากแนวคิดด้านนวัตกรรมที่กล่าวถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม ซึ่งเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้นำคำ 3 คำ มารวมกัน อันได้แก่ 1) คำว่า “ความรู้” หรือ “Knowledge” ที่ (Bloom & Others, 1956) ให้ความหมายว่า คือ ความสามารถในการบอกถึงสิ่งที่ได้รับจากประสบการณ์และการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล (Shulman, 2004) ให้ความหมายว่า คือ ความสามารถในการบอกถึงข้อสรุปที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ อันได้แก่ เนื้อหาความรู้ที่เรียน และการนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่างๆ ของนักเรียน (Baets, 2005) ให้ความหมายว่า คือ ความเข้าใจเนื้อหา หลักการ กระบวนการ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าทำไม อย่างไร ตามบริบทและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล (Hess & Ostrom, 2008) ให้ความหมายว่า คือ การแสดงออกถึงความคิด ความเข้าใจที่ได้รับจากประสบการณ์และการเรียนรู้ (Geisler, 2008) ให้แนวคิดสรุปเป็นความหมายว่า คือ ความตระหนักรู้ ความเข้าใจ ของแต่ละบุคคลในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งสิ่งหนึ่งได้ว่าคืออะไร มีกระบวนการอย่างไร และ (โชคอารีย์ มั่นอินทร์, 2550) ให้ความหมายว่า คือ การได้รับข้อมูลเกี่ยวกับข้อเท็จจริง รูปแบบ วิธีการ กฎเกณฑ์ แนวปฏิบัติ สิ่งของ หรือเหตุการณ์จากสื่อต่างๆ ประกอบกัน สรุปได้ว่า “ความรู้” หรือ “Knowledge” คือ ความจำ ความเข้าใจในเนื้อหาและ

กระบวนการเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งสิ่งหนึ่งได้ว่าคืออะไร มีกระบวนการอย่างไรตามประสบการณ์และการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล 2) คำว่า “นวัตกรรม” หรือ “Innovation” นั้นเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน คำว่า nova ซึ่ง แปลว่าใหม่ โดย (E. M. Rogers, 1983) ให้ความหมายว่า คือ แนวคิด กระบวนการ วัตถุ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับการยอมรับจากบุคคลว่าเป็นสิ่งใหม่ (Mowery, 2006) ให้ความหมายว่า คือ แนวคิด ผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการที่เกิดขึ้นใหม่เป็นครั้งแรก (Katz, 2011) ให้ความหมายว่า คือ การรวบรวม การผสมผสาน หรือการสร้างสรรค์ความรู้ที่ไม่เคยมีมาก่อนที่มีความเกี่ยวข้องกัน และเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือบริการใหม่ (Weis, 2012) ให้ความหมายว่า คือ ผลิตภัณฑ์ บริการ และกระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่เกิดจากความรู้ความคิดอย่างละเอียดถี่ถ้วนหรือคิดอย่างพิถีพิถัน หรือแนวคิดที่เป็นไปได้จริง และมีคุณค่าในเชิงพานิชย์ (Daim, Behkami, Basoglu, Kok, & Hogaboam, 2016) ให้ความหมายว่า คือ แนวความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากบุคคลหรือองค์กรว่าเป็นสิ่งใหม่ (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2555) ให้ความหมายว่า คือ สิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้ความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม สรุปได้ว่า “นวัตกรรม” หรือ “Innovation” คือ แนวคิด ผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งใหม่ และ 3) คำว่า “เทคโนโลยี” หรือ ” Technology” ที่เกิดจากภาษาละติน 2 คำรวมกัน ได้แก่ คำว่า “Techno” รวมกับคำว่า “Logos” คือ ศาสตร์ด้านวิธีการซึ่งในปัจจุบันตามพจนานุกรม (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2554) ให้ความหมายว่า เทคโนโลยี (Technology) คือ วิทยาการ (ความรู้ในแขนงวิชาต่างๆ) ที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยนิยามความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) ว่าหมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความจำ ความเข้าใจเนื้อหา กระบวนการ และหลักการต่างๆ ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ

1.2 องค์ประกอบของความรู้และความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

ความรู้ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นเป็นกระบวนการทางปัญญาหรือพุทธิพิสัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมที่ต้องอาศัยระยะเวลานานในการสั่งสมความรู้ จนได้มาซึ่งความรู้และนวัตกรรมใหม่ โดยความรู้นั้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ (Philip Drucker, 1956 อ้างถึงใน (AWA, 2015); Stenlev and Hepkina, 1972 อ้างถึงใน (เชาว์ อินใย, 2554); (Anderson & Others, 2001; Drucker, 1985; Shulman, 2004)

1.2.1 ความรู้ในเนื้อหา (Knowledge of Content) คือ การรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์เฉพาะบางอย่างที่เกี่ยวกับเนื้อเรื่อง ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่

1) ความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ (Knowledge of Specific Facts) คือ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เช่น ความเป็นมาทางประวัติศาสตร์ เนื้อหาในรายวิชาที่กำลังเรียนรู้ และเนื้อเรื่องของละครหรือภาพยนต์ที่ได้รับชม เป็นต้น

2) ความรู้ในคำศัพท์ที่ใช้ (Knowledge of Terminology) เป็นคำศัพท์เฉพาะที่จำเป็นต้องใช้ เช่น หน่วยวัดของไม้บรรทัดเป็นฟุต นิ้ว และเซนติเมตร หรือ คำศัพท์ (Vocabulary) เช่น “Cute” แปลว่า “น่ารัก” หรือคำเฉพาะที่จำเป็นต้องใช้ในวงวิชาชีพ (Technical Term) เช่น β คือ สัญลักษณ์แทนค่า น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) เป็นต้น

1.2.2 ความรู้ในกระบวนการ (Knowledge of Process) คือ ความเข้าใจแนวคิด ทฤษฎี วิธีการดำเนินงาน ลำดับขั้นตอนกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เฉพาะเจาะจง ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่

1) ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ (Knowledge of Criteria) เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่จะใช้ในการตัดสินว่าความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นจริง เช่น แนวคิดและทฤษฎีที่มีข้อตกลงร่วมกันในเฉพาะวิชาชีพ ยกตัวอย่างเช่น เกณฑ์สมบูรณ์และเกณฑ์สัมพัทธ์ในการประเมินทางการศึกษา เกณฑ์ในการปรับเพิ่มขึ้นของขั้นเงินเดือน และเกณฑ์คุณภาพหรือมาตรฐานในการผลิตสินค้าต่างๆ เป็นต้น

2) ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น (Knowledge of Trend and Sequence) เป็นความรู้ว่าเหตุการณ์ ระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเกิดขึ้นมาได้อย่างไร สิ่งไหนเกิดขึ้นก่อน สิ่งไหนเกิดขึ้นทีหลัง เช่น แนวโน้มของยอดขายสินค้า หรือแนวโน้มความต้องการซื้อสินค้าของผู้บริโภค เป็นต้น

3) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of Methodology) เป็นความรู้ความจำเกี่ยวกับเทคนิคหรือการปฏิบัติงานต่างๆ เช่น กระบวนการทางวิทยาสาสตร์ ขั้นตอนในการผลิตสินค้า ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง เป็นต้น

1.2.3 ความรู้รวบยอด (Knowledge of Universals and abstraction) คือ ความรู้ในหลักการสำคัญ หรือภาพรวมของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จนสามารถนำไปขยายผลสู่สิ่งอื่นได้ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่

1) ความรู้ในแนวคิดทฤษฎี (Knowledge of Theories) เป็นความรู้ในหลักการจากหลายสิ่งหลายอย่างที่สัมพันธ์กัน เช่น แนวคิดหรืออุดมการณ์ที่ทำให้นักการเมืองในแต่ละพรรคการเมืองมาเป็นสมาชิกในพรรคเดียวกัน และความรู้เรื่องทฤษฎีสัมพันธภาพ เป็นต้น

2) ความรู้ในหลักการ (Knowledge of Principle) เป็นความรู้ในหลักสำคัญหรือภาพรวมหรือส่วนรวมของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันจะขยายไปสู่สิ่งใหม่ เช่น ความรู้ในหลักวิธีการบวก ลบ คูณ และหาร และความรู้ในแนวคิดหลักที่นำมาซึ่งสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น

ซึ่งจากแนวคิดของนักการศึกษาที่สำคัญอันได้แก่ Plato, Dewey, Neill, and Skinner สรุปใจความสำคัญได้ว่าความรู้เนื้อหา (Knowledge Content) และ ความรู้กระบวนการ (Knowledge Process) เป็นความรู้โดยทั่วไปที่แต่ละบุคคลสามารถมีหรือเรียนรู้ได้โดยปกติทั่วไปและไม่ซับซ้อนเมื่อเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนในโรงเรียน (Learning at school) หรือจากการอบรมสั่งสอนจากครอบครัวโดยเรียกความรู้ชนิดนี้ว่า “ความรู้จากการปลูกฝัง (Indoctrination)” ส่วนความรู้รวบยอด (Knowledge of Universals and abstraction or concept) นั้นนอกจากความรู้ที่สามารถเล่าเรียนดังที่กล่าวมาแล้วนั้นยังต้องอาศัยการลงมือปฏิบัติหรืออาศัยประสบการณ์จริงเข้ามาช่วยในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ ทางปัญญาของ Bloom’s (1976), Gage (1978, 1986) and Shulman (1986) เป็นต้น บางครั้งเรียกความรู้ชนิดนี้ว่า “ความรู้จากการปฏิรูปหรือแปรรูป (Transformation Knowledge) จากสิ่งที่เรียนรู้มาจากการเรียนการสอนในห้องเรียนผนวกกับประสบการณ์ชีวิต

1.3 ลักษณะของความเป็นนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

นวัตกรรมมีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (E. M. Rogers, 1983)

1.3.1 ความใหม่ (Newness) คือ สิ่งที่ถูกผลิตขึ้นใหม่ หรือ ถูกปรับปรุงพัฒนาจากของเดิมให้เป็นสิ่งใหม่ ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นแนวคิด ผลิตภัณฑ์ วิธีการหรือกระบวนการก็ได้ เช่น แผงโซล่าเซลล์ โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน รถยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น

1.3.2 คุณค่าในเชิงเศรษฐกิจ (Economic Benefits) คือ สิ่งใหม่นั้นๆ มีค่าเพิ่มขึ้นทั้งในด้านของคุณประโยชน์ (Functional) หรือคุณค่าทางอารมณ์ (Emotional) กล่าวคือ มูลค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เพิ่มสามารถวัดเป็นตัวเงินหรือไม่ก็ได้ เช่น ขาเทียมที่ผลิตมาจากเศษกระป๋องน้ำอัดลม ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากเศษอาหารและซากพืชซากสัตว์ และโต๊ะนักเรียนที่ทำมาจากเม็ดพลาสติก เป็นต้น

1.4 ลักษณะของนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีที่ดี

ลักษณะของนวัตกรรมที่ดีหรือนวัตกรรมที่ได้รับความสนใจและยอมรับในการนำไปใช้จริงอย่างกว้างขวางมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ (E. M. Rogers, 1983; ทิศนา แขมมณี, 2558)

1.4.1 เป็นนวัตกรรมที่เป็นรูปธรรม คือ นวัตกรรมเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคหรือผู้ใช้งาน หรือลูกค้า เช่น อาหารเสริมเป็นที่ต้องการของผู้สูงอายุเนื่องจากร่างกายสามารถผลิตได้น้อย กล้องถ่ายรูปด้านหน้าสำหรับเซลฟี่หรือถ่ายภาพตนเองในมือถือสมาร์ทโฟน เป็นต้น

1.4.2 เป็นนวัตกรรมที่สำเร็จรูป คือ นวัตกรรมนั้นๆ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ผู้บริโภคหรือผู้ใช้งาน หรือลูกค้าสามารถซื้อและนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องมีความรู้หรือทักษะนั้นๆ มาก่อน

1.4.3 เป็นนวัตกรรมที่มีราคาไม่แพงจนเกินไป กล่าวคือ บุคคลทั่วไปสามารถแสวงหามาใช้ จับต้อง หรือเป็นเจ้าของได้

1.5 ประเภทของนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

การจำแนกประเภทนวัตกรรมนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วนวัตกรจะแบ่งประเภทตามลักษณะที่สำคัญ 2 ลักษณะ ดังนี้ (Katz, 2011; สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2553)

1.5.1 จำแนกตามเป้าหมายของนวัตกรรม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) เป็นนวัตกรรมที่อยู่ในรูปของชิ้นงาน หรือผลิตภัณฑ์ หรือวิธีการให้มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ อาจอยู่ในรูปสินค้า (Good) หรือบริการ (Service) ก็ได้ มักเกิดขึ้นจากความต้องการของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ iPhone ที่มีการออกแบบและมีระบบปฏิบัติการที่ดีจนผู้ซื้อมีความต้องการซื้อแม้มีราคาสูง รถยนต์ยี่ห้อต่างๆ และขนมขบเคี้ยว เป็นต้น

2) นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) เป็นนวัตกรรมที่อยู่ในรูปของแนวคิด วิธีการ หรือกระบวนการ มักเกิดจากการประยุกต์ใช้แนวคิด วิธีการหรือกระบวนการใหม่ๆ ที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น ระบบการลดต้นทุนการกระจายสินค้าของบริษัท Walmart ทำให้มีสินค้าราคาถูกมากกว่าคู่แข่ง หรือในระบบค้าปลีกที่มีรูปแบบใกล้เคียงกัน เช่น แม็คโคร โลตัส และบิ๊กซี เป็นต้น

1.5.2 จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) นวัตกรรมแบบเฉียบพลัน (Radical Innovation) เป็นนวัตกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิงโดยที่ไม่เคยปรากฏหรือเคยมีมาก่อน ซึ่งมักใช้คำว่านวัตกรรมที่พึ่งค้นพบ (breakthrough innovation) และนวัตกรรมที่ไม่ได้ทำต่อเนื่องจากเดิม (discontinuous innovation) แทนการเรียกว่านวัตกรรมลักษณะเฉียบพลัน หรือเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิง เช่น การเปลี่ยนจากกล้องที่ใช้ฟิล์มในการเก็บบันทึกภาพมาเป็นกล้องดิจิตอล เป็นต้น

2) นวัตกรรมแบบค่อยเป็นค่อยไป (Incremental Innovation) เป็นนวัตกรรมที่มีความถี่ในการเกิดขึ้นมากกว่าแบบแรก กล่าวคือ เป็นนวัตกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือวิวัฒนาการทีละนิดทีละน้อย เช่น การปรับจากปุ่มกดมาเป็นจอทัชสกรีนในโทรศัพท์ การเปลี่ยนจากรถที่ขับเคลื่อนด้วยระบบ 2 ล้อ มาเป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยระบบ 4 ล้อ เป็นต้น

1.6 กระบวนการเกิดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

Everett M. Roger ผู้ที่ได้รับการขนานนามว่าเป็นบิดาแห่งนักนวัตกรรมลำดับขั้นของกระบวนการเกิดนวัตกรรมออกเป็น 6 ขั้นตอน โดยหลักใจความสำคัญในการสร้างนวัตกรรมจะอยู่ในขั้นตอนที่ 1 - 4 และกระบวนการยอมรับนวัตกรรมของผู้ใช้นวัตกรรมจะอยู่ในขั้นตอนที่ 5 - 6 โดยมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้ (E. M. Rogers, 1983)

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตระหนักถึงปัญหาและความจำเป็น (Recognizing a Problem or Need) เป็นขั้นตอนในการศึกษาปัญหาและความจำเป็นที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมจากแนวคิด เอกสาร

หรืองานวิจัยที่ผ่านมา เช่น ความต้องการของผู้ต้องการกู้เงินด่วนหรือขอสินเชื่อรถและบ้าน สาเหตุที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อรถยนต์ส่วนบุคคล และความต้องการประกันภัยเมื่อเกิดโรคระบาด เป็นต้น

ขั้นตอน 2 ขั้นทำการวิจัย (Basic and Applied Research) เป็นขั้นตอนที่นำผลที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนแรกมาทำการทดลองหรือประยุกต์ใช้ในการวิจัย เช่น บริษัทสินเชื่อรถและบ้าน ทดลองให้ลูกค้าชั้นดีขอสินเชื่อรถและบ้านโดยไม่ต้องมีผู้ค้าประกัน การสัมภาษณ์ความต้องการของผู้บริโภคในการเพิ่มชุดแต่งรอบคันรถใหม่ และการใช้แบบสอบถามความต้องการประกันภัยเมื่อเกิดโรคระบาด เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนที่นำผลสรุปของการศึกษาในแง่มุมต่างๆ ที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมามาสร้างเป็นแนวคิดใหม่ (New Idea) ที่คาดว่าจะเป็นที่ต้องการหรือจำเป็นที่จะต้องใช้ เช่น บริษัทสินเชื่อรถและบ้านออกแคมเปญกู้เงินและขอสินเชื่อรถและบ้านโดยไม่ต้องมีผู้ค้าประกัน โปรโมชั่นออกรถใหม่ฟรีชุดแต่งรอบคัน การออกแคมเปญประกัน Covid - 19 พร้อมเบอร์มงคลของเครือข่ายมือถือ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสร้างคุณค่าในเชิงพานิชย์ (Commercialization) เป็นขั้นตอนที่นำสิ่งที่ได้จากขั้นที่ผ่านมามาสร้างคุณค่าในเชิงพานิชย์ ได้แก่ การสร้าง การผลิต การทำ บรรจุภัณฑ์ การทำการตลาด และทำการจัดจำหน่าย เช่น บริษัทสินเชื่อรถและบ้านออกแพ็คเกจการกู้เงินและขอสินเชื่อรถและบ้านโดยไม่ต้องมีผู้ค้ำประกัน ออกข้อเสนอในการเลือกรับเพิ่มชุดแต่งรอบคันฟรีเมื่อออกรถใหม่ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นเผยแพร่และการยอมรับ (Diffusion and Adoption) เป็นขั้นตอนนำนวัตกรรมที่ได้จากกระบวนการที่ผ่านมาออกสู่ตลาดด้วยกระบวนการทางการตลาด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการตรวจสอบการยอมรับนวัตกรรมของผู้ใช้งานหรือลูกค้า เช่น บริษัทสินเชื่อรถและบ้านโฆษณาประชาสัมพันธ์ทางสื่อต่างๆ อาทิเช่น โทรทัศน์ วิทยุ และอินเทอร์เน็ต ว่าสามารถกู้เงิน และขอสินเชื่อรถและบ้านโดยไม่ต้องมีผู้ค้าประกันได้จริง เป็นต้น โดยกระบวนการยอมรับนวัตกรรมสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Shoemaker อ้างถึงใน (ทิศนา แขมมณี, 2558)) ได้แก่

1) ระดับการรู้ โดยการรับรู้คร่าวๆ ว่ามีนวัตกรรมนั้นๆ อยู่ เช่น จำได้ว่ามีสินค้าจำหน่ายผ่านการรับรู้จากสื่อต่างๆ

2) ระดับการสนใจ โดยการแสวงหารายละเอียดข้อมูลของนวัตกรรมจากแหล่งต่างๆ เช่น ค้นหารีวิวการใช้งานสินค้าหรือผลิตภัณฑ์จากอินเทอร์เน็ต

3) ระดับชั่งใจ โดยการไตร่ตรองพิจารณาเพื่อหาเหตุผลในการนำนวัตกรรมมาใช้จริง เช่น เปรียบเทียบสเปคของโทรศพท์สมาร์ทโฟนสองยี่ห้อ เป็นต้น

4) ระดับการทดลองใช้ โดยการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ในขอบเขตที่จำกัด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ เช่น การทดลองขับ (Test Drive) รถยนต์ยี่ห้อที่สนใจหรือกำลังพิจารณาตัดสินใจซื้อหามาไว้ใช้งาน เป็นต้น

5) ระดับใช้นวัตกรรม คือ การยอมรับนวัตกรรมว่าดี และมีคุณค่าต่อการนำไปใช้จริงอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อทำการทดลองขับ (Test Drive) รถยนต์ยี่ห้อที่จะซื้อและเกิดความพึงพอใจ แล้วตัดสินใจซื้อหรือจองเพื่อนำมาไว้ใช้งาน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นผลลัพธ์ที่ตามมา (Consequences) เป็นขั้นตอนตระหนักถึงปัญหาและความจำเป็นเพื่อนำไปพัฒนานวัตกรรมใหม่โดยไม่ทำการปรับปรุงหรือแก้ไขนวัตกรรมจากผลการยอมรับของผู้ใช้หรือลูกค้า เช่น บริษัทสินเชื่อรถและบ้านนำผลจากการออกแคมเปญการกู้เงินและขอสินเชื่อรถและบ้านมาใช้เป็นโจทย์ในการคิดกลยุทธ์ในการออกผลิตภัณฑ์ใหม่

1.7 หมวดหมู่นวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

จากการจัดหมวดหมู่ในการขึ้นบัญชีนวัตกรรมสามารถแบ่งหมวดหมู่นวัตกรรม ออกเป็น 14 หมวดหมู่ ดังนี้ (สำนักงบประมาณ, 2560)

1.7.1 นวัตกรรมด้านการก่อสร้าง เช่น วัสดุตกแต่งพื้นผิวเรซิ่นโมเสค พื้นสังเคราะห์สำหรับลู่ลานกรีฑา

1.7.2 นวัตกรรมด้านการเกษตร เช่น ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต (ชนิดเม็ด)

1.7.3 นวัตกรรมด้านการแพทย์ เช่น ยารักษาโรคหอบหืดมอนเทลูคาสท์

1.7.4 นวัตกรรมด้านการศึกษา เช่น ซอฟต์แวร์บริหารงานสถานศึกษา

1.7.5 นวัตกรรมด้านการโฆษณาและเผยแพร่ เช่น ป้ายโฆษณาดิจิตอล

1.7.6 นวัตกรรมด้านงานบ้านงานครัว เช่น เครื่องทำหมูบดมือหมุน

1.7.7 นวัตกรรมด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม เช่น โคมไฟถนน LED ที่มีระบบเปิด - ปิด ไฟอัตโนมัต

1.7.8 นวัตกรรมด้านยานพาหนะและการขนส่ง เช่น ซอฟต์แวร์ติดตามการเดินรถประจำทาง

1.7.9 นวัตกรรมด้านโรงงาน เช่น เครื่องอบทำผงแห้งแบบพ่นฝอย

1.7.10 ด้านสำนักงาน เช่น เครื่องจัดการคิวสำหรับสถานพยาบาล

1.7.11 นวัตกรรมด้านการสำรวจ เช่น อุปกรณ์จับสัญญาณดาวเทียม

1.7.12 นวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เช่น สารชีวภาพขจัดคราบน้ำมัน

1.7.13 นวัตกรรมด้านอาวุธยุทโธปกรณ์และความมั่นคง เช่น ชุดอุปกรณ์ซ่อมบำรุงหัวรบปืนใหญ่

1.7.14 นวัตกรรมด้านอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ป้องกันและกำจัดยุงลาย

1.8 ตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) มีผู้ที่กล่าวถึงความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีอันได้แก่ Philip Drucker (1956) อ้างถึงใน (AWA, 2015) ที่กล่าวว่า การจะสามารถมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้นั้นต้องมีทั้งในส่วนของความรู้ในเนื้อหา (content) ความรู้ในขั้นตอนหรือกระบวนการ (Process) และความรู้ในภาพรวมหรือแนวคิด (Concept) ซึ่งประกอบด้วยความรู้ใน 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ 1) ความรู้เนื้อหา (Knowledge Content) 2) ความรู้กระบวนการ (Knowledge Process) และ 3) ความรู้รวบยอดและรู้แนวคิดหลัก (Knowledge of Universals and abstraction) (E. M. Rogers, 1983) ที่กล่าวว่า นวัตกรรมเกิดจากกระบวนการในการจัดการและสั่งสมองค์ความรู้จากแหล่งต่างๆ ทั้งที่เป็นแนวคิด กระบวนการและอื่นๆ จนสามารถสร้างเป็นความรู้ใหม่ เช่น การทำการวิจัยเพื่อพัฒนาสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (Woods, Obrien, & Hanes, 1987) ที่กล่าวว่า การเกิดขึ้นของเทคโนโลยีและนวัตกรรมแต่ละชนิดมาจากพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้น Dyke, Duxbury and Lam อ้างถึงใน (Shavinina, 2004) ที่กล่าวว่า ควรพัฒนาความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้พนักงานในซิลิคอนแวลลีย์ทราบอย่างรอบด้าน (จากเดิมที่รู้เฉพาะงานในหน้าที่) เพื่อให้ได้สินค้าเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ Kuivalainen and Megdad อ้างถึงใน (Morel-Guimaraes, Khalil, & Hosni, 2005) ที่กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสร้างผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (Davenport, Leibold, & Voelpel, 2006) ที่กล่าวว่า ธรรมชาติของโลกเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกิดขึ้นจากความรู้ (Henry & Mayle, 2006) ที่กล่าวว่า นวัตกรรมใดๆ ก็ตามมีพื้นฐานมาจากความรู้แนวคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น (Shane, 2009) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีส่วนสำคัญในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสินค้า เช่น วงจรผลิตภัณฑ์และการเจริญเติบโตทางการตลาด และความรู้กระบวนการในการผลิตและการออกแบบสินค้า (Teece, 2010) ที่กล่าวว่า ความรู้ที่สำคัญที่จะทำให้สินค้าสามารถอยู่ได้ในตลาดหรือมีส่วนแบ่งทางการตลาดคือความรู้กระบวนการตลาดและเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับสินค้า (Katz, 2011) ที่กล่าวว่า การรวบรวมหรือการผสมผสานเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันเป็นความรู้ หรือการสร้างสรรค์ความรู้ที่ไม่เคยมีมาก่อน นำมาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ (Wessner, 2013) ที่กล่าวว่า ความรู้ภาพรวมทั้งหมดของสินค้าและองค์กรเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนาสินค้าหรือนวัตกรรม (Carayannis, Samara, & Bakouros, 2015) ที่กล่าวว่า การที่จะสร้างเทคโนโลยีหรือสินค้าใหม่หนึ่งชิ้นไม่ใช่เพียงมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการผลิตเท่านั้น แต่มีสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือการพัฒนาต่อยอดความคิดหรือคิดสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ (Trott, 2017) ที่กล่าวว่า กระบวนการผลิตเทคโนโลยีหรือสินค้าคือการประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถให้เป็นสินค้า (Kabir, 2019) ที่กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ความรู้กลยุทธ์การตลาด การจัดการความรู้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้องค์กรมีนวัตกรรมหรือ

ผลิตภัณฑ์ใหม่ (Costello, 2020) ที่กล่าวว่า การสอนสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีต้องสอนให้ใช้ความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในการออกแบบแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ สอนให้ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการออกแบบกระบวนการผลิต

โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ผู้วิจัยสรุปว่าบุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) เป็นบุคคลที่มีความรู้ มีความเข้าใจถึงวิธีการ หรือขั้นตอนในกระบวนการในการผลิต รวมถึงมองเห็นภาพรวม หรือหลักการที่สำคัญของสิ่งใดจนสามารถขยายผลไปสู่ความรู้ใหม่ได้ ซึ่งด้วยแนวคิดนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีออกเป็น 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1.8.1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content) หมายถึง ความรู้เนื้อหาชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์อย่างรอบด้าน

1.8.2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจแนวคิด หรือภาพรวมทั้งหมดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์

1.8.3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Concept) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจแนวคิด ภาพรวมทั้งหมดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์

โดยมีรายละเอียดการสังเคราะห์ดังในตาราง 2

ตาราง 2 สรุปรายละเอียดการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ		
		ตัวบ่งชี้ 1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมฯ
Philip Drucker (1956) อ้างถึงใน (AWA, 2015) : การจะสามารถมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้นั้นต้องมีทั้งในส่วนของความรู้ในเนื้อหา (content) ความรู้ในขั้นตอนหรือกระบวนการ (Process) และความรู้ในภาพรวมหรือแนวคิด (Concept) ซึ่งประกอบด้วยความรู้ใน 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ 1) ความรู้เนื้อหา (Knowledge Content) 2) ความรู้กระบวนการ (Knowledge Process) และ 3) ความรู้รวบยอดและรู้แนวคิดหลัก (Knowledge of Universals and abstraction)	ความรู้เนื้อหาทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความรู้กระบวนการทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
	ความรู้รวบยอดและความรู้แนวคิดหลักทำให้เกิดนวัตกรรม			/
(Rogers, 1983) : นวัตกรรมเกิดจากกระบวนการในการจัดการและสั่งสมองค์ความรู้จากแหล่งต่างๆ ทั้งที่เป็นแนวคิด กระบวนการและอื่นๆ	ความรู้กระบวนการทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
	ความรู้แนวคิดทำให้เกิดนวัตกรรม			/

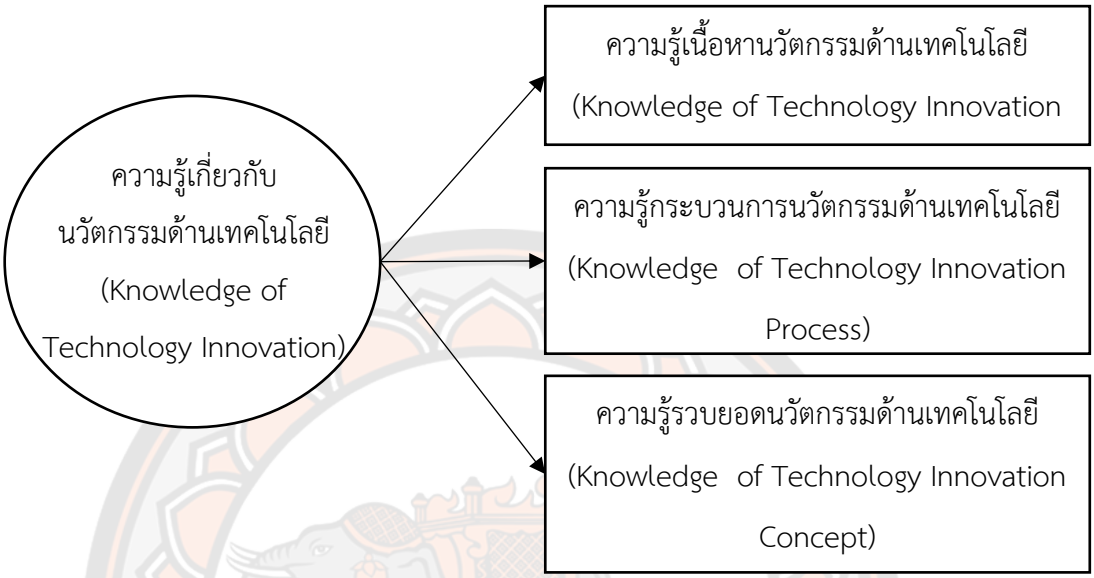
ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ		
		ตัวบ่งชี้ 1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมฯ
(Woods et al., 1987) : การเกิดขึ้นของเทคโนโลยีและนวัตกรรมแต่ละชนิดมาจากพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้น	พื้นฐานความรู้ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Rogers, 2003) : ความรู้ในนวัตกรรมเทคโนโลยี (Technological Innovation) และความคิดแปลกใหม่ (Newness) ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ต้องอาศัยคุณลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญ คือความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจต่อข้อมูลที่มีภายใต้กรอบเป้าหมายหรือนวัตกรรมใหม่ที่คิดไว้	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
			/	
				/
Dyke, Duxbury and Lam อ้างถึงใน (Shavinina, 2004) : พบว่า ควรพัฒนาความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้พนักงานในซิลิคอนแวลลีย์ทราบอย่างรอบด้าน (จากเดิมที่รู้เฉพาะงานในหน้าที่) เพื่อให้ได้สินค้าเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น	ความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์อย่างรอบด้านทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
			/	
				/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ		
		ตัวบ่งชี้ 1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมฯ
Kuivalainen and Megdad อ้างถึงใน (Morel-Guimaraes et al., 2005) : ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสร้างผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่	ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าเทคโนโลยีทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Davenport et al., 2006) : ธรรมชาติของโลกเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกิดขึ้นจากความรู้	ความรู้ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Henry & Mayle, 2006) : นวัตกรรมใดๆ ก็ตามมีพื้นฐานมาจากความรู้แนวคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น	ความรู้แนวคิดทำให้เกิดนวัตกรรม			/
(Shane, 2009) : นอกจากองค์ประกอบสำคัญที่สำคัญ 2 สิ่ง ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสินค้า เช่น วงจรผลิตภัณฑ์ และการเจริญเติบโตทางการตลาด แล้ว การจัดการความรู้และความรู้กระบวนการในการผลิตและการออกแบบสินค้าถือเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่	ความรู้เกี่ยวกับสินค้าทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการในการผลิตและการออกแบบ		/	

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ		
		ตัวบ่งชี้ 1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมฯ
	สินค้า			
(Teece, 2010) : ความรู้ที่สำคัญที่จะทำให้สินค้าสามารถอยู่ได้ในตลาดหรือมีส่วนแบ่งทางการตลาดคือความรู้กระบวนการตลาดและเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับสินค้า	ความรู้กระบวนการตลาดและเศรษฐกิจทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
(Katz, 2011) : การรวบรวมหรือการผสมผสานเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันเป็นความรู้ หรือการสร้างสรรค์ความรู้ที่ไม่เคยมีมาก่อน นำมาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่	ความรู้เนื้อหาทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Wessner, 2013) : ความรู้ภาพรวมทั้งหมดของสินค้าและองค์กรเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนาสินค้าหรือนวัตกรรม	ความรู้ภาพรวมทั้งหมดของสินค้าทำให้เกิดนวัตกรรม			/
(Carayannis et al., 2015) : การที่จะสร้างเทคโนโลยีหรือสินค้าใหม่หนึ่งชิ้นไม่ใช่เพียงมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการผลิตเท่านั้น แต่มีสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือการพัฒนาต่อยอด	ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทำให้เกิดนวัตกรรม			/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมฯ		
		ตัวบ่งชี้ 1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมฯ	ตัวบ่งชี้ 3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมฯ
ความคิดหรือคิดสร้างสรรค์แนวคิดใหม่	ความรู้กระบวนการผลิตทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
(Trott, 2017) : กระบวนการผลิตเทคโนโลยีหรือสินค้าคือการประยุกต์ใช้ความรู้และความสามารถให้เป็นสินค้า	ความรู้ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Kabir, 2019) : ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ความรู้กลยุทธ์การตลาด การจัดการความรู้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้องค์กรมีนวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่	ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Costello, 2020) : การสอนสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีต้องสอนให้ใช้ความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในการออกแบบแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ สอนให้ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการออกแบบกระบวนการผลิต	ความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความรู้กระบวนการออกแบบทำให้เกิดนวัตกรรม		/	

ซึ่งจากที่กล่าวมาสามารถสรุปร่างตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีได้ดังภาพ 2



ภาพ 2 ร่างตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

2. คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) มีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้ (Everett M. Rogers, 2003)

2.1 ความหมายของคุณลักษณะนวัตกร

คำว่า “คุณลักษณะนวัตกร” หรือ “Innovator Attribute” เป็นองค์ประกอบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาจากแนวคิดด้านนวัตกรรมที่กล่าวถึงความสามารถและทักษะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม โดยเกิดจากการนำคำ 2 คำ มารวมกัน คือคำว่า “คุณลักษณะ” หรือ “Attribute” ซึ่ง (Rogers, 1983) ผู้ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นบิดาด้านนวัตกรรมให้ความหมายว่า “คุณลักษณะ” หรือ “Attribute” คือ การจัดประเภทหรือการแบ่งลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกจากกันอย่างชัดเจน (Allen, 2011) ให้ความหมายว่า คือ ลักษณะที่แสดงออกให้เห็นถึงความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่างๆ (SCHAC, 2011) ให้ความหมายว่า คือ ลักษณะ การแสดงออกของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถสังเกตได้ (บุษราภรณ์ จรดล, 2550) ให้ความหมายว่า คือ ความสามารถหรือคุณสมบัติ และลักษณะที่บุคคลพึงมีและสามารถสังเกตได้ (จารุนันท์ ขวัญแน่น, 2558) ให้ความหมายว่า คือ สิ่งที่ชี้ให้เห็นการกระทำของบุคคล ลักษณะท่าทาง อุปนิสัย ความรู้ความสามารถ เจตคติ และการปฏิบัติ

ตน กล่าวโดยสรุป Attribute หรือ คุณลักษณะ คือ ลักษณะท่าทาง หรือคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แต่ละบุคคลแสดงออกมา และ คำว่า “นวัตกร” หรือ “Innovator” ซึ่ง (Johnson, 2011) ให้ความหมายว่า “นวัตกร” หรือ “Innovator” คือ บุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นผู้ริเริ่ม ช่างสังเกต สร้างสรรค์ มีความรู้เรื่องเทคโนโลยี เป็นนักทดลอง นักพัฒนา อันนำมาซึ่งนวัตกรรมใหม่ (Dyer, Gregersen, & Christensen, 2011) ให้ความหมายว่า คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดแตกต่างจากทั่วไปซึ่งความคิดนั้นเกิดจากการสังเกต การตั้งคำถาม การเชื่อมโยงความคิดเครือข่าย และการทดลองจนเกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ (Meyer, 2013) ให้ความหมายว่า คือ บุคคลที่เวลาทำอะไรจะทำด้วยความทุ่มเทเต็มความสามารถ ฉลาด และชอบที่จะประสบความสำเร็จ (วสันต์ สุทธาวา & พิทักษ์ ศิริวงศ์, 2558) ให้ความหมายว่า คือ ผู้ที่ริเริ่ม ประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงานที่เป็นนวัตกรรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของตนเอง และองค์การ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2560) ให้ความหมายว่า คือ บุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นผู้ริเริ่มคิด เรียนรู้ และลงมือทำในสิ่งที่แปลกใหม่ ทำในสิ่งที่แตกต่าง หรือทำสิ่งที่ไม่เคยทำมาก่อน สรุปได้ว่า “นวัตกร” หรือ “Innovator” คือ บุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการสร้างนวัตกรรม

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยนิยามคุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ว่าหมายถึง ลักษณะหรือคุณสมบัติของบุคคลที่สามารถสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นสิ่งใหม่

2.2 ลักษณะนวัตกร

จากการศึกษาแนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะนวัตกรสามารถสรุปองค์ประกอบหลักที่สำคัญของคุณลักษณะนวัตกรได้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

2.2.1 การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) คือ การรวบรวมความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีอยู่ในแหล่งข้อมูลทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ (primary data and secondary data) มาสร้างเป็นความรู้ใหม่ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1) การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล (collect data from sources) คือ ความสามารถในการรวบรวมความรู้ทั้งจากเอกสารและจากตัวบุคคลที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ กล่าวคือ เป็นกระบวนการสืบค้นหรือค้นคว้า หรือการเรียนรู้เพื่อหาข้อมูล (data) สิ่งที่ต้องการศึกษาด้วยวิธีการ (Method) ต่างๆ ทั้งจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิที่ต้องเข้าไปสืบค้นด้วยตนเอง เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ปกครองเกี่ยวกับการอบรมเลี้ยงดูบุตรขณะอยู่ที่บ้าน ข้อมูลที่ได้จาการสังเกตผู้เรียนในชั้นเรียน และข้อมูลที่ได้จารการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มประชากรตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการศึกษา เป็นต้น หรือแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่มีผู้รวบรวมข้อมูลไว้แล้วในระดับหนึ่ง เช่น ใช้อินเทอร์เน็ตสืบค้นหางานวิจัยที่มีผู้ทำศึกษาค้นคว้าก่อนหน้า การอ่านหนังสือตำราที่แปลมาจากภาษาต่างประเทศ และการรับฟังข่าวสารจากสื่อต่างๆ เป็นต้น

2) การสร้างความรู้ใหม่ (establishing new knowledge) คือ ความสามารถในการสร้างแนวคิดหรือความรู้ใหม่ของแต่ละบุคคลจากข้อมูล (data) ที่มี อันได้แก่ ข้อมูลที่แต่ละคนรวบรวมมาหรือความรู้ที่แต่ละคนมี (Self - Knowledge) หรือข้อมูลที่เกิดจากการระดมความคิดหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น (knowledge Transfer) ที่สนใจเรื่องเดียวกัน โดยมีกระบวนการที่สำคัญ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การแลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นตอนการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ และความคิดเห็นของแต่ละบุคคลร่วมกัน

ขั้นที่ 2 การสร้างหรือสังเคราะห์แนวคิด เป็นขั้นตอนการนำความรู้ที่รวบรวมได้จากทุกคนมาสร้างหรือสังเคราะห์เป็นแนวคิดใหม่

ขั้นที่ 3 การพิจารณาคัดเลือกแนวคิดที่สำคัญและเป็นไปได้ เป็นขั้นตอนการตัดสินใจเลือกแนวคิดที่มีแนวโน้มว่าสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบหรือตัวแบบแนวคิดเพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรม เป็นขั้นตอนการพัฒนาแนวคิดที่เลือกมาจำลองเป็นต้นแบบหรือรูปแบบ และออกแบบแนวคิดให้เป็นระบบก่อนนำไปทดลองใช้

ขั้นที่ 5 การนำต้นแบบหรือตัวแบบที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ เป็นขั้นตอนการนำต้นแบบหรือรูปแบบที่ทำการพัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อทำให้ต้นแบบมีความสมบูรณ์แบบมากที่สุดก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นที่ 6 การประเมินผลจากการนำต้นแบบหรือตัวแบบไปทดลองใช้จริง เป็นขั้นตอนการทบทวนหรือการสะท้อนผล และนำผลที่ได้จากการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไขเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

2.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่เคยมีใครทำมาก่อน ซึ่งตามแนวคิดของ Guilford (1967) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ (Downing, 1997)

1) ริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ แตกต่างไปจากการคิดธรรมดาทั่วไป ซึ่งอาจเกิดเกิดขึ้นใหม่เป็นครั้งแรกหรือต่อยอดจากที่เคยมีมาก่อน เช่น การผลิต iPad แทนเครื่องเล่นแผ่นซีดี เป็นต้น

2) คล่องแคล่ว (Fluency) คือ ความสามารถในการคิดได้อย่างหลากหลายไม่ซ้ำเดิมหรือสามารถเชื่อมโยงความรู้มาสู่ประเด็นที่ต้องการภายในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น การให้จัดประเภทของกลุ่มคำที่มีความหมายคล้ายกัน การแยกประเภทของชนิดของข้อมูลหรือประเภทของสิ่งของเครื่องใช้ในบ้าน เป็นต้น

3) ยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมตรงตามบริบท หรือสถานการณ์ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในสถานการณ์ที่คับขัน เป็นต้น

4) ละเอียดลออ (Elaboration) คือ ความสามารถในการผสานความคิดอย่างพิถีพิถัน และครอบคลุมหรือความคิดที่เป็นระบบมีรายละเอียดที่มาที่ไปชัดเจนรอบด้าน กล่าวคือ มีทั้งความสามารถในการคิดริเริ่ม คิดคล่องตัว และมีความคิดยืดหยุ่นอย่างละเอียดรอบคอบ เช่น นักเคมีที่คิดถึงธาตุต่างๆ จะคิดและเชื่อมโยงจนสามารถสร้างธาตุใหม่ได้ เป็นต้น

2.2.3 ภาวะผู้นำ (Leadership) คือ คุณลักษณะของบุคคลที่มีความสามารถในการสร้างแรงจูงใจและสนับสนุนให้ทีมทำงานบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้โดยการเปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมอันจะทำให้เกิดความมั่นใจในการปฏิบัติงานทั้งต่อตนเองและผู้อื่น ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ (Daft, 2002)

1) ความสามารถในการการตัดสิน (Judgments) คือ การพิจารณาในการเลือกดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งจากข้อมูลหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการหนึ่งอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะสถานการณ์ที่คับขัน หรือสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันที่ต้องอาศัยประสบการณ์ ความร่วมไม้ร่วมมือจากกลุ่มงาน (group of work) หรือทีมงาน (Team) อันจะนำมาซึ่งความมั่นใจในการตัดสินใจของตัวผู้นำ

2) ความซื่อสัตย์ (Honesty) เป็นคุณลักษณะที่ยืนยันว่าเขาหรือหล่อนเป็นคนเปิดเผย จริงใจหรือพูดจริงทำจริง หรือมีวาจาสัตย์ (truthfulness) และไม่หลอกลวง (nondeception) เช่น นักการเมืองปฏิบัติตามนโยบายที่ให้ไว้กับประชาชน เป็นต้น อันเป็นคุณสมบัติที่ทำให้มีคนอยากมาร่วมทำงานด้วย และทำงานด้วยความเต็มใจ เพราะเป็นคนที่มีความน่าเชื่อถือ ทำงานด้วยแล้วรู้สึกสบายใจ และไม่ต้องกังวลว่าจะโดนเอารัดเอาเปรียบ

3) ความสามารถในการสร้างแรงขับหรือแรงจูงใจ (Drive) เป็นคุณลักษณะที่ยืนยันว่าเขาหรือหล่อนเป็นคนที่มีความสามารถแรงจูงใจ (Motivation) ทั้งต่อตนเอง (Drive - self) และผู้อื่น (Drive - others) กล่าวคือ ความสามารถในการสร้างแรงบันดาลใจให้ตนเองในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นแล้วยังสามารถเป็นแรงบันดาลใจจากการปฏิบัติเป็นแบบอย่างหรือโน้มน้าวใจให้ผู้อื่นปฏิบัติตามอันจะนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

2.3 ตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) มีผู้ที่กล่าวถึงคุณลักษณะนวัตกรอันได้แก่ (E. M. Rogers, 1983) ที่กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นคนที่มักริเริ่มทำสิ่งใหม่ๆ เปิดรับสิ่งต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และนำสิ่งที่เรียนรู้มาคิดต่อยอดจนเกิดเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และองค์กรที่มีผู้นำ โดยเฉพาะผู้นำที่คิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในสื่อสาร

สามารถทำงานร่วมกับทีมหรือขับเคลื่อนทีมมีผลต่อกระบวนการสร้าง หรือกระตุ้นให้เกิดนวัตกรรมใหม่ที่มีประสิทธิภาพในองค์กร (Christensen, 1997) ที่กล่าวว่า หนึ่งในหลักสำคัญที่จะไม่ทำให้สินค้าหรือเทคโนโลยีที่นวัตกรผลิตล้มเหลวหรือไม่เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมคือการลงทุนกับการให้ได้มาซึ่งข้อมูลจากแหล่งต่างๆ (E. M. Rogers, 2003) ที่กล่าวว่า ความรู้ในนวัตกรรมเทคโนโลยี (Technological Innovation) และความคิดแปลกใหม่ (Newness) ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ซึ่งยังต้องอาศัยคุณลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญคือความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจต่อข้อมูลที่มีภายใต้กรอบเป้าหมายหรือนวัตกรรมใหม่ที่คิดไว้ (Davenport et al., 2006) ที่กล่าวว่า ภาวะผู้นำเป็นกุญแจสำคัญขององค์กรหรือเศรษฐกิจด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพราะมีความน่าเชื่อถือ ไม่ตีสองหน้าหรือมีความจริงใจ มีความสามารถในการบริหารจัดการทั้งงานและสร้างความร่วมมือระหว่างบุคลากร (Shane, 2009) ที่กล่าวว่า นอกจากองค์ประกอบสำคัญที่สำคัญ 2 สิ่ง ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสินค้า เช่น วงจรผลิตภัณฑ์ และการเจริญเติบโตทางการตลาด แล้วการจัดการความรู้และความรู้กระบวนการในการผลิตและการออกแบบสินค้าถือเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ (Katz, 2011) ที่กล่าวว่า การสร้างสรรค์ความรู้ที่ไม่เคยมีมาก่อนนำมาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่, ลักษณะของผู้นำที่สามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ประกอบด้วย 1) สามารถในการกำหนดกลยุทธ์ หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเป้าหมาย 2) สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล 3) สามารถสร้างความร่วมมือในทีม (Vlok, 2012) ที่กล่าวว่า 1 ทศวรรษที่ผ่านมา มีการยอมรับจากองค์ต่างๆ ว่าการจัดการข้อมูลและภาวะผู้นำเป็น 2 องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้องค์กรสร้างนวัตกรรม (เนาวนิตย์ สงคราม, 2556) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการจัดการความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และภาวะผู้นำ จะมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมากกว่านักเรียนปกติทั่วไป Shung Jae Shin อ้างถึงใน (Shalley, Hitt, & Zhou, 2015) ที่กล่าวว่า ภาวะผู้นำมีอิทธิพลต่อความคิดสร้าสรรค์ซึ่งทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมได้ ดังนั้นควรมีวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีภาวะผู้นำ (Carayannis et al., 2015) ที่กล่าวว่า การที่จะสร้างเทคโนโลยีหรือสินค้าใหม่หนึ่งชิ้นไม่ใช่เพียงมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการผลิตเท่านั้น แต่มีสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือการพัฒนาต่อยอดความคิดหรือคิดสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ (Trott, 2017) ที่กล่าวว่า ในกระบวนการผลิตเทคโนโลยีหรือสินค้าความคิดสร้างสรรค์เป็นหัวใจสำคัญที่ทำลูกค้าต้องการสินค้า, การวิจัยและพัฒนานำไปสู่สินค้าที่เป็นที่ต้องการของลูกค้าเพราะมีกระบวนการในการดำเนินการรวบรวมข้อมูลและพิจารณาตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ (Edmondson, 2019) ที่กล่าวว่า ผู้นำเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้องค์กรสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งใหม่เพราะเมื่อรู้เป้าหมายผู้นำจะพิจารณาหรือมีมุมมองต่อข้อมูลอย่างรอบด้าน (Kabir, 2019) ที่กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ความรู้กลยุทธ์การตลาด การจัดการความรู้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้องค์กรมีนวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ (Costello,

2020) ที่กล่าวว่า การสอนสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีต้องสอนให้ใช้ความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในการออกแบบแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ สอนให้ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการออกแบบกระบวนการผลิต

โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ผู้วิจัยสรุปว่าบุคคลที่มีคุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) เป็นบุคคลที่เข้าใจตนเองและเข้าใจผู้อื่น มีความสามารถ ในการจัดการความรู้ ชอบคิดหรือทำสิ่งที่แปลกใหม่หรือสิ่งที่ไม่เคยมีใครทำมาก่อน และมีความสามารถในการกระตุ้น สร้างแรงจูงใจ และทำงานร่วมกับทีมงานให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ และด้วยแนวคิดนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ออกเป็น 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

2.3.1 การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมผสมผสาน และสร้างความรู้

2.3.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอด คิดแปลกใหม่ คิดออกแบบ และสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน

2.3.3 ภาวะผู้นำ (Leadership) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ พิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับงานอย่างรอบด้าน และสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกัน

โดยมีรายละเอียดการสังเคราะห์ดังในตาราง 3

ตาราง 3 สรุปรายละเอียดการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
(Rogers, 1983) : นวัตกรรมเกิดจากกระบวนการในการจัดการและสั่งสมองค์ความรู้จากแหล่งต่างๆ ทั้งที่เป็นแนวคิด กระบวนการและอื่นๆ จนสามารถสร้างเป็นความรู้ใหม่ เช่น การทำการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นต้น	สร้างความรู้ใหม่ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Rogers, 1983) : บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นคนที่มักริเริ่มทำสิ่งใหม่ๆ เปิดรับสิ่งต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และนำสิ่งที่เรียนรู้มาคิดต่อยอดจนเกิดเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่	ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
	คิดต่อยอดทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Rogers, 1983) : องค์กรที่มีผู้นำ โดยเฉพาะผู้นำที่คิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในสื่อสาร สามารถทำงานร่วมกับทีมหรือขับเคลื่อนทีมมีผลต่อกระบวนการสร้าง หรือกระตุ้นให้เกิดนวัตกรรมใหม่ที่มีประสิทธิภาพในองค์กร	ภาวะผู้นำทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	ความสามารถในสื่อสาร			/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
	ทำให้เกิดนวัตกรรม			
	ความสามารถทำงานร่วมกับทีมหรือขับเคลื่อนทีมทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
(Christensen, 1997) : หนึ่งในหลักสำคัญที่จะไม่ทำให้สินค้าหรือเทคโนโลยีที่นวัตกรผลิตล้มเหลวหรือไม่เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมคือการลงทุนกับการให้ได้มาซึ่งข้อมูลจากแหล่งต่างๆ	การได้มาซึ่งข้อมูลทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Rogers, 2003) : ความรู้ในนวัตกรรมเทคโนโลยี (Technological Innovation) และความคิดแปลกใหม่ (Newness) ยังไม่เพียงพอที่จะทำ	ความคิดแปลกใหม่ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
และความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจต่อข้อมูลที่มีภายใต้กรอบเป้าหมายหรือนวัตกรรมใหม่ที่คิดไว้ให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ต้องอาศัยคุณลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญคือความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและ	ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจทำให้เกิดนวัตกรรม			/
(Davenport et al., 2006) : ภาวะผู้นำเป็นกุญแจสำคัญขององค์กรหรือเศรษฐกิจด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพราะมีความน่าเชื่อถือ ไม่ตีสองหน้าหรือมีความจริงใจ มีความสามารถในการบริหารจัดการทั้งงานและสร้างความร่วมมือระหว่างบุคลากร	ภาวะผู้นำทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	ความสามารถในการบริหารจัดการทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความสามารถในการสร้างความร่วมมือ			/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
	ระหว่างบุคลากร ทำให้เกิดนวัตกรรม			
(Shane, 2009) : นอกจากองค์ประกอบสำคัญที่สำคัญ 2 สิ่ง ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสินค้า เช่น วงจรผลิตภัณฑ์ และการเจริญเติบโตทางการตลาด แล้ว การจัดการความรู้และความรู้กระบวนการในการผลิตและการออกแบบสินค้าถือเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่	การจัดการความรู้ ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Katz, 2011) : การรวบรวมหรือการผสมผสานเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันเป็นความรู้ หรือการสร้างสรรค์ความรู้ที่ไม่เคยมีมาก่อน นำมาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่	การรวบรวมการผสมผสานหรือที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกัน ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	การสร้างสรรค์ความรู้ที่ไม่เคยมีมาก่อน		/	

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
	ทำให้เกิดนวัตกรรม			
(Katz, 2004) : ลักษณะของผู้นำที่สามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ ประกอบด้วย 1) สามารถในการกำหนดกลยุทธ์ หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเป้าหมาย 2) สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล 3) สามารถสร้างความร่วมมือในทีม	ภาวะผู้นำ ทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	การกำหนดกลยุทธ์ หรือวัตถุประสงค์ ทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	สามารถตัดสินใจจากความรู้หรือข้อมูลทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	ความสามารถในการสร้าง ความร่วมมือ ทำให้เกิดนวัตกรรม			/

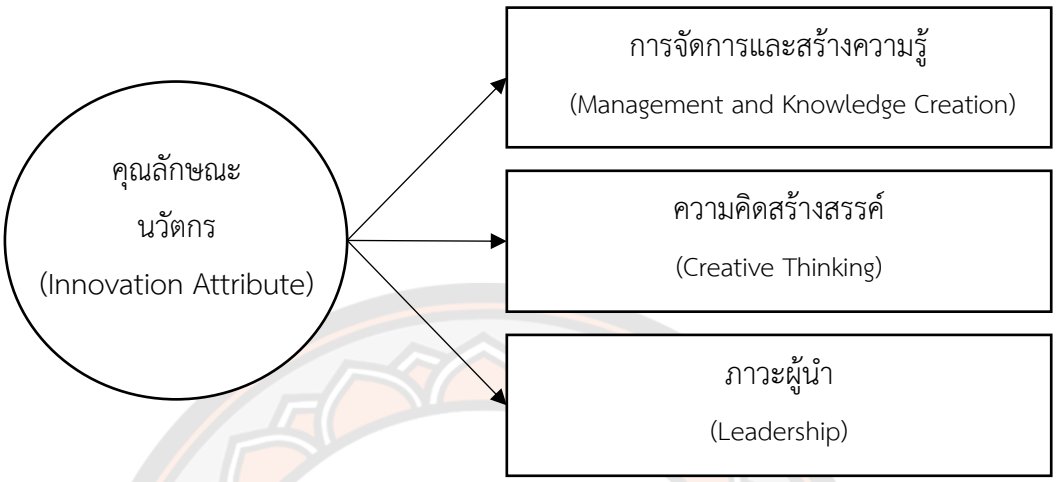
ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
(Vlok, 2012) : 1 ทศวรรษที่ผ่านมา มีการยอมรับจากองค์ต่างๆ ว่า การจัดการข้อมูลและภาวะผู้นำเป็น 2 องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้องค์สร้างนวัตกรรม	การจัดการข้อมูลทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ภาวะผู้นำทำให้เกิดนวัตกรรม			/
(เนาวนิตย์ สงคราม, 2556) : นักเรียนที่มีความสามารถในการจัดการความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และภาวะผู้นำ จะมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมากกว่านักเรียนปกติทั่วไป	การจัดการความรู้ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
	ภาวะผู้นำทำให้เกิดนวัตกรรม			/
Shung Jae Shin อ้างถึงใน (Shalley et al., 2015) : ภาวะผู้นำมีอิทธิพลต่อความคิดสร้าสรรค์ซึ่งทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมได้ ดังนั้นควรมีวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีภาวะผู้นำ	ภาวะผู้นำทำให้เกิดนวัตกรรม			/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
	ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
(Carayannis et al., 2015) : การที่จะสร้างเทคโนโลยีหรือสินค้าใหม่หนึ่งชิ้นไม่ใช่เพียงมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดและกระบวนการผลิตเท่านั้น แต่มีสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือการพัฒนาต่อยอดความคิดหรือคิดสร้างสรรค์แนวคิดใหม่	การพัฒนาความคิดทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
(Trott, 2017) : ในกระบวนการผลิตเทคโนโลยีหรือสินค้าความคิดสร้างสรรค์เป็นหัวใจสำคัญที่ทำลูกค้าต้องการสินค้า	ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	
(Trott, 2017) : การวิจัยและพัฒนานำไปสู่สินค้าที่เป็นที่ต้องการของลูกค้า เพราะมีกระบวนการในการดำเนินการรวบรวมข้อมูลและพิจารณาตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ	การดำเนินการรวบรวมข้อมูลทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	การพิจารณาตัดสินใจทำให้เกิดนวัตกรรม			/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
(Edmondson, 2019) : ผู้นำเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้องค์กรสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งใหม่เพราะเมื่อรู้เป้าหมายผู้นำจะพิจารณาหรือมีมุมมองต่อข้อมูลอย่างรอบด้าน และสร้างความร่วมมือระหว่างคนในองค์กร รวมถึงผลักดันให้เพื่อนร่วมงานไปสู่เป้าหมายเดียวกัน	ภาวะผู้นำทำให้เกิดนวัตกรรม			/
	การพิจารณาหรือมีมุมมองต่อข้อมูลอย่างรอบด้านทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
	สร้างความร่วมมือระหว่างคนและผลักดันให้เพื่อนร่วมงานไปสู่เป้าหมายเดียวกันทำให้เกิดนวัตกรรม			/

ที่มาของแนวคิด / รายละเอียด	ตีความ	คุณลักษณะนวัตกร		
		ตัวบ่งชี้ 4 การจัดการและสร้างความรู้	ตัวบ่งชี้ 5 ความคิดสร้างสรรค์	ตัวบ่งชี้ 6 ภาวะผู้นำ
(Kabir, 2019) : ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ความรู้กลยุทธ์การตลาด การจัดการความรู้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้องค์กรมีนวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่	การจัดการความรู้ทำให้เกิดนวัตกรรม	/		
(Costello, 2020) : การสอนสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีต้องสอนให้ใช้ความรู้เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในการออกแบบแนวคิดใหม่เกี่ยวกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ สอนให้ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการออกแบบกระบวนการผลิต	การออกแบบแนวคิดใหม่ทำให้เกิดนวัตกรรม		/	

ซึ่งจากที่กล่าวมาสามารถร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกรได้ดังภาพ 3



ภาพ 3 ร่างตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร

จากการศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นผู้วิจัย พบว่า ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีประกอบด้วยความรู้ที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content) ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process) และความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Concept) และคุณลักษณะของบุคคลที่สามารถสร้างสิ่งใหม่ สร้างเทคโนโลยี หรือที่ผู้วิจัยใช้คำเรียกว่าคุณลักษณะนวัตกร (Innovation Attribute) จะมีบุคลิกลักษณะที่สำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และภาวะผู้นำ (Leadership)

4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรม

4.1 แนวคิดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรม พบว่า การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีเป็นการแสดงออกถึงความรู้ ความสามารถ และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ของแต่ละบุคคล และจากการศึกษาการประเมินผล “ Literacy” หรือ “การรู้เรื่อง” หรือคำใหม่ที่ใช้เรียกว่า “ความฉลาดรู้” (หลังจากเปลี่ยนคำเรียกภาษาไทยใหม่ ในปลาย พ.ศ. 2562) ของ PISA หรือองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization

for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) พบว่า การวัดการรู้เรื่องหรือความฉลาดรู้ (Literacy) ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ล้วนวัดทั้งความรู้ทางปัญญาและความสามารถในการนำความรู้นั้นๆ ไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาและการเรียนรู้ของบลูม “Bloom`s taxonomy of educational objectives” ที่มีแนวคิดว่าการวัดควรครอบคลุมทั้งในส่วนของความรู้และความสามารถ (Anderson & Others, 2001) ดังนั้นในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีจึงต้องทำการวัดให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของความรู้และความสามารถสอดรับกับแนวคิดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาและการเรียนรู้ของบลูม “Bloom`s taxonomy of educational objectives” ซึ่งมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้ (Anderson & Others, 2001)

4.1.1 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain) เป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ศึกษาความสามารถทางสมอง แบ่งออกเป็น 6 ระดับ โดยมีรายละเอียดกระบวนการทางปัญญาแต่ละขั้นสรุปดังนี้

1) จำ (Remember) คือ ความจำหรือความสามารถในการระลึกถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ ยกตัวอย่างเช่น สามารถจดจำสินค้าที่เกิดจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น รถยนต์ เครื่องบิน และเรือดำน้ำ เป็นต้น

2) เข้าใจ (Understand) คือ ความสามารถในการแปลความหมาย การอธิบายการย่อความหรือเชื่อมโยงความรู้ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ สามารถถอดความจากเรื่องที่อ่านหรือเรื่องที่ฟังได้ ยกตัวอย่างเช่น สามารถอธิบาย เปรียบเทียบ หรือยกตัวอย่างสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนรู้ได้ เช่น เชื่อมโยงความรู้เรื่องไฟฟ้ากับการทำงานของแบตเตอรี่ได้

3) ประยุกต์ใช้ (Apply) คือ ความสามารถในการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ หรือไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ เช่น สามารถแบ่งแยกขั้นตอนดำเนินการจากภาพรวมทั้งหมด หรือนำความรู้ที่มีไปใช้ได้

4) วิเคราะห์ (Analyze) คือ ความสามารถในการแยกแยะ สรุปความ หรือให้เหตุผลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ เช่น สามารถเปรียบเทียบให้เห็นระหว่างสิ่งที่มีความสำคัญ และไม่มีความสำคัญได้

5) ประเมิน (Evaluate) คือ ความสามารถในการตรวจสอบ ตัดสินใจ หรือเลือกประเด็นที่มีความสำคัญได้ เช่น สามารถตรวจสอบกระบวนการทำงานหรือกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

6) สร้างสรรค์ (Create) คือ การนำสิ่งที่สอดคล้องกันหรือนำทั้งหมดมาจัดการให้เป็นส่วนประกอบหรือประดิษฐ์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ เช่น สามารถสร้างสมมุติฐาน จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ การวางแผนในการดำเนินการวิจัย จากหัวข้อที่ได้รับ

ซึ่งนอกจากกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ขั้นแล้ว มิติจุดมุ่งหมายทางพุทธิพิสัยหรือทางกระบวนการทางปัญญาตามแนวคิดของ Benjamin S. Bloom (1956) ที่ปรับปรุงโดย Lorin W. Anderson และคณะ (2011) ยังแบ่งมิติของความรู้ออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ในข้อเท็จจริง (Factual knowledge) คือ ความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียนจะต้องรู้ก่อนเรียนเนื้อหาในรายวิชาหรือเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เช่น รู้ความหมายของคำ เป็นต้น 2) ความรู้ในความคิดรวบยอด (Conceptual Knowledge) เป็นความรู้ในองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ ของโครงสร้างใหญ่หรือความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งของทั้งหมด เช่น ความรู้แนวคิด ทฤษฎี หมวดหมู่ ประเภท และแบบแผนโครงสร้าง เป็นต้น 3) ความรู้ในกระบวนการ (Procedural Knowledge) คือ ความรู้ในเทคนิคหรือวิธีการ หรือลำดับขั้นตอนในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ลำดับขั้นในการคิดแก้ปัญหา เป็นต้น และ 4) ความรู้ในอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) คือความรู้กระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ เช่น การได้มาซึ่งความรู้ การรู้ว่าควรใช้คำตอบหรือเหตุผลใด ในเวลาหรือสถานการณ์ใด การรู้บุคลิกลักษณะจุดแข็ง - จุดอ่อน ของตนเองและผู้อื่น เป็นต้น

4.1.2 พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Domain) เป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ศึกษาพฤติกรรมที่เกิดจากอารมณ์ความรู้สึก แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) รับรู้ (Receiving) คือ ความสามารถในการรู้สึกต่อสิ่งเร้า หรือสิ่งที่เข้ามากระทบ สิ่งที่เกิดขึ้น หรือสิ่งที่สนใจว่าคืออะไร เช่น การรู้ความต่างของรูปแบบ การเรียนรู้แบบต่างๆ ว่าเป็นอย่างไร แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ตระหนักรู้ (Awareness) ใส่ใจ (Willingness) และการควบคุมความสนใจ (Controlled Attention) ตามลำดับ

2) ตอบสนอง (Responding) คือ ความสามารถในแสดงออก หรือตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่เข้ามากระทบ สิ่งที่เกิดขึ้น หรือสิ่งที่สนใจว่าคืออะไร แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความสามารถในการตอบสนอง (Acquiescence in Responding) ความเต็มใจที่จะตอบสนอง (Willingness to Responding) และ ความภาคภูมิใจที่ได้ตอบสนอง (Satisfaction in Response) ตามลำดับ

3) เห็นคุณค่า (Valuing) คือ ความสามารถในการการแสดงออก ถึงความคิด ความเชื่อ ทัศนคติ และการตัดสินใจ ต่อสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น ความสามารถ ในการเปรียบเทียบหรืออธิบายให้เห็นความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

ยอมรับในคุณค่า (Acceptance of a Value) ชื่นชอบในคุณค่า (Preference of a Value) และผูกพันในคุณค่า (Commitment of a Value) ตามลำดับ

4) การจัดการ (Organizing) คือ ความสามารถในการพิจารณา ว่าคุณค่าหรือค่านิยมมีอะไรบ้างที่สอดคล้องกัน เช่น การจัดกลุ่มดวงดาวต่างๆ บนท้องฟ้าที่ลักษณะหมือนกัน แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ แนวคิดในคุณค่า (Conceptualization of a Value) และ อุปนิสัย (Characterization)

5) ลักษณะนิสัย (Characterizing) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มคุณค่าหรือค่านิยมให้เป็นกลุ่มของคุณค่านั้นๆ เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น กลุ่มดาว กลุ่มหุ้นคุณค่า เป็นต้น แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป (Generalized Set) และ ลักษณะนิสัย (Characterization)

4.1.3 พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยหรือด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) เป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ศึกษาพฤติกรรมที่เกิดจากระบบประสาทและกล้ามเนื้อ แบ่งออกเป็น 7 ขั้น ดังนี้

1) รับรู้ (Perceptions) คือ ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ในการควบคุมร่างกายในการรู้และทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การรับรู้รสชาติของอาหาร แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ รับรู้สิ่งเร้า (Sensory Stimulation) การเลือกคิว (Cue Selection) และ ตีความ Translation) ตามลำดับ

2) เตรียมพร้อม (Set) คือ ความสามารถในการเตรียมความพร้อม ที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ เช่น การพักผ่อนให้พียงพอก่อนที่จะเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ชุดประสบการณ์ทางใจ (Mental Set) ชุดประสบการณ์ทางกายภาพ (Physical Set) และ ชุดของอารมณ์ความรู้สึก (Emotional Set) ตามลำดับ

3) การตอบสนองตามที่กำหนด (response) คือ ความสามารถในการใช้ทักษะต่างๆ ตามแนวทางที่กำหนดไว้ เช่น การเตาะบอลตามจำนวนครั้งที่กำหนด แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ เลียนแบบ (Imitation) และ ลองผิดลองถูก (Trial and Error)

4) การทำงาน (Mechanism) คือ การตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จนเป็นนิสัยหรือมีความชำนาญ เช่น การคัดเลือกผลไม้ที่มีความสดใหม่

5) การตอบสนองต่อสิ่งที่ซับซ้อน (Complex overt response) คือ ความสามารถในการใช้ทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้แรงงานและเวลาน้อย ในการปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ การตัดสินใจที่ไม่แน่นอน (Resolution of uncertainty) และ ประสิทธิภาพอัตโนมัติ (Automatic Performance)

6) การปรับใช้ (Adaptation) คือ ความสามารถในการประยุกต์ใช้ทักษะกับสถานการณ์ใหม่ๆ เช่น การดัดแปลงทรงผมจากความรู้เดิมที่มีอยู่

7) การริเริ่ม (Origination) คือ ความสามารถในการพัฒนาทักษะเดิมหรือริเริ่มทักษะใหม่จากความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว เช่น การตัดผมด้วยวิธีการใหม่ (ไม่ใช้เครื่องตัดผมแต่ใช้อุปกรณ์อย่างอื่น เช่น เคียวเกี่ยวข้าว ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทาสวน เป็นต้น)

4.2 ทฤษฎีกลุ่ม (Group Theory)

การอยู่ร่วมกันภายในสังคมนั้นโดยปกติแล้วบุคคลย่อมมีการปฏิสัมพันธ์กันและรวมตัวกันเป็นกลุ่มตามแนวคิดหรือความเชื่อที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันส่งผลทำให้สมาชิก (members) ภายในกลุ่มอยู่ร่วมกันได้อย่างสันติ ไม่มีการขัดแย้งภายในกลุ่ม แต่อาจจะขัดแย้งกับกลุ่มอื่นที่มีแนวคิดและความเชื่อแตกต่างออกไป ซึ่งแตกต่างกับการจัดกลุ่มในการจัดการเรียน การสอนที่ครูผู้สอนมุ่งเน้นจัดกลุ่มเพื่อจัดการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขหรือพัฒนานักเรียนให้ได้ประโยชน์จากการเรียนรู้สูงสุด โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบวัด แบบสังเกต และแบบประเมินตนเอง เป็นต้น เพื่อดูพฤติกรรมของสมาชิก (นักเรียนในชั้นเรียน หรือนักเรียนที่ได้รับการจัดแบ่งเป็นกลุ่ม) และกระบวนการต่างๆ (เช่น พฤติกรรมในการเรียนรู้ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น) ที่เกิดขึ้นในกลุ่ม อันจะนำมาซึ่งสารสนเทศที่สำคัที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนได้ โดยปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนกลุ่ม ไปในทิศทางต่างๆ ดังนี้ (Forsyth, 1983; Johnson D. W. and Johnson F. P., 1982)

4.2.1 เป้าหมายของกลุ่ม (Group goal) คือ จุดมุ่งหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ทำให้สมาชิกภายในกลุ่มมารวมตัวกัน กล่าวคือ จุดหมายปลายทางที่สมาชิกทุกคนเห็นพร้องต้องกันว่าจะไปให้ถึง นำมาซึ่งหลักในการปฏิบัติหรือการดำเนินการต่างๆ ภายในกลุ่ม

4.2.2 ภาวะผู้นำ (Leadership) คือ คุณลักษณะของบุคคลที่เป็นผู้นำทั้งการคิดและการปฏิบัติอันนำมาซึ่งแบบอย่างในการปฏิบัติ ความน่าเชื่อถือ การยอมรับ การไว้วางใจ และเคารพการอยู่ร่วมกันในกลุ่ม

4.2.3 การสื่อสารภายในกลุ่ม (Communication within group) คือ พื้นฐาน ในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ในการสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อกลุ่ม นำมาซึ่งแนวทางหรือทางเลือกในการปฏิบัติหรือการดำเนินการต่างๆ ภายในกลุ่มที่หลากหลาย

4.2.4 การตัดสินใจภายในกลุ่ม (Decision Making within group) คือ กระบวนการในการตัดสินใจหรือการหาข้อสรุปในการเลือกแนวทางในการดำเนินการหรือการปฏิบัติของกลุ่มในกรณีที่มีทางเลือกมากกว่า 1 ทางเลือก (เช่น ทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดดุลทางการค้า ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) ระบุประเด็นที่จะทำการพิจารณาร่วมกัน

2) รวบรวมข้อมูลสารสนเทศประเด็นที่ต้องการพิจารณาจากสมาชิกภายในกลุ่ม

3) พิจารณาหาข้อสรุปร่วมกันภายในกลุ่ม

4) ตัดสินใจเลือกแนวทางในการปฏิบัติ หรือหาฉันทามติในประเด็นที่ต้องการพิจารณาจากสมาชิกในกลุ่ม

แนวคิดการพัฒนาตัวบ่งชี้และแบบวัด

จากการศึกษาเอกสารแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาตัวบ่งชี้และแบบวัดสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. ตัวบ่งชี้ (Indicator) หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกหรือสะท้อนให้เห็นถึงสิ่งใด สิ่งหนึ่งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตัวประกอบ ตัวแปร หรือค่าที่สามารถสังเกตได้ (Kerlinger, 1986; รัตนะ บัวสนธ์, 2550; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

1.1 ลักษณะของตัวบ่งชี้ สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1.1.1 ตัวบ่งชี้ คือ สารสนเทศที่ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด

1.1.2 ตัวบ่งชี้ คือ ค่าเชิงปริมาณที่สามารถอธิบายสิ่งที่กำลังศึกษา หรือสิ่งที่ต้องการวัด

1.2 การพัฒนาตัวบ่งชี้ สามารถสรุปรายละเอียดได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2550)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวบ่งชี้ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายในการสร้างตัวบ่งชี้ว่าจะนำไปใช้ประโยชน์อะไร

2) กำหนดนิยาม แบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

2.1) นิยามเชิงทฤษฎี (Theoretical Definition) เป็นการนิยามตัวบ่งชี้ ตามแนวคิดและทฤษฎี

2.2) นิยามเชิงประจักษ์ (Empirical Definition) เป็นการนิยามตัวบ่งชี้ ตามข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

2.3) นิยามเชิงปฏิบัติการ (Pragmatical Definition) เป็นการนิยามตัวบ่งชี้ตามวิจารณญาณของผู้สร้าง

3) เลือกตัวแปรองค์ประกอบ เป็นการพิจารณาเลือกตัวแปรที่มีความครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด

4) รวมตัวแปร แบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ (รัตนะ บัวสนธ์, 2550)

4.1) การรวมแบบบวก (Additive) เป็นการรวมตัวแปรภายใต้ข้อตกลงที่ว่าตัวแปรแต่ละตัวมีความเท่าเทียมกันสามารถทดแทนกันได้ ซึ่งการทดแทนกันนี้ไม่ทำให้ค่าบ่งชี้ที่ได้เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้สมการ I = V1 + V2 เมื่อ I หมายถึง ตัวบ่งชี้ V1 หมายถึง ค่าของตัวแปรตัวที่ 1 และ V2 หมายถึง ค่าของตัวแปรตัวที่ 2

4.2) การรวมแบบคูณ (Multiplicative) เป็นการรวมตัวแปรภายใต้ข้อตกลงที่ว่า การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหนึ่งขึ้นอยู่กับอีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งตัวแปรทั้งสองทดแทนกันไม่ได้ โดยใช้สมการ I = V1 X V2 เมื่อ I หมายถึง ตัวบ่งชี้ V1 หมายถึง ค่าของตัวแปรตัวที่ 1 และ V2 หมายถึง ค่าของตัวแปรตัวที่ 2 ซึ่งในกรณีที่เกิดปัญหาในเรื่องของการวัดหน่วยในการวัดของตัวแปรแต่ละตัวไม่เท่ากัน เนื่องจากคะแนนที่นำมาเป็นคะแนนดิบจึงควรทำการแปลงให้เป็นคะแนนมาตรฐาน แล้วนาคะแนนมาตรฐานมาสร้างเป็นตัวบ่งชี้ โดยใช้สมการ I = W1Z1 + W2Z2 + ... + WnZn เมื่อ I หมายถึง ตัวบ่งชี้รวมของตัวแปร n ตัว Wn หมายถึง น้าหนักตัวประกอบของตัวแปรตัวที่ n และ Zn หมายถึง คะแนนมาตรฐานของตัวแปรตัวที่ n

5) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปร แบ่งออกเป็น 4 วิธี ได้แก่

5.1) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Judgment) โดยการให้ผู้เชี่ยวพิจารณาให้น้ำหนักความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัว

5.2) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญโดยวัดความสำคัญของตัวแปร (Measurement Offord required) โดยการพิจารณาให้ความสำคัญกับตัวแปรที่ใช้เวลา และค่าใช้จ่ายสูงกว่าก่อน

5.3) การกำหนดน้ำหนักโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน (to use agreed to standard) โดยการพิจารณาจากเกณฑ์มาตรฐานที่มีผู้ทำการศึกษาหรือกำหนดไว้อย่างชัดเจน

5.4) การกำหนดน้ำหนักโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Data) เป็นการกำหนดน้ำหนักความสำคัญโดยใช้สถิติ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1) การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ภายใต้แนวคิดและทฤษฎีที่เหมาะสมและชัดเจน

2) การตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้ด้วยวิธีการทางสถิติ และขั้นตอนสุดท้าย การจัดเข้าบริบท และการจัดทำรายงานเพื่อนำเสนอ

2. แบบวัด (Scales)

2.1 ความสำคัญของแบบวัด

แบบวัด (Scales) คือ กลุ่มของข้อคำถาม สัญลักษณ์หรือตัวเลขที่ใช้บ่งบอกระดับความรู้และพฤติกรรมภายใต้กรอบของตัวบ่งชี้หรือสิ่งที่ต้องการวัด ซึ่งถือเป็นการทดสอบ (Testing) อย่างหนึ่ง (แบบทดสอบจะมุ่งเน้นการวัดผลสัมฤทธิ์หรือการสอบแข่งขันเพื่อจัดลำดับ เช่น การทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์, แบบวัดจะประยุกต์ใช้การทดสอบมุ่งอธิบายระดับความรู้และพฤติกรรมที่เป็นจริง) ด้วยสาเหตุ 6 ประการ ดังนี้ (Angoff, 1984; Gipps, 1994; Gregory, 1992; Kerlinger, 1986; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.1.1 มีกระบวนการเป็นมาตรฐาน (standardized procedure)

2.1.2 มีพฤติกรรมที่เป็นแบบอย่าง (Behavior Sample)

2.1.3 มีเกณฑ์การให้คะแนนหรือจัดหมวดหมู่ (Scoring or categories)

2.1.4 มีบรรทัดฐานหรือเกณฑ์ปกติ (Norm) หรือมาตรฐาน (Standard)

2.1.5 นำไปสู่การทำนายพฤติกรรมอื่น (Prediction of Additional Behavior)

2.1.6 มีบรรทัดฐานที่สามารถอ้างอิงหรือเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา (Norm - Referenced Versus) และมีเกณฑ์อ้างอิงความน่าเชื่อถือ หรือความแม่นยำของการทดสอบ (Criterion - Referenced Tests) ในการวัดว่าบุคคลมีความสามารถ หรือมีคุณลักษณะผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งจะช่วยสะท้อนผลให้ทราบว่าบุคคลมีพฤติกรรมที่ต้องการวัดว่าอยู่ในระดับใด อันจะนำมาซึ่งสารสนเทศที่สำคัญและเป็นประโยชน์ในการบรรยาย (Description) การอธิบาย (Explanation) การทำนาย (Prediction) และการควบคุม (Control) เพื่อการพัฒนาพฤติกรรมที่พึงปรารถนานั้นๆ ในลำดับต่อไป

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัด

การเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณ (Qualitative data) ที่กำหนดตัวเลขแทนตัวแปร และข้อมูลเชิงคุณภาพ (Quantitative data) ที่ศึกษาปรากฏการณ์เรื่องราวต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2550)

2.2.1 ประเภทวัสดุอุปกรณ์ (Material and Hardware) เป็นเครื่องมือที่บุคคลสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวัด เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่งน้ำหนัก และตลับเมตร เป็นต้น

2.2.2 ประเภทไม่ใช้ภาษา (Non - Verbal) เป็นเครื่องมือที่ใช้ภาพหรือวัสดุสิ่งของทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นหรือเร้า (stimulus) ให้บุคคลปฏิบัติและพิจารณาในการตอบคำถาม เช่น แบบทดสอบการปฏิบัติ (Performance Test) แบบทดสอบบุคลิกภาพ (Personality Test) เป็นต้น

2.2.3 ประเภทใช้ภาษา (Verbal) เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นหรือเร้า (stimulus) ให้บุคคลปฏิบัติและพิจารณาในการตอบคำถามแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) แบบสำรวจรายการหรือรายการตรวจสอบ (Checklists) เป็นชุดข้อความสำหรับสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องกับสิ่งของต่างๆ ที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง หรือใช้ประกอบกับการสังเกตหรือสัมภาษณ์ เช่น แบบสำรวจพฤติกรรมต่างๆ เป็นต้น

2) แบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น ความคิดเห็นหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการใช้ภาษาหรือข้อคำถาม เป็นตัวกระตุ้นหรือเร้าให้บุคคลพิจารณาตอบคำถามที่ใช้ทั้งความรู้ความคิดเห็น และประสบการณ์ที่ตนเองได้ปฏิบัติ โดยแบ่งเป็นช่วงหรือระดับการตัดสินใจที่ต่อเนื่องกันตั้งแต่ 3 ช่วงขึ้นไป เช่น การตัดสินเป็นระดับกรณี 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ก็จะมีค่าเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

3) แบบสอบถาม (Questionnaires) เป็นเครื่องมือที่มีการนำไปใช้อย่างหลากหลายทั้งการวัดความรู้ ความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออกมา โดยแบ่งรูปแบบคำถามออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ คำถามแบบเปิด (Open Form) ที่ให้เขียนตอบหรือเติมคำ เช่น สาเหตุที่ทำให้ขาดเรียนบ่อยครั้ง เป็นต้น และคำถามปลายปิด (Close Form) ที่ให้เลือกตอบ เช่น เพศชาย เลือก 1 หรือ เพศหญิง เลือก 2 เป็นต้น

4) แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพหรือความสามารถของแต่ละบุคคล เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่ แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบเขียนตอบ (essay) และแบบทดสอบแบบปรนัยหรือแบบมีตัวเลือกให้เลือกตอบ (multiple choice)

2.2.4 ประเภทเทคนิควิธีการ (Technique and Method) เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลกรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือในสามข้อที่ผ่านมาได้ เช่น การเก็บรวบรวมเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ดังนี้

1) การสังเกต (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ระบบประสาทและอวัยวะในร่างกายเป็นเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1.1) การสังเกตแบบมีโครงสร้าง (Structured Observation) ที่มีการกำหนดเงื่อนไขไว้อย่าชัดเจน เช่น การสังเกตการสอนนิสิตครูที่มีการเตรียมประเด็นที่จะใช้ในการสังเกตไว้ล่วงหน้า

1.2) การสังเกตแบบเชิงธรรมชาติ (Naturalistic observation) หรือแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Observation) ที่อาศัยการศึกษาอย่างรอบด้านจากการเข้าไปมีส่วนร่วมในปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ศึกษา เช่น การสังเกตการชุมนุมของประชาชนที่ต่อต้านระบอบเผด็จการ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) การสังเกตแบบมีส่วนร่วมโดยสมบูรณ์ ที่ผู้วิจัยเข้าไปเป็น

สมาชิกของกลุ่มปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา 2) การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในฐานะผู้สังเกต ที่ผู้สังเกตไปมีส่วนร่วมเหมือนวิธีแรกแต่มีการแจ้งให้กลุ่มทราบว่ากำลังถูกสังเกต 3) การสังเกตแบบผู้สังเกตในฐานะมีส่วนร่วม ที่ผู้สังเกตเป็นเพียงผู้สังเกตมากกว่าการเข้าไปมีส่วนร่วมกับกลุ่ม และ 4) การสังเกตแบบเป็นผู้สังเกตโดยสมบูรณ์ ที่ผู้สังเกตเป็นเพียงผู้สังเกตโดยไม่มีการเข้าไปมีส่วนร่วมกับกลุ่มแต่อย่างใด

2) การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการพูดคุยซักถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือเป็นทางการ (Structured Interview) กล่าวคือ การสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดประเด็นที่จะซักถามไว้อย่างชัดเจน

2) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือไม่เป็นทางการ (Unstructured Interview) ที่มีการพูดคุยกันเหมือนคนที่สนิทสนมคุ้นเคยกันพูดคุยกัน

3) การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนการสัมภาษณ์แต่แตกต่างตรงที่สัมภาษณ์พร้อมกันเป็นกลุ่ม

2.3 กระบวนการวัด

การวัด (Measurement) คือ กระบวนการกำหนดค่าให้แก่สิ่งต่างๆ ที่ต้องการวัดด้วยเครื่องมือในการวัดให้เป็นตัวเลข มุ่งบรรยายและอธิบายสิ่งที่สนใจศึกษา ซึ่งจากการศึกษามีกระบวนการที่สำคัญดังนี้ (Angoff, 1984; Gregory, 1992; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.3.1 รู้จุดมุ่งหมายในการวัด เป็นขั้นตระหนักรู้ว่าสิ่งที่เราต้องการวัดคืออะไร กล่าวคือ ต้องมีความชัดเจนว่าต้องการวัดอะไร และวัดไปทำไม เช่น วัดส่วนสูงของนักเรียนวัดความยาวของโต๊ะ และวัดคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม เป็นต้น เพื่อจะได้ศึกษาหาแนวคิด หรือวิธีการที่จะใช้ในการวัด ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลักๆ ได้แก่

1) การวัดหรือการทดสอบทางปัญญา (Intelligence Tests) เป็นการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกเทียบกับระดับของความสามารถทางปัญญา เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2) การวัดหรือการทดสอบความถนัด (Aptitude Tests) เป็นการวัด ระดับของความสามารถเฉพาะทางในการปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถด้านกีฬา เป็นต้น

3) การวัดหรือการทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Tests) เป็นการวัดความสำเร็จของบุคคลในการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่ง ว่าประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

4) การวัดหรือการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Tests) เป็นการวัดความสามารถในการคิดริเริ่มหรือคิดสิ่งใหม่ เช่น แบบวัดการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

5) การวัดหรือการทดสอบบุคลิกภาพ (Personality Tests) เป็นการวัดเพื่อช่วยปรับปรุงพฤติกรรมและทานายพฤติกรรมของบุคคลคนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น แบบวัดเชิงพฤติกรรมผู้ป่วยโรคซึมเศร้าจากการเสพข่าวสารทางสื่อออนไลน์ เป็นต้น

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้วัด ต้องมีหน่วยในการวัดและมาตรเปรียบเทียบ ระหว่างหน่วย เช่น ไม้บรรทัด เวอร์เนีย ตลับเมตร เป็นต้น

2.3.3 การตีความหมาย (Interpretation) เป็นขั้นตอนการแปลผลที่ได้จากการวัดให้เป็นคะแนนหรือตัวเลขที่ได้จากการวัดอันจะนำมาซึ่งสารสนเทศที่เชื่อมโยงไปสู่การบรรยาย การอธิบาย การทำนาย และการควบคุม เพื่อพัฒนาให้เกิดพฤติกรรมหรือคุณลักษณะ ที่มุ่งวัด หรือที่พึงปรารถนาต่อไป ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การให้คะแนนแบบอิงเกณฑ์ที่นำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และ 2) การให้คะแนนแบบอิงกลุ่มที่นำคะแนนของแต่ละบุคคลไปเปรียบเทียบกับคนในกลุ่ม

2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบวัด

การได้มาซึ่งการวัดที่มีคุณภาพนั้นกระบวนการในการสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดถือเป็นหัวใจสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

2.4.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย (Specification Purpose) มีขั้นตอนที่สำคัญคือ การวิเคราะห์เนื้อหาหลักสูตร เช่น วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย วิเคราะห์เนื้อหาสาระและมาตรฐาน และกิจกรรมเพื่อให้ได้เครื่องมือวัดที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอน

2.4.2 ออกแบบการทดสอบ (Testing Design) มีขั้นตอนในการดำเนินการที่สำคัญดังนี้

1) ขั้นการวางแผน เช่น ทดสอบก่อนเรียนหรือหลังเรียน เป็นต้น
2) ขั้นการกำหนดรูปแบบ เช่น แบบตัวเลือก หรือ แบบเขียนตอบ เป็นต้น
3) ขั้นสร้างแผนผัง หรือ กรอบในการสร้างเครื่องมือ
4) ขั้นสร้างข้อคำถาม (Test Blueprint) หรือ แผนผังการสร้างข้อสอบหรือข้อคำถาม
5) ขั้นเขียนข้อสอบ
6) ขั้นทดลองใช้ (Try Out) และวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาคุณภาพ
7) ขั้นนำไปใช้จริง

2.5 การตรวจสอบคุณภาพการวัด เป็นขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องมือในการวัด ที่มีคุณภาพและมาตรฐาน ซึ่งตาม Joint of Educational and Research Association Psychological

test เครื่องมือในการวัดที่มีคุณภาพและมาตรฐานประกอบด้วย ความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) ปกติวิสัยหรือระดับมาตรฐาน (Norm) สำหรับกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ที่ต้องการวัด และรวมถึงคู่มือในการใช้งาน (Manual) ด้วย (Thorndike & David, 1990) และเครื่องมือในการวัดที่ดีนั้นควรสะท้อนสารสนเทศได้อย่างครอบคลุมทุกระดับ ของการนำไปใช้ (lindquist & others, 1951; Salkind, 2011) โดยมีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้ (Cronbach, 1970; รัตนะ บัวสนธ์, 2550; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.5.1 ความตรง (Validity)

ความตรง (Validity) คือ คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของการวัด (Cronbach, 1970) เพราะเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างความถูกต้อง ซึ่งตามแนวคิดทฤษฎีความตรง แบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ 1) ความตรง คือ ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือ และ 2) ความตรง คือ ความสอดคล้องความตรงสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) คือ เครื่องมือสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหาสาระที่ต้องการศึกษา กล่าวคือ ข้อคำถามหรือข้อกระทงแต่ละข้อในแบบวัดออกแบบมาได้ตรงตามเนื้อหาสาระที่จะทำการวัด หรือสามารถอ้างอิงถึงเนื้อเรื่องความรู้ หรือประสบการณ์ที่มุ่งวัดได้เป็นตัวแทนครอบคลุมความรู้หรือประสบการณ์มากน้อยเพียงใด การตรวจสอบต้องอาศัยอำนาจการตัดสินใจจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีความมรู้ความสามารถตรงตามเนื้อหาสาระสิ่งที่ต้องการวัดอย่างแท้จริง 2) ให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินใจประเด็นสอดคล้องและความครอบคลุม และ 3) วิเคราะห์ผลการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งคำนวณจากการหาค่าความสอดคล้องระหว่างการทดสอบกับการวัด (Item Objective Congruence: IOC) สามารถคำนวณได้จากสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$CVR_i = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ

CVR_i แทน อัตราส่วนความตรงของข้อสอบข้อที่ i

n_e แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ตัดสินว่าข้อสอบข้อที่ i สอดคล้องกับเนื้อเรื่องหรือจุดมุ่งหมาย

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

หรือกรณีหาค่าความตรงตามเนื้อเรื่องของข้อสอบ (Content Validity Ratio: CVR) หรือแบบสอบ (Content Validity Index: CVI) สามารถคำนวณได้จากสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^{k} CVR_i}{k}$$

เมื่อ

CVI แทน ดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของแบบสอบ

CVR_i แทน อัตราส่วนความตรงของข้อสอบข้อที่ i

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

การพิจารณาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหามีสิ่งที่ควรคำนึงถึง ได้แก่ 1) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญให้เท่ากันในแต่ละจุดมุ่งหมาย ซึ่งตามสภาพความเป็นจริง ควรกำหนดแบบมาตรประมาณค่า 5 ช่วง ได้แก่ 5 = สำคัญมากที่สุด 4 = สำคัญมาก 3 = สำคัญปานกลาง 2 = สำคัญน้อย และ 1 = สำคัญน้อยที่สุด 2) ระบุให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตัดสินอะไรบ้าง เช่น ความสอดคล้อง นิยามหรือคำจำกัดความ เป็นต้น 3) ควรกำหนดเงื่อนไขในการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นระบบ เช่น สอดคล้อง = +1 ไม่แน่ใจ = 0 และ ไม่สอดคล้อง = -1 เป็นต้น 4) ตรวจสรุปผลด้วยความสมเหตุสมผลกับวิธีการ กล่าวคือ ร้อยละ หรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ข้อจำกัดการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ได้แก่ 1) ขอบเขต หรือนิยามไม่ชัดเจน อาจนำมาซึ่งปัญหามุมมองที่มีความแตกต่างที่สูง 2) ข้อสอบมีหลายมิติถ้าตรวจสอบไม่ครอบคลุมอาจนำมาซึ่งปัญหาได้ 3) ปัจจัยแทรกซ้อนในการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญ เช่น ระยะเวลา อารมณ์ ความเชื่อ และทัศนะคติ เป็นต้น 4) ความรู้ ความสามารถ และความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มาตรฐานในการตัดสินใจแตกต่างกันไปด้วย

2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion Validity) คือ ความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนกับเกณฑ์ที่กำหนด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) ความตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) เป็นความตรงตามเกณฑ์ในสภาพปัจจุบัน และ 2) ความตรงเชิงทำนาย (Predictive Validity) เป็นความตรงตามเกณฑ์กับการดำเนินงานในอนาคตซึ่งสามารถคำนวณ หาค่าความสัมพันธ์กับเกณฑ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) การพิจารณาตรวจสอบตามเกณฑ์สัมพันธ์มีสิ่งที่ควรคำนึงถึง ได้แก่ 1) ควรเลือกตัวแปรภายเกณฑ์นอกที่มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับลักษณะที่มุ่งวัด 2) ควรเลือกตัวแปรภายเกณฑ์นอกที่มีความน่าเชื่อถือสามารถนำมาวัดได้สิ่งที่ต้องการวัดได้ข้อจำกัดของการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

ได้แก่ 1) ปัญหาการเลือกเกณฑ์ให้เหมาะกับลักษณะที่มุ่งวัดที่เป็นนามธรรมสูง 2) ปัญหาความสัมพันธ์ต่ำ สืบเนื่องมาจากความเที่ยงระหว่างคะแนนสอบและคะแนนเกณฑ์ต่ำ 3) ปัญหาความสัมพันธ์ต่ำสืบเนื่องมาจากการจำกัดช่วงคะแนน

3) ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) คือ เครื่องมือสามารถบรรยายพฤติกรรมโดยอาศัยแนวคิดทฤษฎี มีขั้นตอนในการดำเนินการที่สำคัญ ได้แก่ 1) ศึกษาทฤษฎีและนิยามลักษณะที่มุ่งวัด 2) สร้างเครื่องมือวัดหรือแบบสอบ 3) ตั้งสมมุติฐานตามคำทำนายเชิงทฤษฎี 4) เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และ 5) วิเคราะห์ข้อมูลสนับสนุนความตรงเชิงทฤษฎี ซึ่งมีวิธีการที่นิยม 5 วิธีการ ได้แก่ 1) วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) วิธีการเปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มรู้ชัดหรือกลุ่มที่ทราบ (comparing the score of know groups) 3) วิธีเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง (comparing the score from experimental) 4) วิธีลักษณะหลายวิธี/วิธีวิเคราะห์พหุลักษณะ - พหุวิธี (Multi--trait --Multimethod) และ 5) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นเทคนิควิธีการทางสถิติในการพิจารณาลักษณะร่วมของข้อคำถาม หรือข้อกระทง กล่าวคือ ตัวประกอบ (factor) หรือ ตัวแปรเชิงสมมุติฐาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) ที่ผลการวิเคราะห์นำมาซึ่งน้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นหลักฐานช่วยสนับสนุนความตรง และ 2) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ที่ศึกษาความสอดคล้องระหว่างโมเดลเชิงทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าผลจากการวิเคราะห์พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แสดงให้เห็นว่ามีความตรงเชิงโครงสร้าง หรือมีความตรงตามทฤษฎี

2.5.2 ความเที่ยง (Reliability)

ความเที่ยง (Reliability) คือ การตรวจสอบความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือเดิมซ้ำๆ ซึ่งถ้าผลการวัดมีความคงเส้นคงวาหรือวัดแล้วได้ผลเช่นเดิมแสดงว่าเครื่องมือนั้นมีความเที่ยงสูง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (Gregory, 1992; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

1 ความเที่ยงแบบคงที่ (Measurement of Stability) คือ คะแนนมีความคงเส้นคงวาจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน ด้วยวิธีวัดซ้ำด้วยแบบวัดเดิม (Test - Retest method)

2) ความเที่ยงแบบสมมูล (Measurement of Equivalence) คือ คะแนนมีความคงเส้นคงวาจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน ด้วยแบบวัดที่มีโครงสร้างเหมือนกันหรือสมมูลกัน (Equivalence - Forms method)

3) ความเที่ยงแบบคงที่และสมมูล (Measurement of Stability and Equivalence) คือ คะแนนมีความคงเส้นคงวาจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน ด้วยวิธีวัดซ้ำด้วยแบบวัดที่มีโครงสร้างเหมือนกันหรือสมมูลกัน (Test--Retest with Equivalence - Forms)

4) ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (Measurement of internal consistency) คือ คะแนนมีความคงเส้นคงวาจากการวัดคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวที่ต้องการวัด แบ่งออกเป็น 4 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการแบ่งครึ่งข้อสอบ (Sprit - Half method) เป็นวิธีการคำนวนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบ/ข้อคำถามที่สมมูลกัน 2) วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson method) เป็นวิธีคำนวณค่าสถติของคะแนนรายข้อ (0,1) และคะแนนรวม ตามสูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน กรณีความยากง่ายไม่เท่ากันใช้ KR20 และกรณีความยากง่ายเท่ากันใช้ KR21 3) วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha method) เป็นวิธีคำนวณค่าสถิติคะแนนรายข้อ (not 0,1) และคะแนนรวมตามสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และ 4) วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยด์ (Hoyt's analysis of variance method) เป็นวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางคือจากผู้สอบ (Examines) ข้อสอบ (Item) และความคลาดเคลื่อน (Residual)

2.6 การแปลความหมายผลที่ได้จากการวัด

การวัดผลที่ครอบคลุมนอกจากการวัดด้วยเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพแล้วนั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือวิธีการให้คะแนนหรือการตีความผลที่ได้จากการวัดที่มีความเหมาะสม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (Gregory, 1992; เชาว์ อินใย, 2554; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.6.1 การให้คะแนนแบบอิงกลุ่มที่ให้คะแนนดิบโดยตรงและการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนมาตรฐาน

2.6.2 การให้คะแนนแบบอิงเกณฑ์ที่ให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เป็นผู้กำหนด ซึ่งในการกำหนดว่าจะใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้สอบเป็นสำคัญโดยวิธีที่ได้รับความนิยมและง่าย ต่อการนำไปปฏิบัติมีดังนี้

2.7 การพัฒนาปกติวิสัย (Developing Norm)

การตีความ (Interpret) ผลการวัดจากคะแนนดิบ (Number Index or Raw Data) ของแต่ละบุคคลเพียงอย่างเดียวนั้นสามารถนำไปใช้ได้เพียงในระดับหนึ่ง อีกทั้งยังไม่น่าเชื่อถือเมื่อเทียบกับคะแนนที่เป็นมาตรฐานหรือระดับที่ถือว่ามีคุณภาพ (Norm) (Campbell & Russo, 2001; Travers, 1955)

ค่าปกติวิสัย (Norm) คือ ค่าที่แสดงถึงระดับคุณภาพของสิ่งที่มุ่งวัดของบุคคล เมื่อเทียบกับกลุ่ม เพื่อใช้ในการแปรความหมายว่าบุคคลมีระดับความสามารถอยู่ในระดับใด ของกลุ่ม

(Gregory, 1992; เชาว์ อินใย, 2554; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) เช่น ระดับชาติ (National Norms) ระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นต้น โดยใช้สถิติหรือหลักการเทียบเคียง ในการคำนวณเพื่อจัดลำดับ

ค่าปกติวิสัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ตามเกณฑ์ในการจัดประเภท (Gregory, 1992; เชาว์ อินใย, 2554; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ได้แก่ 1) ปกติวิสัยตามระดับประชากร คือ ระดับคุณภาพที่สร้างมาจากลุ่มประชากรที่ต้องการศึกษาหรือต้องการวัด เช่น ปกติวิสัยระดับชาติ (National Norms) ปกติวิสัยระดับท้องถิ่น (Local Norms) และ ปกติวิสัยระดับหน่วยงาน/โรงเรียน (School Norms) เป็นต้น 2) ปกติวิสัย ตามค่าสถิติที่ใช้ คือ ระดับคุณภาพที่อาศัยสถิติเข้ามาช่วยในการจัดลำดับ เช่น เปอร์เซ็นต์ไทล์ (ในทางการศึกษา) คือ ตำแหน่งที่ใช้เปรียบเทียบผลการวัดของบุคลเมื่อเทียบกับกลุ่ม (Angoff, 1984; Bluman, 2014) สร้างมาจากคะแนนดิบของประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร แล้วคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนนทั้งหมด กล่าวคือ การแปลผลคะแนนเทียบกับกลุ่มว่าผู้สอบได้คะแนนเหนือกว่าผู้สอบคนอื่นกี่คะแนน จากการใช้ค่าสถิติที่แสดงจำนวนคะแนนที่เท่ากับหรือต่ำกว่าคะแนนนั้นว่ามีกี่เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวนจากสูตร $(cf+\frac{1}{2}f)\times\frac{N}{100}$ เมื่อ f คือ ความถี่ cf คือ ความถี่สะสม และ N คือ จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด ปกติวิสัยคะแนนที (T - score Norm) สร้างมาจากคะแนนดิบ ของประชากร หรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรแล้วคำนวณค่ามาตรฐานที ของคะแนนทั้งหมด โดยคะแนนทีที่แปลงแล้วจะมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10 ตามลำดับ โดยคำนวณจากสูตร T = 50+10Z เมื่อ T คือ ค่าปกติวิสัย Z คือ คะแนนมาตรฐาน $(\frac{x-\bar{x}}{SD})$ ผลการคำนวณสามารถ เช่น ผู้สอบได้คะแนนทีเท่ากับ 73 แสดงว่าคะแนนผู้สอบสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มอยู่ 2.3 SD ในทางตรงกันข้าม ผู้สอบได้คะแนนทีเท่ากับ 73 แสดงว่าคะแนนผู้สอบต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มอยู่ 0.5 SD และ ปกติวิสัยสเตไนน์ (Stanine’s Norms) สร้างมาจากคะแนนดิบของประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร แล้วคำนวณค่าสเตไนน์ของคะแนนทั้งหมด ที่แบ่งกลุ่มผู้สอบออกเป็น 9 กลุ่ม มีค่า 1 ถึง 9 เมื่อ 1 คือ กลุ่มที่มีคะแนนต่ำสุด 5 คือ กลุ่มที่มีคะแนนปานกลาง และ 9 คือ กลุ่มคะแนนที่มีค่าสูงสุด

กระบวนการสร้างปกติวิสัย มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ (Robert J. Gregory, 1992) ได้แก่ 1) กำหนดประชากรเป้ามายที่ต้องการศึกษา 2) สุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีและครอบคลุมลักษณะประชากรที่ต้องการศึกษา 3) นำเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ (Testing) ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 4) แปลงคะแนนผลการทดสอบ (Interpret) ที่ได้เป็นคะแนนปกติวิสัยเพื่อเป็นบรรทัดฐานที่สามารถอ้างอิงหรือเปรียบเทียบภายในกลุ่มตัวอย่างที่ (Norm - Referenced Versus) และ 5) เขียนวิธีการในการแปลความหมาย

2.8 การกำหนดคะแนนจุดตัด (Setting Cut-Scores)

คะแนนจุดตัด (Cut-Scores) คือ จุดคะแนนที่กำหนดไว้เพื่อระบุระดับเป็นกลุ่มความสามารถหรือระดับคุณภาพที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เกณฑ์ระดับคุณภาพ อันนำไปสู่การเสนอสารสนเทศเพื่อปรับปรุงหรือพัฒนา โดยมีจุดมุ่งหมายในการนำไปใช้ระโยชน์ต่างๆ ดังนี้ (Angoff, 1984; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

1) เพื่อการประเมิน (Evaluation) เช่น ระดับความสามารถ ในการปฏิบัติงาน 2 ระดับ ได้แก่ ผ่านเกณฑ์ หรือไม่ผ่านเกณฑ์ เป็นต้น

2) เพื่อรับรองมาตรฐาน (Certification) เช่น ระดับความสามารถในการทำงาน ได้แก่ ไม่ได้มาตรฐาน ได้มาตรฐาน เหนือกว่ามาตรฐาน เป็นต้น

3) เพื่อการทำนาย (Prediction) เช่น ระดับความสำเร็จที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก เป็นต้น

ขั้นตอนกำหนดคะแนนจุดตัด ในการกำหนดคะแนนจุดตัดมีขั้นตอนที่สำคัญ 6 ขั้นตอน ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

1) ระบุจุดมุ่งหมายของการกำหนดคะแนนจุดตัด ได้แก่ เป้าหมาย และ การนำผลไปใช้ประโยชน์

2) กำหนดระดับความสามารถที่ต้องการนำไปใช้ ได้แก่ จำนวนความสามารถ ระดับความสามารถ คำอธิบายระดับความสามารถ

3) เลือกวิธีการกำหนดจุดตัด โดยเลือกวิธีที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย และสามารถปฏิบัติได้ง่าย

4) คัดเลือกผู้ตัดสิน/ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 9 - 15 คน พร้อมทั้งอธิบายวิธีการในการดำเนินการหาคะแนนจุดตัด

5) ดำเนินการกำหนดคะแนนจุดตัด

6) ประเมินความเหมาะสมและนำไปใช้จริง

แนวคิดแบบวัดเชิงสถานการณ์

1. แนวคิดแบบวัดเชิงสถานการณ์

แบบวัดเชิงสถานการณ์หรือแบบวัดสถานการณ์ (Situation Testing or Situation Scales) เป็นหนึ่งในวิธีการหรือเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Domain) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ได้แก่

1) การรับรู้ (Receiving) คือ ความสามารถในการรู้สึกต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่เข้ามากระทบสิ่งที่เกิดขึ้น เช่น การเห็นข้อความหรือรูปภาพ การได้ยินเสียง และการรู้ความต่างของรูปแบบการเรียนรู้แบบต่างๆ ว่าเป็นอย่างไร เป็นต้น

2) การตอบสนอง (Responding) คือ ความสามารถในแสดงออก หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่เข้ามากระทบสิ่งที่เกิดขึ้น หรือสิ่งที่สนใจว่าคืออะไร

3) การเห็นคุณค่า (Valuing) คือ ความสามารถในการแสดงออก ถึงความคิด ความเชื่อ ทัศนคติ และการตัดสินใจ ต่อสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น ความสามารถในการเปรียบเทียบหรืออธิบายให้เห็นความสำคัญของสิ่งที่ได้เรียนเรียนรู้

4) การจัดการหรือการจัดระบบ (Organizing) คือ ความสามารถในการพิจารณาว่าคุณค่าหรือค่านิยมมีอะไรบ้างที่สอดคล้องกัน เช่น การจัดกลุ่มดวงดาวต่างๆ บนท้องฟ้าที่ลักษณะหมือนกัน

5) การสร้างลักษณะหรือลักษณะนิสัย (Characterizing) คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มคุณค่าหรือค่านิยมให้เป็นกลุ่มของคุณค่านั้นๆ เป็นลักษณะเฉพาะ เช่น กลุ่มดาว กลุ่มหุ้นคุณค่า เป็นต้น

ซึ่งการวัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Domain) นั้น จำแนกออกเป็น 2 ประเภท (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555) ได้แก่ 1) การวัดหรือการประเมินด้วยตนเอง เป็นการให้ผู้ถูกวัดตรวจสอบตัวเองตามรายการหรือข้อคำถามที่กำหนด มีข้อดีคือผู้ถูกวัดรู้ข้อมูลตนเองดี ในทางกลับกันมีข้อจำกัดคือผู้ตอบมักเข้าข้างตนเอง เช่น การให้นักเรียนตรวจสอบตนเองตามรายการที่กำหนด และ 2) การวัดหรือการประเมินโดยผู้อื่น เช่น ครูผู้สอน เพื่อนหรือสมาชิกในกลุ่ม มีข้อดีคือการแก้ปัญหาการเข้าข้างตนเอง และยอมรับผลจากการวัด เช่น ครูวัดความสามารถในการสร้างเทคโนโลยีของนักเรียน และมีข้อจำกัดคือในบางครั้งที่เครื่องมือไม่มีคุณภาพอาจนำมาซึ่งข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง

2. ลักษณะของแบบวัดเชิงสถานการณ์

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า (Luong, Ruggieri, & Turini, 2011) กล่าวว่า แบบวัดเชิงสถานการณ์ คือ เครื่องมือการวิจัยที่มีกระบวนการอย่างเป็นระบบอยู่ในรูปแบบข้อความที่เป็นสถานการณ์ใช้สำหรับค้นหาบุคคลที่มีคุณลักษณะตามต้องการเข้าทำงาน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555) แบบวัดเชิงสถานการณ์เป็นการนำเอาเรื่องราวมากระตุ้นให้ตอบสนองโดยเรื่องราวสถานการณ์ อาจใช้เป็นข้อความหรือภาพเพื่อให้เกิดการวัดที่ตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น ซึ่งรูปแบบของคำถามอาจเป็นแบบให้ตอบเสรี แบบอัตนัย หรือ แบบเลือกตอบก็ได้ ในกรณีที่เป็นแบบเลือกตอบตัวเลือกที่นำมาใช้ควรใช้ทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งเป็นฐานของการจัดระดับความรู้สึก

นึกคิดของบุคคล โดยการวัดวิธีนี้จะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด แต่เป็นเพียงการวัดที่บ่งบอกว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ และการสอบจำเป็นต้องอธิบายให้ผู้ตอบทราบว่าไม่มีข้อถูกผิดเป็นเพียงการแสดงความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของตนเองออกมา

3. การสร้างแบบวัดเชิงสถานการณ์แบบตัวเลือก

การสร้างแบบวัดเชิงสถานการณ์แบบตัวเลือกมีการดำเนินการที่สำคัญสรุปได้ดังนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555)

3.1 เลือกเป้าหมายหรือบุคคลที่จะกระทำการวัด

3.2 สร้างข้อคำถามตามกรอบโครงสร้างแนวคิดและทฤษฎี

3.3 นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 - 30 คน และนำคำตอบที่ได้กลับมาเขียนเป็นตัวเลือก (คำตอบจริงจะดีกว่าคำตอบที่คิดขึ้นมาเอง)

3.4 กำหนดลำดับคะแนนให้แต่ละตัวเลือก เช่น อาจให้คะแนน 4, 3, 2 และ 1 เมื่อ 1 แทน การรับรู้ 2 แทน การตอบสนอง 3 แทน การเห็นคุณค่า และ 4 แทน การจัดระบบ ตามลำดับ ทั้งนี้คะแนนแต่ละด้านสามารถนำมารวมกันได้

ซึ่งจากที่กล่าวมามีรายละเอียดตัวอย่างของคำถามดังนี้

1) ตัวอย่างคำพูดที่ใช้จำแนกตามลำดับขั้นเจตพิสัย

ขั้นการรับรู้ เช่น “จะทำอย่างไรละ” “ไม่เหมือนที่เคยทำนิ” “จะทำเมื่อไหร่” “จริงๆ หรือ”

ขั้นการตอบสนอง เช่น “พร้อมแล้วทำได้เลย” “ตั้งใจทำอยู่” “ถ้าสั่งมาก็จะทำ” “คนอื่นเขาทำ เราก็ทำด้วย”

ขั้นการเห็นคุณค่า เช่น “ยินดีสนับสนุนโครงการนี้” “ต้องทำอย่างนี้ในงานอื่นๆ ด้วย” “ใครมาติเขาไม่ได้นะ” “ต้องรณรงค์ให้ทุกคนทำตามให้หมด”

ขั้นการจัดระบบ เช่น “งานนี้สำคัญกว่างานอื่นทั้งหมด” “ทำอย่างนี้ได้ผลดีแน่นอน” “เรื่องนี้ต้องสำคัญกว่าเรื่องอื่นๆ”

ขั้นการมีคุณลักษณะ เช่น “ทำมาเป็นประจำอยู่แล้ว” “ต้องทำให้สมบูรณ์ที่สุด” “ใครๆ เขาก็รู้กันทั้งนั้นว่าคนนี้เป็นอย่างไร”

2) ตัวอย่างคำถามเชิงสถานการณ์

คำถาม ถ้านักเรียนพบเห็นเหตุการณ์คนกำลังตัดไม้ป่าสงวน นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร

คำตอบ ก. หาทางทาทุกอย่างเพื่อให้เกิดความถูกต้อง (3 คะแนน)

ข. หลบหนีเพราะคนตัดไม้จะทำร้ายเอา (0 คะแนน)

ค. แจ้งเจ้าหน้าที่ เพื่อหาทางจับกุม (2 คะแนน)

ง. บอกเพื่อนๆ ออกจากบริเวณนั้นเพื่อไม่ให้ได้รับอันตราย (1 คะแนน)

แนวคิดโมเดลการวิจัย โมเดลลิสเรล และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

โมเดลการวิจัย คือ สมภาพ (Isomorphism) หรือแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537) โดยลักษณะของโมเดลการวิจัยทางการศึกษานั้นนิยมใช้โมเดลแผนภาพคล้าย (analog model) จำลองปรากฏการณ์ในเชิงทฤษฎีตามจุดมุ่งหมายที่สนใจศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ โมเดลระดับจุลภาค (Micro Model) ที่ศึกษาตัวแปรในระดับเดียวกัน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เรื่องนวัตกรรม (ตัวแปร X) กับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (ตัวแปร Y) และโมเดลระดับมหภาค (Macro Model) ที่ศึกษาตัวแปรต่างระดับกัน เช่น ตัวแปรในระดับบุคคล (เช่น ทัศนคติ, การเข้าชั้นเรียน, การส่งงาน, ... ฯลฯ เป็นต้น) ตัวแปรระดับกลุ่ม (กลุ่มโรงเรียนขนาดเล็ก กลุ่มโรงเรียนขนาดกลาง กลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ และกลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ, ... เป็นต้น)

โมเดลลิสเรล (LISREL) เป็นโมเดลที่ใช้ในการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ ในการบรรยาย อธิบาย และควบคุม ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นักวิจัยให้ความสนใจจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณกับสารสนเทศเชิงปริมาณ กับสารสนเทศเชิงคุณภาพได้จากทฤษฎี ข้อตกลงเบื้องต้น สมมุติฐานการวิเคราะห์เชิงตรรก เพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีความสมบูรณ์พอที่จะศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับโมเดลลิสเรลสรุปได้ 4 ข้อ ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

1) ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในโมเดลเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear) แบบบวก (Additive) และเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal relationships) ในกรณีที่นักวิจัยพบว่า ตามสภาพปรากฏการณ์ที่เป็นจริง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง นักวิจัยต้องเปลี่ยนรูปตัวแปร เช่น การหาค่าลอการิทึมของตัวแปรหรือการใช้ส่วนกลับของตัวแปรเพื่อให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นแบบเชิงเส้น

2) ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายในและความคลาดเคลื่อนต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ ความคลาดเคลื่อน c, d, z ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ ข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้มิได้หมายความว่าตัวแปรทวิวิภาค (Dichotomous variables) หรือตัวแปรดัมมี่ (Dummy variables) จะใช้ไม่ได้ กรณีตัวแปรทวิวิภาคที่มีค่าเฉลี่ยใกล้ 0.50 ให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่มีความแกร่ง (robust) และสามารถนำมาวิเคราะห์โมเดลลิสเรลได้

3) ลักษณะความเป็นอิสระต่อกัน (Independence) ระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อนมีข้อตกลงเบื้องต้นแยกได้เป็น 4 ข้อ ดังนี้

3.1) ความคลาดเคลื่อน e และตัวแปรแฝง E เป็นอิสระต่อกัน

3.2) ความคลาดเคลื่อน d และตัวแปรแฝง K เป็นอิสระต่อกัน

3.3) ความคลาดเคลื่อน z และตัวแปรแฝง K เป็นอิสระต่อกัน

4) สำหรับกรณีการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series data) ที่มีการวัดข้อมูลมากกว่า 2 ครั้ง การวัดตัวแปรต้องไม่ได้รับอิทธิพลจากช่วงเวลาเหลื่อมระหว่างการวัด

โมเดลลิสเรลมีลักษณะเด่นที่ทำให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ 4 ข้อ ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

1) หลักการในการวิเคราะห์โมเดลเป็นหลักการที่ตรงตามวิทยาการวิจัย กล่าวคือ มีกระบวนการที่เป็นระบบ โดยเริ่มจากศึกษาแนวคิดและทฤษฎีและตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2) ลิสเรลเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ทั้งการวิจัยที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยที่ไม่ใช่การทดลอง โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีความถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม เนื่องจากโมเดลมีการรวมตัวแปรแฝง และมีการรวมข้อตกลงเบื้องต้นหลายประการ ซึ่งทำให้ข้อมูลสอดคล้องกับข้อตกลงทางสถิติได้ดีขึ้น เช่น การที่โมเดลลิสเรลยอมให้ตัวแปรมีความคลาดเคลื่อนในการวัดและความคลาดเคลื่อนอาจสัมพันธ์กันได้ เป็นต้น

3) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโมเดลลิสเรลนั้นครอบคลุมเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขั้นสูงเกือบทุกประเภทอันได้แก่การวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม การวิเคราะห์โมเดลการวัด และการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง

4) การวิเคราะห์โมเดลลิสเรลสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบโครงสร้างหรือความตรงระหว่างทฤษฎีกับปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่สนใจศึกษา

โมเดลการวิจัยโดยทั่วไปประกอบด้วยตัวแปรภายนอก (Exogenous variables) ตัวแปรคั่นกลาง (Intervening variables) และตัวแปรภายใน (Endogenous variables) แต่ในโปรแกรมลิสเรลกำหนดว่าตัวแปรคั่นกลางและตัวแปรภายในทั้งหมดรวมเรียกว่าตัวแปรภายใน ดังนั้น โมเดลในโปรแกรมลิสเรลจึงประกอบด้วย ตัวแปรภายนอก และตัวแปรภายในเท่านั้น (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537) ในโปรแกรมลิสเรลโมเดลใหญ่ประกอบด้วยโมเดลที่สำคัญสองโมเดล ได้แก่ โมเดลการวัด (Measurement model) และโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model) สรุปได้ดังนี้

1) โมเดลการวัด (Measurement model) คือโมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายนอกและโมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายใน ซึ่งเขียนเป็นสมการในรูปเมทริกซ์ พร้อมทั้งขนาดของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$X = (\Delta X)(\xi) + \delta$$

$$Y = (\Delta Y)(\eta) + \varepsilon$$

2) โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural model) เป็นโมเดลที่ระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างองค์ประกอบหรือตัวแปร โดยเป็นตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรตาม (Latent endogenous variables) และเป็นตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระ (Latent exogenous variables) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\eta = (\beta)(\eta) + (\Gamma)(\xi) + \xi$$

เวคเตอร์ของตัวแปรในโมเดลใช้สัญลักษณ์กรีก คำอ่าน ความหมาย และขนาด ดังนี้

สัญลักษณ์	คำอ่าน	ตัวย่อ	ความหมาย	ขนาด
Λ_X	Lambda-X	LX	เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ X บน K	NX × NK
Λ_Y	Lambda-Y	LY	เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y บน E	NY × NE
Γ	Gamma	GA	เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก K ไป E	NK × NE
β	Beta	BE	เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง E	NE × NE
Φ	PHI	PH	เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง K	NK × NK
Ψ	PSI	PS	เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง Z	NE × NE
Θ_δ	Theta-Delta	TD	เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน d	NX × NX
Θ_ε	Theta-Epsilon	TE	เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน e	NY × NY
X	Eke	X	เวคเตอร์ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ X	NX × 1
Y	Wi	Y	เวคเตอร์ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ Y	NY × 1
ξ	Xi	Ξ	เวคเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง K	NK × 1
η	Eta	H	เวคเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง E	NE × 1

δ	Delta	δ	เวคเตอร์ความคลาดเคลื่อน d ในการวัดตัวแปร X	NX × 1
ε	Epsilon	ε	เวคเตอร์ความคลาดเคลื่อน e ในการวัดตัวแปร Y	NY × 1
ζ	Zeta	ζ	เวคเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ของตัวแปร E	NE × 1

แนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

1) ความหมายและความสำคัญของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm factor analysis: CFA) เป็นส่วนประกอบหรือเป็นโมเดลการวิเคราะห์ย่อยของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ที่เรียกว่า โมเดลการวัด (Measurement Model) มีจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์เพื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลที่ได้จากแนวคิดทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กล่าวคือ คะแนนที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมีความสอดคล้องกับบริบทจริงหรือไม่ (R. E. Schumacker & R. G. Lomax, 2016; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; ปกรณ์ ประจันบาน, 2561; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2) ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มีดังนี้ (R. E. Schumacker & R. G. Lomax, 2016; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; ปกรณ์ ประจันบาน, 2561; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.1) ตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษาต้องเป็นตัวแปรในมาตราอันตรภาค (Interval Scale) และ มาตราอัตราส่วน (Ratio Scale)

2.2) ข้อมูลควรมีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ซึ่งในปัจจุบันมีการผ่อนคลายข้อตกลงข้อนี้แล้ว

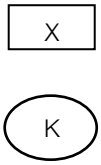
2.3) ตัวแปรสังเกตได้ต้องมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง (linear relationship) (ค่า Bartlett's test of Sphericity ต้องมีค่านัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนี Kaiser – Meyer - Olkin of Sampling Adequacy: KMO ต้องมีค่าเข้าใกล้ 1

2.4) ตัวประกอบ (factor) ร่วมทุกตัวมีความสัมพันธ์กัน เมื่อหมุนแกนแบบมุมแหลม (Oblique rotation) และเป็นอิสระจากกันเมื่อหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal rotation)

3) สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลสมการโครงสร้าง

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้างประกอบด้วย 3 ลักษณะ ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; ปกรณ์ ประจันบาน, 2561)

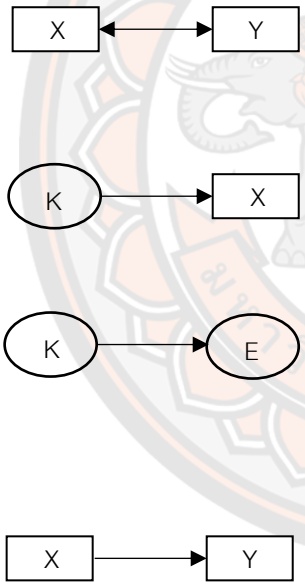
3.1) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variables) และตัวแปรแฝง (Latent Variable) ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้



แทน ตัวแปรสังเกตได้ X

แทน ตัวแปรแฝง K

3.2) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ ประกอบด้วย ความสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) หรือ ความแปรปรวนร่วม (Covariance) และความสัมพันธ์เชิงเหตุผลหรืออิทธิพล (Effect) มีสัญลักษณ์ ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้



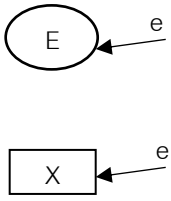
แทน ความสัมพันธ์อย่างง่ายหรือความแปรรวนร่วมระหว่างตัวแปร X กับ ตัวแปร Y

แทน สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรสังเกตได้ X บนตัวแปรแฝง K หรือน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปรสังเกตได้ X

แทน สัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรแฝง K บนตัวแปรแฝง E หรือเส้นอิทธิพลของตัวแปรแฝง K ที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝง E

แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้ X บนตัวแปรสังเกตได้ Y หรือเส้นอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ X ที่ส่งผลต่อตัวแปรสังกตได้ Y

3.3) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความคลาดเคลื่อน ประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการวัด (Measurement Error) และความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้



แทน ความคลาดคลื่อนจากการวัดตัวแปรสังเกตได้ X

แทน ความคลาดคลื่อนจากการพยากรณ์ตัวแปรแฝงภายใน E

4) ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ (R. E. Schumacker & R. G. Lomax, 2016; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; ปกรณ์ ประจันบาน, 2561; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

4.1) การกำหนดโครงสร้างของโมเดล (Model Specification) เป็นการกำหนดโมเดลการวัด (Measurement Model) หรือ โมเดลสมมุติฐานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม (Literature)

4.2) การระบุลักษณะเฉพาะของโมเดล (Model Identification) ซึ่งมี 3 ลักษณะ ได้แก่

4.2.1) โมเดลระบุพอดี (just-identified model) เป็นโมเดลที่มีจำนวนที่คำนวณจากสมการเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล ซึ่งแต่ละตัวมีค่าองศาอิสระ (degree of freedom) เป็นศูนย์

4.2.2) โมเดลระบุต่ำกว่าพอดี (under-identified model) เป็นโมเดลที่มีจำนวนที่คำนวณจากสมการน้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล ซึ่งแต่ละตัวมีค่าองศาอิสระ (degree of freedom) เป็นลบ

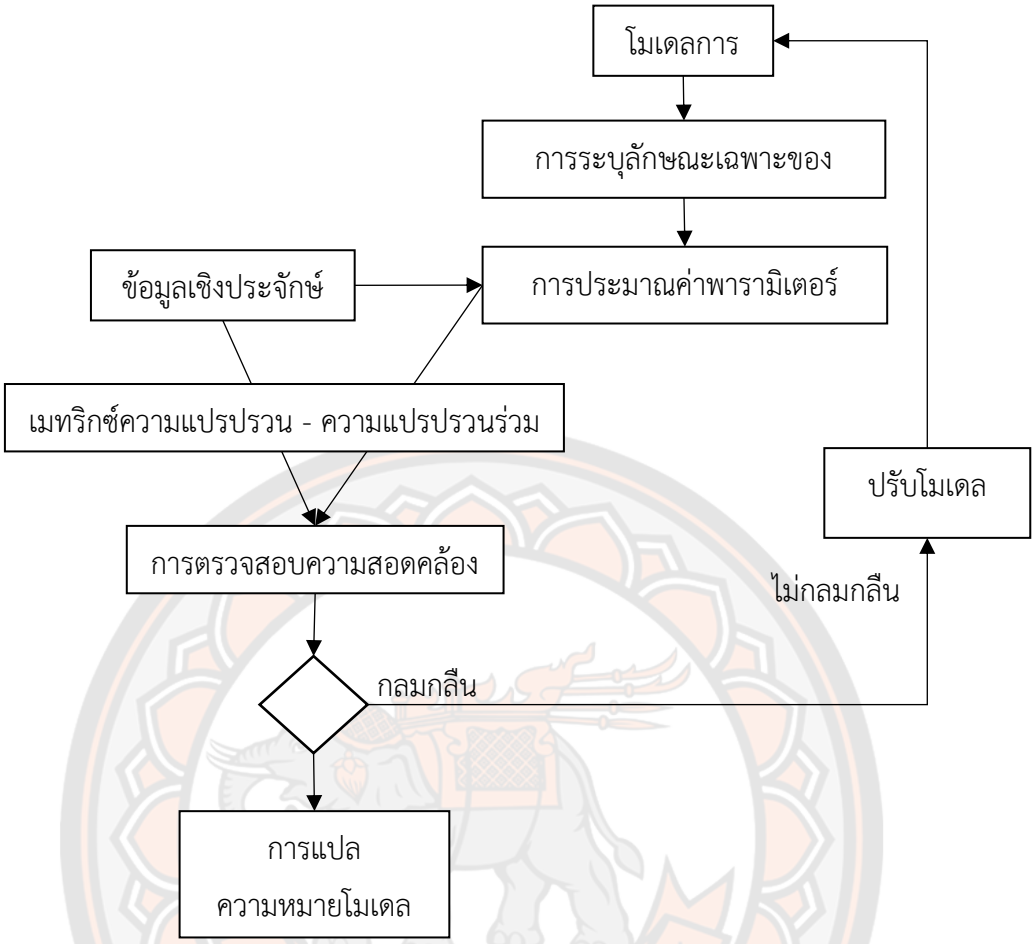
4.2.3) โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) เป็นโมเดลที่มีจำนวนที่คำนวณจากสมการมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดล ซึ่งแต่ละตัวมีค่าองศาอิสระ (degree of freedom) เป็นบวก

4.3) การประมาณค่าโมเดล (Model estimation) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์จากโมเดลเชิงทฤษฎีด้วยวิธีการต่างๆ

4.4) การทดสอบโมเดล (Model testing) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลเชิงทฤษฎี (Theoretical Models) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ (data) จากการใช้สถิติทดสอบไคสแคว์และดัชนีต่างๆ

4.5) การปรับโมเดล (Model modification) เป็นการปรับโมเดลเมื่อพบว่าโมเดลจากการทดสอบไม่สอดคล้องกับข้อมูล โดยการเพิ่มความแปรปรวนระหว่างตัวแปร

ซึ่งจากที่กล่าวมาสามารถสรุปกระบวนการในการการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันได้ดังภาพ 4 (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)



ภาพ 4 กระบวนการในการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยัน

5) การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น สามารถทำได้โดยการทดสอบค่าสถิติทดสอบความสอดคล้อง (Goodness of Fit Statistic) ดังนี้ (R. E. Schumacker & R. G. Lomax, 2016; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; ปกรณ์ ประจันบาน, 2561; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

5.1) ดัชนีความกลมกลืนเชิงสมบูรณ์ (Absolute fit index) เป็นดัชนีที่ใช้ในการประเมินภาพรวมของรูปแบบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตเมทริซ์ความแปรปรวนร่วมที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างกับค่าประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณขึ้นมาจากรูปแบบสมมุติฐาน โดยมีค่าสถิติที่สำคัญดังนี้

5.1.1) ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: x^2) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐานทางสถิติว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรแตกต่างจากเมทริกซ์ความ

แปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากรูปแบบที่ต้องการทดสอบหรือไม่ ถ้าค่าไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมทั้งสอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยควรมีค่าต่ำและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value > 0.05)

5.1.2) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI) เป็นค่าสถิติที่ได้จากการพิจารณาร้อยละของความแปรปรวน จากกลุ่มตัวอย่างที่สามารถอธิบายได้จากความแปรปรวนที่ประมาณขึ้นจากรูปแบบสมมุติฐาน ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งดี โดยควรมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป

5.1.3) ดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) เป็นค่าสถิติที่แสดงถึงปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดลที่ปรับแก้ด้วยองศาอิสระ (degree of freedom) รวมถึงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Sample) ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งดี โดยควรมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป

5.1.4) ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square error of Approximation: RMSEA) เป็นค่าสถิติที่ได้จาการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรกับเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมที่ประมาณค่าจากรูปแบบที่ต้องการทดสอบ ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 0 ยิ่งดี โดยควรมีค่าต่ำกว่า 0.05

5.1.5) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of Mean Square Residual: RMR) เป็นค่าที่ได้จากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของผลต่างของสมาชิกใต้แนวทแยง และค่าผลต่างในแนวทแยงของเมทริกซ์ยกกำลังสองของผลต่าง ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 0 ยิ่งดี โดยควรมีค่าต่ำกว่า 0.05

5.2) ดัชนีความกลมกลืนเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index) เป็นดัชนีที่ใช้ในการการเปรียบเทียบรูปแบบสมมุติฐานกับรูปแบบฐาน (Baseline Model) ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยมีค่าสถิติที่สำคัญดังนี้

5.2.1) ดัชนีเอ็นเอฟไอ (Normal Fit Index: NFI) เป็นค่าที่แสดงว่ารูปแบบสมมุติฐานมีความกลมกลืนกับรูปแบบฐานจากการตรวจสอบดีกว่าโมเดลที่ตัวแปรไม่สัมพันธ์กันเลย ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งดี โดยควรมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป

5.2.2) ดัชนีเอ็นเอ็นเอฟไอ (Non - Norm Fit Index: NNFI) หรือดัชนีทีแอลไอ (Tucker - Lewis Index) เป็นค่าที่แสดงว่ารูปแบบสมมุติฐานมีความกลมกลืนกับรูปแบบฐานจากการแก้องศาอิสระของโมเดล ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งดี โดยควรมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป

5.2.3) ดัชนีซีเอฟไอ (Comparative Fit Index: CFI) เป็นค่าที่แสดงว่ารูปแบบสมมุติฐานมีความกลมกลืนกับรูปแบบฐานที่ปรับปรุงมาจากค่า NFI ค่าที่ได้จากการทดสอบยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งดี โดยควรมีค่ามากกว่า 0.90 ขึ้นไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Yamakami, 2012) ได้ทำการศึกษาข้อมูลภายใต้กรอบที่ทำให้เกิดนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีใหม่ในอุตสาหกรรมโทรศัพท์มือถือที่สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้ (สมาร์ทโฟน) เป็นระยะเวลา 1 ทศวรรษ ผนวกกับการศึกษาเชิงคุณภาพจากการหาข้อสรุปร่วมกันกับเครือข่ายบริษัทโทรคมนาคมในญี่ปุ่น โดยใช้คำเรียกกรอบการศึกษาดังกล่าวว่า “Innovation Literacy” ผลการศึกษาพบว่า การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) เกิดขึ้นจากความรู้ความเข้าใจนวัตกรรมตั้งแต่แนวคิด กระบวนการผลิต และการปรับปรุงตามความต้องการใช้งานหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค จนสามารถทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ที่ทันสมัย

(Niyaza Erdogan et al., 2013) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “Definition Innovation Literacy: Do Robotics Program Help Students Develop Innovation Literacy skill?” เพื่อแก้ปัญหาความเข้าใจผิดที่ว่าความสามารถในการผลิตหุ่นยนต์ในกิจกรรมหุ่นยนต์ (Robotics Program) ของนักเรียน คือ การรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) แต่พยายามชี้ให้เห็นแนวคิดที่ครอบคลุมกว่าผ่านการศึกษาที่มีแนวคิดว่าการรู้เรื่องนวัตกรรม คือ การรู้หนังสือ (RMS) ซึ่งได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematic Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) รวมกับทักษะทางสังคมตามแนวคิดของ Filer อันได้แก่ การทำงานแบบร่วมมือหรือทำงานเป็นทีม (Collaborative or Teamwork) และความคิดริเริ่ม (Originality) โดยทำการศึกษากับนักเรียนเกรด 11 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) ในรัฐเท็กซัส จำนวน 31 คน เป็นนักเรียนชาย จำนวน 16 คน และ นักเรียนหญิง จำนวน 15 คน (เชื้อชาติอเมริกัน จำนวน 23 คน และอเมริกากลาง (สเปนและโปรตุเกตุ) จำนวน 8 คน) โดยการสอบและเข้าร่วมซัมเมอร์แคมป์ Robotics Program และใช้สถิติ paired sample t-test ในการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า Robotic Program มีความสัมพันธ์ทางบวกกับนักเรียนชาวอเมริกากลาง (สเปนและโปรตุเกตุ) ที่มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Leber, M., Buchmeister, B. and Ivanisevic, A. (2015) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “IMPACT OF KNOWLEDGE ON INNOVATION PROCESS” เพื่อศึกษาผลของความรู้ที่มีต่อการเกิดขึ้นของนวัตกรรม โดยการทบทวนวรรณกรรมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ (Knowledge) การจัดการความรู้ (Knowledge Management) และกระบวนการนวัตกรรม (Innovation Process)

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมภายในองค์กรคือความรู้ในแง่มุมต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการคิด การผสมผสาน และการสร้างความรู้ใหม่ กล่าวคือ การรวบรวมและสร้างความรู้ใหม่จากความรู้แง่มุมต่างๆ ภายในองค์กร อันได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (Knowledge of Product) ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางสังคม (Social Process) ความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมหรือการแข่งขันทางธุรกิจ (Competitive Business Environment) ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตและวิศวกรรม (Process and Engineering of Product) จนทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้เฉพาะภายในองค์กรที่ไม่เหมือนใครซึ่งจะนำมาซึ่งแนวทาง ผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรมใหม่

พัชรพร อยู่ยืน, อภิญญา ภูมิโอตา และศิระ ศรีโยธิน. (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นนวัตกร : กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ PUNN: Factors that influence the innovator” เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นนวัตกร ในยุคไทยแลนด์ 4.0 โดยตัวอย่างคือผู้คิดค้นผลิตภัณฑ์ PUNN ที่รองแก้วกระดาษสับปะรด ผลวิจัยพบว่า ปัจจัยการเป็นนวัตกร สามารถแบ่ง ออกเป็น 4 ประการ ได้แก่ 1) มีความคิดที่ขัดแย้ง หมายถึง การมีความคิดขัดแย้งกับความคิดส่วนใหญ่ ของบุคคลทั่วไป มีความคิดที่แตกต่าง การมองมุมที่ต่างออกไปนั้น ส่งผลให้เห็นในสิ่งที่ต่างออกไปหรือ เห็นคุณค่า ในสิ่งที่หลายคนมองไม่เห็น 2) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง การเกิดความคิดสร้างสรรค์ที่จะส่งผลทำให้เกิดงานที่ไม่เหมือนใคร มีความแตกต่าง สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับชิ้นงานได้ 3) การเปิดกว้างทางความคิด หมายถึง รับฟังข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ รับข้อมูลใหม่ๆ ตลอดเวลา ไม่ยึดติด ความคิดทันสมัย สร้างโอกาสทางธุรกิจได้ และ 4) การมีความคิดเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถ ในการ เชื่อมโยงความคิดนั้น ส่งผลให้กระบวนการทางานทางความคิดเป็นระบบมากขึ้นโดยปัจจัยทั้ง 4 ประการ มีความเชื่อมโยงกันจากปัจจัยหนึ่งสู่อีกปัจจัยหนึ่ง ส่งผลให้เกิดเป็นนวัตกรรม รวมไปถึงเป็นการสร้างนวัตกรที่ดี ในยุคไทยแลนด์ 4.0

Dorin Maier (2018) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “PRODUCT AND PROCESS INNOVATION: A NEW PERSPECTIVE ON THE ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT” เพื่อศึกษาการเกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมใหม่โดยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมใหม่จากองค์กรระดับภูมิภาคและระดับชาติในครึ่งศตวรรษหลังของศตวรรษที่ 20 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เป็นองค์ประกอบในการกำหนดกลยุทธ์และนโยบายในการปรับปรุงประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาคุณภาพขององค์กรอย่างยั่งยืน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมใหม่เข้าสู่ตลาดได้อย่างยั่งยืนในระดับตัวบุคคลคือความคิดที่แปลกใหม่ (novelty or new idea) ส่วนในระดับองค์กรคือการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ (new technology) และการบริการที่ดีในการนำสินค้าเข้าสู่ตลาด

ปัทมา ศรีมณี (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับบุคคล : กรณีศึกษาพนักงานสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขต

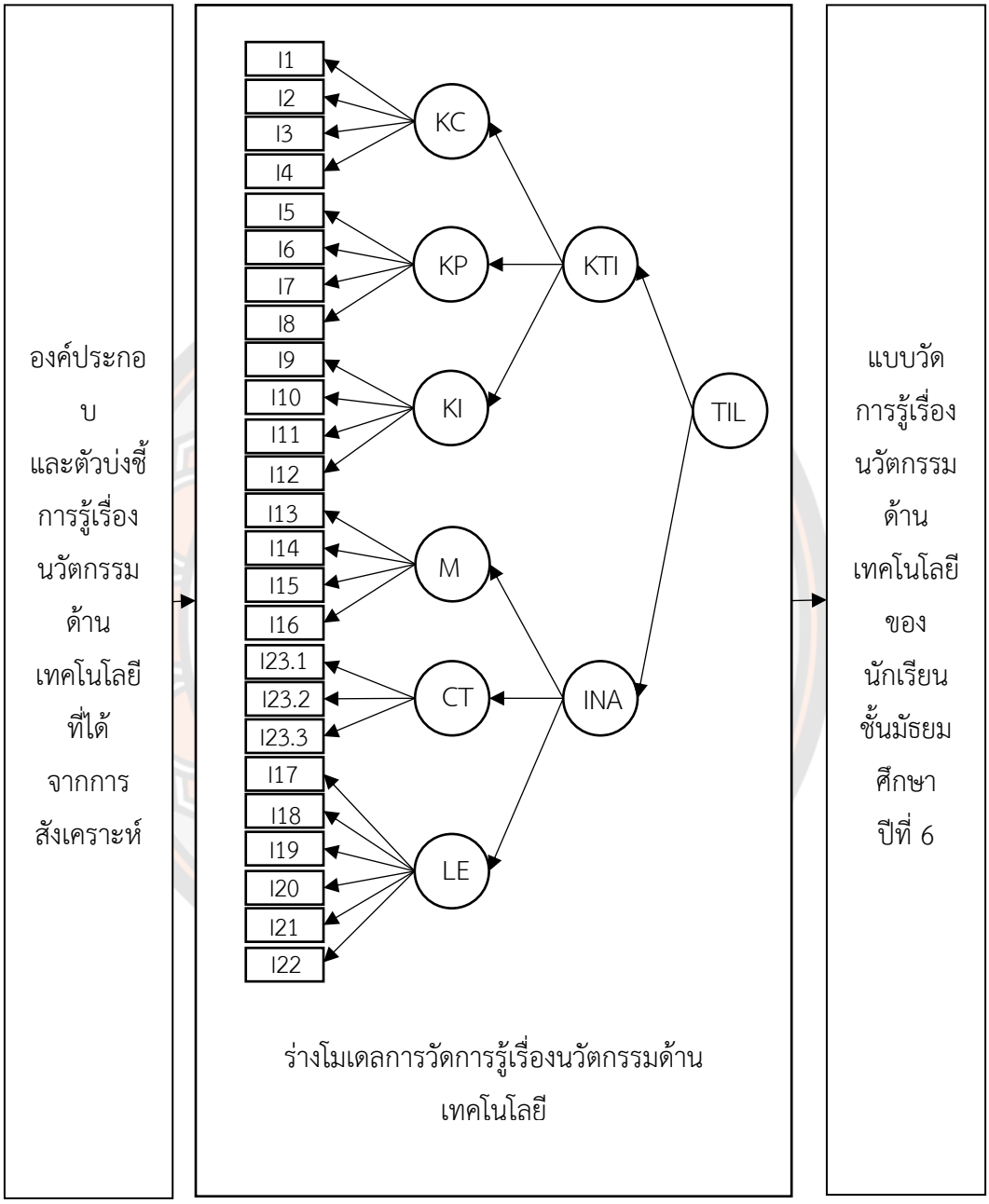
หาดใหญ่)” เพื่อศึกษาระดับของพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมและความสัมพันธ์ของการเปิดรับประสบการณ์ใหม่ อิสระในงาน ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง และบรรยากาศนวัตกรรมในองค์กรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้การศึกษาเป็นพนักงานสายสนับสนุน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่) จานวน 210 คน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าภาพรวมของพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมของพนักงานอยู่ในระดับมาก และปัจจัยทั้ง 4 ตัวแปรที่ส่งผลทางบวกต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมมากที่สุด คือ การเปิดรับประสบการณ์ใหม่ รองลงมา คือ อิสระในการทำงาน บรรยากาศนวัตกรรมในองค์กร และภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง ตามลำดับ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การที่ประชาชนในชาติไทยจะมีความรู้ ความสามารถหรือทักษะ และมีความพร้อมที่จะก้าวเข้าสู่สังคมในศตวรรษที่ 21 รวมถึงเพื่อเป็นการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนและสอดคล้องกับเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี ได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งพัฒนาคนในชาติให้มีความรู้ ความสามารถหรือทักษะในการสร้างนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ดังนั้นการสร้างเครื่องมือในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy scale) จึงเป็นสิ่งจำเป็นดั่งที่ได้กล่าวไว้ในบทนำ เพราะข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการวัดหรือประเมินตามวัตถุประสงค์และบริบทที่ศึกษาจะนำมาซึ่งสารสนเทศในการพัฒนาที่ตรงจุดและยั่งยืนอย่างแท้จริง (Cronbach, 1970; Hanna, 1993)

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy: TIL) พบว่า ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation: KTI) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1.1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content: KC) วัดได้จากข้อคำถามที่ 1 ถึง ข้อคำถามที่ 4 1.2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process: KP) วัดได้จากข้อคำถามที่ 5 ถึงข้อคำถามที่ 8 1.3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept: KI) วัดได้จากข้อคำถามที่ 9 ถึงข้อคำถามที่ 12 2.ลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute: INA) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 2.1 การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation : MC) วัดได้จากข้อคำถามที่ 13 ถึงข้อคำถามที่ 16 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking: CT) วัดได้จากข้อคำถามที่ 23 และ 2.3 ภาวะผู้นำ

(Leadership: LE) วัดได้จากข้อคำถามที่ 17 ถึงข้อคำถามที่ 22 โดยสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพ 5

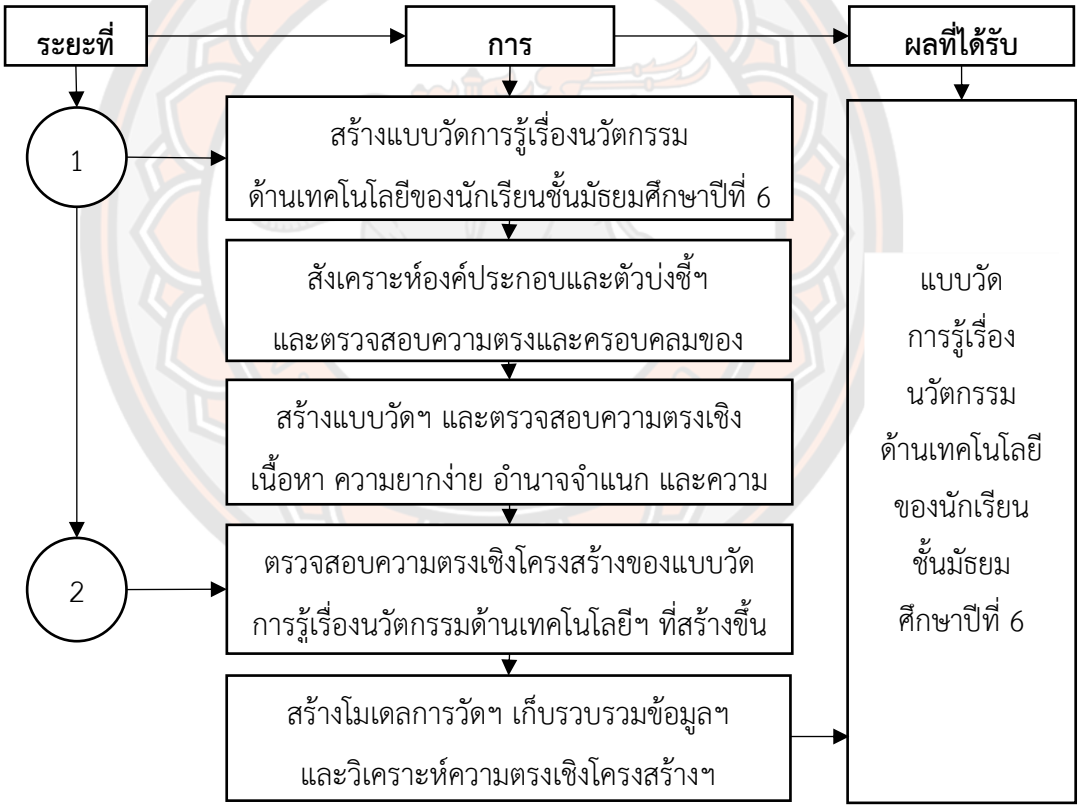


ภาพ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เฉพาะ ได้แก่ 1) สร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนในการดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังภาพ 6



ภาพ 6 กรอบการวิจัย

ซึ่งจากภาพ 6 มีรายละเอียดในการดำเนินการในแต่ละระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. สังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

การสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

1.1 แหล่งข้อมูล

เอกสารและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy)

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียดดังในตาราง 1 2 และ 3

1.3 ขั้นตอนในการดำเนินการ

การสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสามารถสรุปขั้นตอนในการดำเนินการได้ดังนี้

1.3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy)

1.3.2 สังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้จากเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy) ซึ่งได้ผลจากการสังเคราะห์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content)

2) ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process)

3) ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept)

องค์ประกอบที่ 2 : ลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation)

2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

3) ภาวะผู้นำ (Leadership)

1.3.3 ตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี โดยคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.3.4 ตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี 6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดจำนวน 14 ท่าน ดังนี้

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือต้องมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป หรือมีผลงานนวัตกรรมเป็นที่ยอมรับในระดับภูมิภาคขึ้นไป หรือมีประสบการณ์สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรารัตน์ มหาศรานนท์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันตชัย สุวรรณาคม
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ

2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยี และธุรกิจและการสื่อสาร มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือต้องมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป หรือมีผลงานนวัตกรรมเป็นที่ยอมรับในระดับภูมิภาคขึ้นไป หรือมีประสบการณ์สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมหรือธุรกิจและการสื่อสารในระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัทธนันท์ เด็ดแก้ว

3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรม มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือต้องมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป หรือมีประสบการณ์สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิชาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมในระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ธีระภูธร
- รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม
- รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ มีสุวรรณ

4) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือต้องมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป หรือมีประสบการณ์สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ได้แก่

- รองศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ ประจันบาน
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจิญ

5) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัทธยมศึกษา มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญคือต้องเป็นครูผู้สอนที่มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ขึ้นไป หรือมีประสบการณ์เป็นที่ปรึกษานักเรียนในการแข่งขันมหกรรมทางวิชาการและได้รับรางวัลชนะเลิศในระดับภูมิภาคขึ้นไป หรือมีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัทธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- ว่าที่พันตรี สาธิต อธิวาส ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2562
- ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2561
- นายชุมพล ชารีแสน ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2560

และวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการให้คะแนน +1 ของผู้ทรงคุณวุฒิแทนค่าเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิเห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม การให้คะแนน 0 ของผู้ทรงคุณวุฒิแทนค่าเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม และการให้คะแนน -1 ของผู้ทรงคุณวุฒิแทนค่าเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิไม่เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม และหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (Cronbach, 1970) และปรับแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ														ค่า IOC
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation)		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	+1	+1	+1	0.79
	ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	+1	+1	+1	0.79
	ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	+1	+1	+1	0.79

หมายเหตุ : +1 คือ เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม

0 คือ ไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม

-1 คือ ไม่เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ														IOC
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	-1	0	+1	+1	+1	0.71
ลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute)		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	+1	+1	0.86
	การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	+1	+1	+1	0.79
	ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	+1	+1	+1	0.79
	ภาวะผู้นำ (Leadership)	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.93

หมายเหตุ : +1 คือ เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม

0 คือ ไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม

-1 คือ ไม่เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม

จากตาราง 4 การตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 14 ท่าน พบว่า มีค่าความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบและตัวบ่งชี้กับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ในองค์ประกอบที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) มีค่าเท่ากับ 0.79 ตัวบ่งชี้ 1.1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content) มีค่าเท่ากับ 0.79 ตัวบ่งชี้ 1.2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process) มีค่าเท่ากับ 0.79 และ ตัวบ่งชี้ 1.3 ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept) มีค่าเท่ากับ 0.71 และในองค์ประกอบที่ 2 คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) มีค่าเท่ากับ 0.86 ตัวบ่งชี้ 2.1 การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) มีค่าเท่ากับ 0.79 ตัวบ่งชี้ 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) มีค่าเท่ากับ 0.79 และ ตัวบ่งชี้ 2.3 ภาวะผู้นำ (Leadership) มีค่าเท่ากับ 0.93 ตามลำดับ โดยทุกองค์ประกอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (IOC > 0.50) แสดงว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทุกตัวที่ได้จากการสังเคราะห์มีความตรงและครอบคลุมต่อการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

2. สร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

2.1 แหล่งข้อมูล

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ได้จากการสังเคราะห์ในข้อ 1

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อคำถามที่ได้จากการสร้างตามกรอบในการสร้างเครื่องมือ

2.3 ขั้นตอนในการดำเนินการ

2.3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ที่ได้จากผลการศึกษาในข้อ 1

2.3.2 กำหนดกรอบนิยามพฤติกรรมและจำนวนข้อคำถาม (Table of Specification) ที่จะใช้ในการสร้างเครื่องมือ

2.3.3 สร้างข้อคำถามตามกรอบนิยามพฤติกรรม

2.3.4 ตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมของเนื้อหาข้อคำถามที่สร้างขึ้นโดยคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.3.5 ตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมของเนื้อหาข้อคำถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (สายสามัญ) มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ ต้องเป็นครูผู้สอนที่มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ขึ้นไป หรือมีประสบการณ์เป็นที่ปรึกษานักเรียนในการแข่งขันมหกรรมทางวิชาการและได้รับรางวัลชนะเลิศในระดับภูมิภาคขึ้นไป หรือมีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- นายชุมพล ชารีแสน ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2560
- นางน้ำทิพย์ ศรีแก้ว
- นางนภาวรรณ พลเวียงธรรม

2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนเทคโนโลยี (สายวิชาชีพ) มีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ ต้องเป็นครูผู้สอนที่มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ขึ้นไป หรือมีประสบการณ์เป็นที่ปรึกษานักเรียนในการแข่งขันมหกรรมทางวิชาการหรือวิชาชีพและได้รับรางวัลชนะเลิศในระดับภูมิภาคขึ้นไป หรือมีประสบการณ์ในการสอนไม่น้อยกว่า 10 ปี ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ได้แก่

- นายนพนันท์ พรมสวัสดิ์
- นายฐานันดร วิชาสอน

และวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการให้คะแนน +1 ของผู้ทรงคุณวุฒิแทนค่าเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิเห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม การให้คะแนน 0 ของผู้ทรงคุณวุฒิแทนค่าเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม และการให้คะแนน -1 ของผู้ทรงคุณวุฒิแทนค่าเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิไม่เห็นด้วยว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้มีความตรงและครอบคลุม หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (Cronbach, 1970) และปรับแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจากการตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมของข้อคำถามที่จะนำไปใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการตรวจสอบค่าความตรงของข้อคำถามการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		1	2	3	4	5	
ความสามารถในการระบุชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	0	+1	+1	+1	+1	0.80
	2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการระบุแผนการหรือกลยุทธ์ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	4	+1	+1	0	+1	+1	0.80
ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

หมายเหตุ : +1 คือ เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

-1 คือ ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		1	2	3	4	5	
ความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการสรุปแนวคิดในภาพรวมที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

หมายเหตุ : +1 คือ เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

-1 คือ ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		1	2	3	4	5	
ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์							
ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	23.1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	23.2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	23.3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์	17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

หมายเหตุ : +1 คือ เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

-1 คือ ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC
		1	2	3	4	5	
หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมาย เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	18	+1	+1	+1	0	+1	0.80
ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	20	+1	0	+1	+1	+1	0.80
ความสามารถในการสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกัน เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
	22	+1	+1	+1	0	0	0.60

หมายเหตุ : +1 คือ เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

-1 คือ ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา

จากตาราง 5 ผลการตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมของข้อคำถามการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่า ข้อคำถามที่สร้างขึ้นตั้งแต่ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 23 มีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC) ในช่วงระหว่าง 0.80 ถึง 1.00

2.3.6 นำข้อคำถามที่สร้างไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย จำนวน 30 คน

2.3.7 วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อที่ผ่านเกณฑ์ดังนี้ (Angoff, 1984)

ค่าความยากง่าย	แปลผล
0.00 - 0.19	ข้อสอบยาก - ใช้ไม่ได้ (ใช้ได้เฉพาะเด็กพิเศษ)
0.20 - 0.40	ข้อสอบค่อนข้างยาก - ใช้ได้
0.41 - 0.60	ข้อสอบยำกง่ายปานกลาง - ใช้ได้
0.61 - 0.80	ข้อสอบค่อนข้างง่าย - ใช้ได้
0.81 - 1.00	ข้อสอบง่าย - ใช้ไม่ได้ (ใช้ได้เฉพาะเด็กพิเศษ)

วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อที่ผ่านเกณฑ์ดังนี้ (Angoff, 1984)

ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล
0.00 - 0.09	จำแนกได้ต่ำมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง - ใช้ไม่ได้
0.10 - 0.19	จำแนกได้ต่ำ - ใช้ได้ (ต้องปรับปรุง)
0.20 - 0.39	จำแนกพอใช้ได้ - ใช้ได้
0.40 - 0.59	จำแนกได้ดี - ใช้ได้
0.60 - 1.00	จำแนกได้ดีมาก - ใช้ได้

และวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) โดยสามารถสุปรายละเอียดผลการวิเคราะห์ได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ความยากง่าย (P)				อำนาจจำแนก (r)			
	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง
1	0.30	0.17	0.43*	0.10	0.73	0.07	0.78*	0.20
2	0.10	0.10	0.13	0.67*	0.09	0.18	0.18	0.46*
3	0.40*	0.07	0.30	0.23	1.00*	0.09	0.73	0.18
4	0.40	0.30*	0.20	0.10	0.67	0.72*	0.07	0.13
5	0.27	0.27*	0.37	0.10	0.24	0.54*	0.39	0.09
6	0.23	0.27*	0.23	0.27	0.36	0.63*	0.33	0.67
7	0.27	0.23*	0.27	0.23	0.67	0.33*	0.64	0.36
8	0.13	0.37	0.27	0.23*	0.11	0.89	0.64	0.36*
9	0.27*	0.27	0.23	0.23	0.67*	0.64	0.36	0.33
10	0.40	0.27*	0.20	0.13	0.08	0.50*	0.50	0.08
11	0.13	0.23	0.43*	0.20	0.07	0.58	0.90*	0.25
12	0.13	0.23	0.37	0.27*	0.07	0.33	0.32	0.72*
13	0.27	0.27*	0.23	0.23	0.67	0.73*	0.33	0.27
14	0.27*	0.50	0.10	0.13	0.78*	0.90	0.05	0.11
15	0.13	0.23	0.23	0.40*	0.25	0.63	0.58	0.29*
16	0.27	0.20	0.43*	0.10	0.08	0.50	0.33*	0.25
17	เป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์							
18	เป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์							
19	0.27	0.23	0.27	0.23*	0.70	0.30	0.60	0.40*
20	0.43*	0.07	0.27	0.23	0.91*	0.09	0.70	0.20
21	เป็นข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์							
22	เป็นข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์							
23.1	0.65				0.56			
23.2	0.61				0.56			
23.3	0.62				0.56			
ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ α เท่ากับ 0.7094 ≈ 0.71								

หมายเหตุ: * คือ คำตอบที่ถูกต้อง

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าค่าความยากง่าย (Difficulty) ของข้อสอบปรนัยจำนวน 19 ข้อ (ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20 และ 23.1 23.2 23.3) ที่จะนำไปใช้จริงมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.67 อำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.91 ตัวลวงทุกตัวในแต่ละข้อผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพโดยมีค่าตั้งแต่ 0.07 ถึง 0.90 และความเที่ยงทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.71

2.3.8 คัดเลือกข้อที่ผ่านเกณฑ์ และจัดพิมพ์แบบวัดฉบับสมบูรณ์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

3.1 ดำเนินการติดต่อบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อดำเนินการขอเอกสารขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 ประสานงานชี้แจงทำความเข้าใจกับผู้ทรงคุณวุฒิ และกำหนดเวลานัดหมายสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล และรับเอกสารคืน

3.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และตรวจสอบความเรียบร้อยของข้อมูล

3.4 บันทึกข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ลงในคอมพิวเตอร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

การวิจัยในขั้นตอนนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม TAP และ SPSS โดยมีรายละเอียดของสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตรดังนี้ (เชาว์ อินใย, 2554)

สมการ

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

เมื่อ

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมค่าของข้อมูลแต่ละตัว
N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตรดังนี้ (เชาว์ อินใย , 2553)

สมการ

$$\mathrm{SD} = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{\mathrm{n}(\mathrm{n}-1)}}$$

เมื่อ

SD	แทน	ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน
X	แทน	ข้อมูลแต่ละค่า
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น
$\sum(X - \bar{X})^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแปรเปลี่ยนยกกำลังสอง
N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.3 ค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) กับจุดประสงค์ของข้อคำถามและข้อสอบ โดยใช้สูตรของแฮมฟิลล์และเวสท์ คำนวณจากสูตรดังนี้ (เชาว์ อินใย, 2554)

สมการ

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

เมื่อ

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
$\sum \mathrm{R}$	แทน	คะแนนรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4.4 ค่าความยากง่าย (Difficulty) (เชาว์ อินใย, 2554)

สมการ

$$P = \frac{\mathrm{H} + \mathrm{L}}{n}$$

เมื่อ

P	แทน	ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ
H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้น ๆ ถูก
L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้น ๆ ถูก
n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

4.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (เชาว์ อินใย, 2554)

สมการ

$$r = \frac{\mathrm{H} - \mathrm{L}}{n}$$

เมื่อ

r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ
H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้น ๆ ถูก
L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้น ๆ ถูก
n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

4.6 ค่าความยากง่ายอัตนัย (Difficulty) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

สมการ

$$P_i = \frac{P_H + P_L}{2} \quad \text{..... (1)}$$

$$P_H = \frac{\sum H}{\sum TH} \quad \text{..... (1.1)}$$

$$P_L = \frac{\sum L}{\sum TL} \quad \text{..... (1.2)}$$

เมื่อ

P_i	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
$\sum H$	แทน	คะแนนรวมรายข้อทุกคนในกลุ่มสูง
$\sum TH$	แทน	คะแนนเต็มรวมทุกคนในกลุ่มสูง
$\sum L$	แทน	คะแนนรวมรายข้อทุกคนในกลุ่มต่ำ

$\sum TL$ แทน คะแนนรวมทุกคนในกลุ่มต่ำ

4.7 ค่าอำนาจจำแนกอัตนัย (Discrimination) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

สมการ

$$R_i = P_H - P_L \quad \text{..... (1)}$$

$$P_H = \frac{\sum H}{\sum TH} \quad \text{..... (1.1)}$$

$$P_L = \frac{\sum L}{\sum TL} \quad \text{..... (1.2)}$$

เมื่อ

R_i แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\sum H$ แทน คะแนนรวมรายข้อทุกคนในกลุ่มสูง
$\sum TH$ แทน คะแนนเต็มรวมทุกคนในกลุ่มสูง
$\sum L$ แทน คะแนนรวมรายข้อทุกคนในกลุ่มต่ำ
$\sum TL$ แทน คะแนนรวมทุกคนในกลุ่มต่ำ

4.8 ค่าความเที่ยง ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) คำนวณจากสูตรดังนี้ (เชาว์ อินใย, 2553)

สมการ

$$\alpha = \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{K}-1}\left(1 - \frac{\sum \sigma_{\mathrm{i}}^2}{\sigma_{\mathrm{t}}^2}\right)$$

เมื่อ

α แทน ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวัด
K แทน จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
σ_{i}^2 แทน ค่าความแปรปรวนของข้อคำถามแต่ละข้อ
σ_{t}^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

ระยะที่ 2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

2.1 แหล่งข้อมูล

2.1.1 ประชากร คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2564 โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย โดยสาเหตุที่เลือกโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัยเพราะเป็นกลุ่มโรงเรียนที่จัดตั้งขึ้นเพื่อมุ่งส่งเสริมนักเรียนที่มีความรู้ความสามารถพิเศษเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตเทคโนโลยี

2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2564 โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย โดยกำหนดจำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างตามกฎแห่งความชัดเจน (Rule of thumb) กำหนดให้มีขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10 - 20 เท่า ต่อ 1 ตัวแปร หรือขั้นต่ำสุดจำนวน 100 ตัวอย่าง (Randall E. Schumacker and Richard G. Lomax, 2016) ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 25 ตัวแปร ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำอย่างน้อยควรมีจำนวน 100 หรือ 250 - 500 คน เพื่อให้โมเดลมีความคงทน (Robustness) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 254 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Sampling) เป็นนักเรียนชาย จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 และเป็นนักเรียนหญิง จำนวน 188 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00 ของนักเรียนที่สุ่มมาทั้งหมด โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการสุ่มดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้ภูมิภาคทั้งหมด 6 ภูมิภาคตามหลักวัตถุประสงค์ทางภูมิศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นหน่วยในการสุ่ม โดยทำการสุ่มอย่างง่ายร้อยละ 66 ได้ภูมิภาคจำนวน 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ

ขั้นที่ 2 ใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยทำการสุ่มอย่างง่ายมาภูมิภาคละ 1 โรงเรียน ได้โรงเรียนทั้งหมดจำนวน 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย ชลบุรี โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย เพชรบุรี โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย เลย และโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย ตรัง

ขั้นที่ 3 ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยสุ่มอย่างง่ายมาโรงเรียนละ 4 ห้องเรียน ได้ห้องเรียนทั้งหมดจำนวน 16 ห้องเรียน

ขั้นที่ 4 ใช้นักเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยใช้นักเรียนทั้งหมดในห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ซึ่งจากที่กล่าวมาได้รับข้อมูลตอบกลับจริงคิดเป็นร้อยละ 64.00 ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เพศ	**ภูมิภาค**				**จำนวน**	**ร้อยละ**
	ตะวันออก	**ตะวันตก**	**ตะวันออกเฉียงเหนือ**	**ใต้**		
ชาย	20	22	14	10	66	24.00
หญิง	59	72	42	10	188	76.00
รวม	79	99	56	20	254	100.00

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการศึกษาในระยะที่ 1

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.3.1 ดำเนินการติดต่อบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อดำเนินการขอเอกสารขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.3.2 ประสานงานชี้แจงทำความเข้าใจกับผู้บริหารและครูผู้ช่วยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และเก็บรวบรวมข้อมูล (ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านระบบออนไลน์เพราะอยู่ภายใต้สถานการณ์ Covid - 19)

2.3.3 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และตรวจสอบความเรียบร้อยของข้อมูล

2.3.4 บันทึกข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ลงในคอมพิวเตอร์

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในขั้นตอนนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และ LISREL ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.4.1 ร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้จากองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ และข้อคำถาม ในระยะที่ 1

2.4.2 ทำการบันทึกเปลี่ยนค่าคะแนนให้ถูกต้อง

2.4.3 วิเคราะห์บรรยายลักษณะพื้นฐานของข้อมูล โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient)

2.4.4 วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ โดยการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อยืนยันว่าโมเดลองค์ประกอบที่ได้จากทฤษฎีสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ โดยมีเกณฑ์ในการตรวจสอบความสอดคล้อง (Goodness of Fit Statistic) ดังนี้ (Randall E. Schumacker & Richard G. Lomax, 2016; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; ปกรณ์ ประจันบาน, 2561; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

ค่าสถิติ	เกณฑ์ในการพิจารณา
ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: $\boldsymbol{\chi^2}$)	P - Value > 0.05
ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI)	GFI > 0.90
ดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI)	AGFI > 0.90
ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square error of Approximation: RMSEA)	RMSEA < 0.05
ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of Mean Square Residual: RMR)	RMR < 0.05
ดัชนีเอ็นเอฟไอ (Normal Fit Index: NFI)	NFI > 0.90
ดัชนีซีเอฟไอ (Comparative Fit Index: CFI)	CFI > 0.90

2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.1 สถิติที่ใช้ในการบรรยายลักษณะข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) คำนวณจากสูตรดังนี้ (เชาว์ อินใย, 2554)

สมการ

$$r_{xy} = \frac{\mathrm{n}\sum \mathrm{xy} - \sum \mathrm{x}\sum \mathrm{y}}{\sqrt{(\mathrm{n}\sum \mathrm{x}^2 - (\sum \mathrm{x})^2)(\mathrm{n}\sum \mathrm{y}^2 - (\sum \mathrm{y})^2)}}$$

เมื่อ

r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สสหสัมพันธ์
$\sum \mathrm{x}$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ x
$\sum y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ y
$\sum \mathrm{xy}$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง x กับ y
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบ x แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนดิบ y แต่ละตัวยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1) ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: $\boldsymbol{\chi^2}$) คำนวณจากสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

สมการ

$$\chi^2 = (\mathrm{n}-1)\mathrm{F}\left[\mathrm{s}, \sum(\theta)\right]; \mathrm{d} = \frac{\mathrm{K}(\mathrm{K}+1)}{2} - \mathrm{t}$$

เมื่อ

χ^2	แทน	ค่าสถิติไค-แสควร์
N	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
$\mathrm{F}[\mathrm{s}, \sum(\theta)]$	แทน	ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์ (θ)
K	แทน	จำนวนตัวแปรที่สังเกตได้
d	แทน	องศาอิสระ

t แทน จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

2) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI) คำนวณจากสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

สมการ

$$GFI = 1 - \frac{F[s, \sum(\theta)]}{F[s, \sum(0)]}$$

เมื่อ

GFI แทน ดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของรูปแบบ กับข้อมูลเชิงประจักษ์

$F[s, \sum(\theta)]$ แทน ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์ (θ)

$F[s, \sum(0)]$ แทน ค่า F ของโมเดลที่ไม่มีพารามิเตอร์ในโมเดล

3) ดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) คำนวณจากสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

สมการ

$$AGFI = \{1/2d)k(k+1)\}\,(1 - GFI)$$

เมื่อ

$AGFI$ แทน ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้

k แทน จำนวนตัวแปรที่สังเกตได้

d แทน องศาอิสระ

4) ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความแตกต่างโดยประมาณ (Root Mean Error of Approximation: RMSEA) คำนวณจากสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

สมการ

$$RMSEA = \sqrt{FO/D}$$

เมื่อ

RMSEA แทน ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความแตกต่าง

โดยประมาณ

FO แทน Max. (nF - d, 0)

F แทน ค่าต่ำสุดของฟังก์ชั่นความเหมาะสมของโมเดลพารามิเตอร์

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

D แทน ค่าองศาอิสระ

d แทน องศาอิสระ

5) ค่าสถิติทดสอบที (t - test) คำนวณจากสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

สมการ

$$t = \frac{bi}{Se_b}$$

เมื่อ

t แทน ค่า T – Value (t - test)

bi แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error)

Se_b แทน ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ 1) เพื่อสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยในการนำเสนอผลการศึกษาผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ระยะตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย และเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และนำเสนอดังนี้

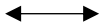
1) สัญลักษณ์แทนความหมายทางสถิติ

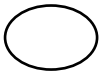
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of Determinant)
χ^2	แทน	ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนค่าสถิติ ไค-สแควร์ (Chi-Square)
β	แทน	น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)
GFI	แทน	ดัชนีความกลมกลืน (Goodness of Fit Index)
AGFIแทน		ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjust Goodness Of Fit Index)
RMRแทน		ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (Root Mean Squared Residual)
RMSEA	แทน	ดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Root Mean Squared Error of Approximation)
p	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติ (Statistically Significant)
Sig.	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significant)
df	แทน	องศาอิสระ (degree of freedom)
se	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของน้ำหนัก

องค์ประกอบ

e แทน ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของตัวบ่งชี้

แทน น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปรสังเกตได้

 แทน ความสัมพันธ์หรือความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร

 แทน ตัวแปรแฝง (latent Variables)

แทน ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable)

2) สัญลักษณ์แทนตัวแปร

ตัวแปรแฝงภายนอก (Exogenous latent Variables) หรือ ตัวแปรหลัก

TIL แทน การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy)

ตัวแปรแฝงภายใน (Endogenous latent Variables)

ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 2 (Second Factor)

KTI แทน ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation)

INA แทน คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute)

ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 (First Factor)

KC แทน ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content)

KP แทน ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process)

KI แทน ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept)

MC แทน การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation)

CT แทน ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

LE แทน ภาวะผู้นำ (Leadership)

ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable)

I1, I2, I3, ..., I23.3 แทน ข้อคำถามที่ 1, 2, 3, ... ถึงข้อคำถามที่ 23.3

ซึ่งจากการศึกษามีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังนี้

ผลระยะที่ 1 ผลการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนย่อยในการดำเนินการที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี และ 2) สร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

1.1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี พบว่า การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1: ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content)

2) ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process)

3) ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept)

องค์ประกอบที่ 2 ลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation)

2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

3) ภาวะผู้นำ (Leadership)

1.2 ผลการตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

จากการตรวจสอบความตรงและความครอบคลุมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 14 ท่าน พบว่า ทุกองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแต่ละองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ดังนี้

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	IOC	แปลผล
KTI	-	0.79	ใช้ได้
	KC	0.79	ใช้ได้
	KP	0.79	ใช้ได้
	KI	0.71	ใช้ได้
INA	-	0.86	ใช้ได้
	MC	0.79	ใช้ได้
	CT	0.79	ใช้ได้
	LE	0.93	ใช้ได้

ดังนั้นสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทุกตัวที่ได้จากการสังเคราะห์มีความตรงและครอบคลุมต่อการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

2. ผลการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1 ผลการสร้างข้อคำถามของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ผู้วิจัยรสร้างข้อคำถามของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมดจำนวน 38 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ แบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ และแบบเชิงสถานการณ์จำนวน 7 ข้อ โดยกรณีตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์เลือกใช้คำถามแบบปรนัยจะมีข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริงจำนวน 25 ข้อ และในกณีตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์ใช้คำถามแบบอัตนัยหรือเชิงสถานการณ์จะมีข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริงจำนวน 23 ข้อ ซึ่งจากที่กล่าวมามีรายละเอียดของการกำหนดกรอบนิยามพฤติกรรมและจำนวนข้อคำถามในการวัด (Table of Specification) ดังในตาราง 8

ตาราง 8 กรอบการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ลักษณะของแบบวัด			ข้อที่	จำนวนข้อ	ข้อที่ใช้จริง
				ปรนัย	อัตนัย	สถานการณ์ที่			
1. ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KTI)	1.1 ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KC)	ความรู้เนื้อหาของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์อย่างรอบด้าน	ความสามารถในการระบุชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	1 - 3	3 (2)	I1, I2
			ความสามารถในการระบุแผนการหรือกลยุทธ์ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	4 - 6	3 (2)	I3, I4
	1.2 ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KP)	ความรู้กระบวนการการออกแบบสร้างหรือผลิตชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	7 - 9	3 (2)	I5, I6
			ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	10 - 12	3 (2)	I7, I8
	1.3 ความรู้รวบยอด	ความรู้ความเข้าใจแนวคิด	ความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	3	-	-	13 - 15	3 (2)	I9, I10

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ลักษณะของแบบวัด			ข้อที่	จำนวนข้อ	ข้อที่ใช้จริง
				ปรนัย	อัตนัย	สถานการณ์ที่			
	นวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KI)	ภาพรวมทั้งหมดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์						
			ความสามารถในการสรุปแนวคิดในภาพรวมที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	16 - 18	3 (2)	I11, I12
2. คุณลักษณะนวัตกร (INA)	2.1 การจัดการและสร้างความรู้ (MC)	ความสามารถในการรวบรวมผสมผสานและสร้างความรู้	ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	19 - 21	3 (2)	I13, I14
			ความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	3	-	-	22 - 24	3 (2)	I15, I16
	2.2 ความคิดสร้างสรรค์ (CT)	ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอด	ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้	1	- 1 -	- - 1	25 28 29	3 (1)	I23.1

หมายเหตุ : ตัวเลขใน (...) คือ จำนวนข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริง

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ลักษณะของแบบวัด			ข้อที่	จำนวนข้อ	ข้อที่ใช้จริง
				ปรนัย	อัตนัย	สถานการณ์ที่			
		คิดแปลกใหม่ คิดออกแบบและสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน	ทางวิทยาศาสตร์						
			ความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	-	-	26		I23.2
					1	-	28		
					-	1	29		
			ความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	1	-	-	27		I23.3
					1	-	28		
					-	1	29		
	2.3 ภาวะผู้นำ (LE)	ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์	ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-	-	2	30	3	I17,
				-	-	3	31	(2)	I18
				1	-	-	32		
		พิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับงานอย่างรอบ	ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้	3	-	-	33 - 35	3 (2)	I19, I20

หมายเหตุ : ตัวเลขใน (...) คือ จำนวนข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริง

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ลักษณะของแบบวัด			ข้อที่	จำนวนข้อ	ข้อที่ใช้จริง
				ปรนัย	อัตนัย	สถานการณ์ที่			
		ด้าน และสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคล	ทางวิทยาศาสตร์						
			ความสามารถในการสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกันเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	-	-	4 5 6	36 - 38	3 (2)	I21, I22
			รวมทั้งหมด	31	1	6		38 (23) / (25)	I1, I2, ..., I23

หมายเหตุ : ตัวเลขใน (...) คือ จำนวนข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริง

- กณีที่ 1 ตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์ใช้คำถามแบบปรนัยจะมีข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริง จำนวน 25 ข้อ
- กณีที่ 2 ตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์ใช้คำถามแบบอัตนัยหรือเชิงสถานการณ์จะมีข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริง จำนวน 23 ข้อ

จากตาราง 8 ผู้วิจัยกำหนดกรอบนิยามพฤติกรรมและจำนวนข้อคำถามในการวัดโดยแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบหลักจากนิยามพฤติกรรมและจำนวนข้อคำถาม (Table of Specification) และสร้างข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 38 ข้อ ประกอบด้วย 1.1) ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content) สร้างข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ โดยข้อที่ 1 ถึง 3 วัดความสามารถในการระบุชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อที่ 4 ถึง 6 วัดความสามารถในการระบุแผนการหรือกลยุทธ์ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้จริงจำนวน 4 ข้อ 1.2) ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process) สร้างข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ โดยข้อที่ 7 ถึง 9 วัดความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อที่ 10 ถึง 12 วัดความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้จริงจำนวน 4 ข้อ 1.3) ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept) สร้างข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ โดยข้อที่ 13 ถึง 15 วัดความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อที่ 16 ถึง 18 วัดความสามารถในการสรุปแนวคิดในภาพรวมที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้จริงจำนวน 4 ข้อ 2.1) การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) สร้างข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ โดยข้อที่ 19 ถึง 21 วัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อที่ 22 ถึง 24 วัดความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้จริงจำนวน 4 ข้อ 2.2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) สร้างข้อคำถาม 3 รูปแบบได้แก่ แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 3 ข้อ โดยในข้อที่ 25 วัดความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 26 วัดความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 27 วัดความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างข้อคำถามแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ คือข้อที่ 28 ที่วัดทั้ง 3 พฤติกรรมดังในข้อที่ 25 ถึง 27 และสร้างข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์จำนวน 1 ข้อ คือข้อที่ 29 ที่วัดทั้ง 3 พฤติกรรมดังในข้อที่ 25 ถึง 27 และนำไปใช้จริงเพียง 1 รูปแบบจากทั้งหมด 3 รูปแบบที่สร้างมา และ 2.3) ภาวะผู้นำ (Leadership) สร้างข้อคำถาม

2 รูปแบบได้แก่ แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 3 ข้อ คือข้อที่ 33 ถึง 35 วัดความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนำไปใช้จริงจำนวน 2 ข้อ และสร้างข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์ จำนวน 6 ข้อ โดยในข้อที่ 29 ถึง 32 วัดความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อที่ 36 ถึง 38 วัดความสามารถในการสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกันเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้จริง จำนวน 4 ข้อ

ทั้งนี้จะมีข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริงในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมดจำนวน 25 ข้อ ในกณีที่ตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์ใช้คำถามแบบปรนัย หรือข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริงทั้งหมดจำนวน 23 ข้อ ในกณีที่ตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์ใช้คำถามแบบอัตนัยหรือเชิงสถานการณ์ โดยมีรายละเอียดของข้อคำถามที่สร้างทั้งหมด 38 ข้อ ดังในตาราง 9

ตาราง 9 ร่างข้อคำถามแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KC)	ความรู้เนื้อหาของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์อย่างรอบด้าน	ความสามารถในการระบุชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 1** ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต้องใช้หรือประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการผลิต ก. ชะลอม ข. ฝาชี ค. ธูป ง. ตะเกียบไม้ไผ่ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 2 แผ่นสังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และน้ำกรด (H_2SO4) อ่อน ๆ เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใช้ข้อใด ก. กรดซัลฟิวริก ข. กรดอะซิติก ค. ฟิวส์ทองแดง ง. แบตเตอรี่ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 3 นิตยาควรใช้ความรู้เรื่องใดในการผลิตน้ำยาล้างจาน ก. ธาตุ ข. สารประกอบ ค. สารละลาย ง. สารบริสุทธิ์ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 1) ก 2) ง 3) ค

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
		ความสามารถในการระบุแผนการหรือกลยุทธ์ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 4** ในสภาวะที่ตลาดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังถึงจุดอิ่มตัวหรืออยู่ในจุดสูงสุดของการขายรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง บริษัทรถยนต์ควรดำเนินการอย่างไร ก. จัดโปรโมชั่น “ฟรีประกันภัยชั้น 1 เป็นเวลา 2 ปี พร้อมชุดแต่งรอบคัน” ข. ลงทุนโฆษณาเพื่อเพิ่มการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ที่มีจำหน่าย ค. ปรับลดราคา 80 % และฟรีดาวน์ ง. เปิดให้ทดลองขับและลุ้นรับโทรศัพท์ IPHONE ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983) และส่วนผสมทางการตลาด (กลยุทธ์การขาย) (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)
			ข้อ 5 สถานการปัจจุบันที่เกิดขึ้นและการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดของบริษัทขายกล้องยี่ห้อใดไม่เหมาะสม ก. บริษัท CANNON “ลด-แลก-แจก-แถม” และเตรียมผลิตกล้องรุ่นใหม่ เพราะตลาดกำลังจะอิ่มตัว ข. บริษัท NIKON เร่งกำลังการผลิตสินค้าหลังประชาสัมพันธ์สินค้าให้ผู้บริโภครู้จักกล้อง DSLR รุ่นใหม่ ในสัปดาห์ที่ผ่านมา

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 4) ก 5) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ค. บริษัท FUJIFILM เร่งกำลังการผลิตกล้อง Fujifilm X - A7 เมื่อรู้ว่าในต่างประเทศกำลังเป็นที่นิยมของช่างภาพ ง. บริษัท KODAK ปิดกิจการเมื่อรู้ว่าสินค้าที่ตนเองผลิตไม่ได้รับความนิยม ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983) และส่วนผสมทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)
			ข้อ 6 บริษัท พีบี อินเตอร์กรุ๊ป (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ผลิตอาหารเสริมน้ำสาหร่ายแดง ทริปเปิ้ลดีพรีเมี่ยมเพื่อสุขภาพ ยาสีฟันสมุนไพรแอสตร้าแซน สบู่สมุนไพรชิงหลิง กาแฟปิสตรองสมุนไพรบำรุงสุขภาพท่านชายวีวันเฮิร์บ ฯลฯ ควรใช้กลยุทธ์ในการขายอย่างไรเพื่อให้ลูกค้าประทับใจและกลับมาซื้อซ้ำ ก. วางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ 7 – 11 ข. โฆษณาจัดโปรโมชั่นประจำทุกเดือน © ขายโดยพนักงาน หรือ ศูนย์ตัวแทนจำหน่าย ง. ซื้อขายโดยตรงกับทางบริษัท ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983) และส่วนผสมทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 6) ค

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KP)	ความรู้กระบวนการการออกแบบสร้างหรือผลิตชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 7** บริษัท Dell ควรดำเนินการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ตามข้อใด เพื่อตอบสนองไลฟ์สไตล์ของนิสิตนักศึกษา ก. ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง → กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข © ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง → กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข ค. กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ →ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อ ง. กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ →ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง→ สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อ

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 7) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 8 บริษัท APPLE ออกแบบไอแพดรุ่นใหม่เพื่อวางจำหน่ายในช่วงคริสมาตส์อีฟ การดำเนินการตามข้อใดยืนยันได้ว่าไอแพดรุ่นใหม่ที่ออกแบบมาจะเป็นที่ต้องการของลูกค้า ก. Steve Job กำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบไอแพดด้วยแนวคิดที่สร้างสรรค์ ข. Tim Cook นำโมเดลต้นแบบไอแพดที่ออกแบบมาทดลองว่าสามารถใช้งานได้จริง ค. David ตรวจสอบความเป็นไปได้ของกระบวนการในการผลิตไอแพดที่ออกแบบ ง. Gook สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อไอแพดรุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 9 บริษัทน้ำดื่มตราฟูจิเมืองเลยต้องการผลิตขวดน้ำดื่มให้มีคุณภาพและเป็นที่จดจำของลูกค้า การดำเนินการตามข้อใดที่บริษัทน้ำดื่มตราฟูจิเมืองเลยไม่ควรละเลย ก. การศึกษาข้อมูลบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มอย่างรอบด้าน ข. การกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มด้วยแนวคิดที่สร้างสรรค์ ค. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของกระบวนการในการผลิตบรรจุภัณฑ์น้ำดื่ม

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 8) ง 9) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ง. การใช้เทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มที่มีความทันสมัย ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
		ความสามารถในการอธิบายขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 10** บริษัทข้าวทิพย์กำลังจะผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ขายเพื่อเพิ่มทางเลือกในการบริโภคให้แก่ลูกค้า บริษัทข้าวทิพย์ควรดำเนินการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ตามข้อใด ก. ทำวิจัยหาข้อมูล → ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว → นำข้าวสายพันธุ์ใหม่ไปทดลองขาย → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธุ์ใหม่ ข. ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ → ทำวิจัยหาข้อมูล → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว → นำข้าวสายพันธุ์ใหม่ไปทดลองขาย → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธ์ใหม่ ค. สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ทำวิจัยหาข้อมูล → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว ง. สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ทำวิจัยหาข้อมูล → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว → ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสาย

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 10) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			พันธุ์ใหม่ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 11 บริษัทรถจักรยานยนต์แห่งหนึ่งตระหนักถึงความจำเป็นในการผลิตอะไหล่ที่มีคุณภาพ บริษัทรถจักรยานยนต์ควรดำเนินการตามข้อใด ก. BMW สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อรถจักรยานยนต์แต่ละรุ่น ข. Ducati ทำวิจัยเกี่ยวกับจักยานยนต์อย่างรอบด้าน ค. Kawasaki ทำรายงานสรุปยอดจำหน่ายรถจักยานยนต์ตามไตรมาสในแต่ละปี ง. Yamaha ประชุมผู้บริหารเพื่อตระหนักถึงความจำเป็นและหาแนวทางในการดำเนินการผลิต ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 12 บริษัทเครื่องเขียน Parker ผลิตดินสอเขียนแบบแต่ยังกำหนดราคาขายที่เหมาะสมไม่ได้ การดำเนินการตามข้อใดจะทำให้ได้ราคาที่มีความเหมาะสม ก. ประชุมฝ่ายขายเพื่อกำหนดราคาขายดินสอเขียนแบบ ข. ประชุมฝ่ายผลิตเพื่อหาต้นทุนในการผลิตดินสอเขียนแบบ

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 11) ง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ค. ทดลองนำดินสอเขียนแบบไปขายจริงในราคาที่แตกต่างกัน ง. สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อราคาดินสอเขียนแบบ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (KI)	ความรู้ความเข้าใจแนวคิดภาพรวมทั้งหมดของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	ความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 13** แนวคิดในข้อใด**ไม่สามารถนำมาใช้**ในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า ก. ปรีดีเสนอให้ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสตรงในรถยนต์ไฟฟ้าเพราะรถยนต์ไฟฟ้าใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ข. ภารดาเสนอให้ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับในรถยนต์ไฟฟ้าเพราะรถยนต์ไฟฟ้าใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ค. สุชาติกล่าวว่าความรู้เรื่องพลังงานจลน์มีส่วนสำคัญเกี่ยวกับระบบการขับเคลื่อนของรถยนต์ไฟฟ้า ง. สายชลแนะนำว่าความรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่มีส่วนสำคัญเกี่ยวกับระบบการขับเคลื่อนของรถยนต์ไฟฟ้า ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 12) ค 13) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ข้อ 14 แนวคิดใด**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ ก. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ข. สามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ได้มหาศาล ค. คิด คำนวณ ได้รวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ ง. สามารถลดต้นทุนด้านทรัพยากรในการผลิต ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 15 เครื่องมือ D.I.Y. ตามข้อใดอาศัยแนวคิดในการผลิตเดียวกับเตาอบไฟฟ้า ก. ทรงกรดใช้สายไฟบ้าน VAF ต่อพ่วงกับแบตเตอรี่ขือตปลาในบ่อ ข. ประสิทธิ์ใช้สายไฟบ้าน VAF ต่อพ่วงระหว่างไฟบ้านกับส้อมเพื่อต้มน้ำร้อน ค. วิเชียรทำไก่อบฟางโดยเผาฟางข้าวที่ปกคลุมปี๊บสังกะสีที่ครอบไก่ที่หมักไว้ ง. วันชัยอบเนื้อหมูที่ห่อด้วยกระดาษฟอยล์ในหม้อสนามที่ภายในมีถ่านติดไฟ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 14) ก 15) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
		ความสามารถในการสรุปแนวคิดในภาพรวมที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 16** แนวคิดหลักสำคัญที่ทำให้เกิดรถยนต์ไฟฟ้า คือข้อใด ก. ความต้องการรถยนต์ที่ใช้พลังงานสะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ข. ทรัพยากรน้ำมันของโลกกำลังลดลงอย่างรวดเร็วและกำลังจะหมดในเร็ววัน ค. ตลาดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังอิ่มตัวและกำลังจะถดถอย ง. ต้นทุนในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
			ข้อ 17 แนวคิดหลักสำคัญที่ทำให้เกิดหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ คือข้อใด ก. หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ ข. หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ค. หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ลดความสูญเสียของทรัพยากรมนุษย์จากการทำงานที่มีความเสี่ยง ง. หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ทดแทนแรงงานมนุษย์ที่มีข้อจำกัด ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 16) ก 17) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ข้อ 18 แนวคิดหลักสำคัญที่ทำให้เกิดวิทยุ โทรทัศน์ และโทรศัพท์ คือข้อใด ก. การอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ข. การสร้างความบันเทิงให้แก่มนุษย์ ค. การสื่อสารระหว่างมนุษย์ ง. การวิวัฒน์ทางปัญญา ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
การจัดการและสร้างความรู้ (MC)	ความสามารถในการรวบรวม ผสมผสาน และสร้างความรู้	ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 19** บริษัท Tesla ต้องการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อรถยนต์ของลูกค้าประกอบการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า บริษัท Tesla ควรดำเนินการตามข้อเสนอของใคร ก. บรรทัดเสนอให้โทรศัพท์สอบถามข้อมูลจากผู้บริโภคที่ใช้รถยนต์แบรนด์ Tesla ทุกรุ่น ข. ประไพรเสนอให้สร้างแบบสอบถามบนเว็บไซต์ที่มีความเกี่ยวข้องกับรถยนต์ทุกยี่ห้อ ค. สมหมายสัมภาษณ์ลูกค้าที่มาเข้ารับบริการที่บริษัทสาขาทั่วประเทศ ง. จำรัสสัมภาษณ์จากพนักงานขายภายในบริษัทสาขาทั่วประเทศ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การเก็บรวบรวมข้อมูล Roger (2003) และการจัดการความรู้ (Katz, 2004)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 18) ค 19) ข

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ข้อ 20 บริษัท Electrolux **ไม่ควร**เลือกใช้เครื่องมือใดในการศึกษาผลการใช้งานจริงของสินค้าที่บริษัทผลิตและจัดจำหน่าย ก. แบบตรวจสอบรายการ ข. แบบสอบถาม ค. แบบสัมภาษณ์ ง. แบบทดสอบ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การเก็บรวบรวมข้อมูล Roger (2003) และการจัดการความรู้ (Katz, 2004)
			ข้อ 21 เมื่อครูมอบหมายให้ผลิตยาสีฟันสมุนไพรไทยสูตรดั้งเดิม นักเรียนจะเลือกวิธีการตามข้อใดในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาผลิตยาสีฟันสมุนไพรไทยสูตรดั้งเดิม ก. สมศรีลงพื้นที่ขอความรู้จากชุมชนที่รวมตัวกันผลิตยาสีฟันสมุนไพรจัดจำหน่าย ข. ศรีนวลศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับยาสีฟันสูตรสมุนไพรไทยแบบดั้งเดิมใน Google Search ค. พิชัยค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับยาสีฟันสูตรสมุนไพรไทยแบบดั้งเดิมในห้องสมุด ง. สมหวังดูวิธีการผลิตยาสีฟันสูตรสมุนไพรไทยแบบดั้งเดิมใน www.youtube.com

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 20) ง 21) ก

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การเก็บรวบรวมข้อมูล Roger (2003) และการจัดการความรู้ (Katz, 2004)
		ความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 22** สุชาดาต้องการสร้างผลิตภัณฑ์กำจัดปลวกโดยไม่ใช้สารเคมี 100 % จำหน่ายจึงทดลองนำใบสาบเสือ พริก และหอมแดงมาบดเข้าด้วยกันและผสมน้ำฉีดพ่น ผลปรากฏว่าจำนวนปลวกลดลง ข้อใดตั้งสมมุติฐานได้ถูกต้อง ก. ใบสาบเสือมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง ข. พริกมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง ค. พริกและหอมแดงมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง ง. ใบสาบเสือ พริก และหอมแดงบดรวมกันมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง
			ข้อ 23 ฟ้าใสต้องการผลิตหมอนยางพาราจำหน่ายจึงทดลองนำน้ำยางพาราที่ผ่านการผสมกับสารเคมีและกวนแล้วมาทดลองเทขึ้นรูป โดยมีผลดังภาพ

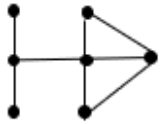
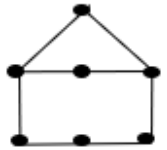
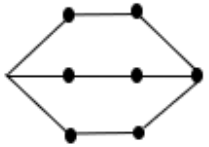
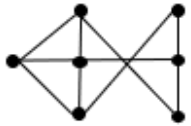
หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 22) ง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การเก็บรวบรวมข้อมูล Roger (2003) และการจัดการความรู้ (Katz, 2004)
		ความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 22** สุชาดาต้องการสร้างผลิตภัณฑ์กำจัดปลวกโดยไม่ใช้สารเคมี 100 % จำหน่ายจึงทดลองนำใบสาบเสือ พริก และหอมแดงมาบดเข้าด้วยกันและผสมน้ำฉีดพ่น ผลปรากฏว่าจำนวนปลวกลดลง ข้อใดตั้งสมมุติฐานได้ถูกต้อง ก. ใบสาบเสือมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง ข. พริกมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง ค. พริกและหอมแดงมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง ง. ใบสาบเสือ พริก และหอมแดงบดรวมกันมีสรรพคุณทำให้ปลวกลดลง
			ข้อ 23 ฟ้าใสต้องการผลิตหมอนยางพาราจำหน่ายจึงทดลองนำน้ำยางพาราที่ผ่านการผสมกับสารเคมีและกวนแล้วมาทดลองเทขึ้นรูป โดยมีผลดังภาพ

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 22) ง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ข้อ 24 อัคนีและวายุทดลองเพิ่มและลดความดันแก๊สในระบบที่อยู่ ณ ภาวะสมดุล พบว่าระบบจะพยายามปรับตัวในทิศทางตรงกันข้ามเพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้ง จากผลการทดลองของอัคนีและวายุสามารถสรุปได้ตามข้อใด ก. ความดันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบแก๊ส ข. สภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบแก๊ส ค. การเปลี่ยนความดันไม่มีผลต่อสภาวะสมดุลของระบบแก๊ส ง. การเปลี่ยนความดันมีผลต่อภาวะสมดุลของระบบแก๊ส ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การเก็บรวบรวมข้อมูล Roger (2003) และการจัดการความรู้ (Katz, 2004)
ความคิดสร้างสรรค์ (CT)	ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอด คิดแปลกใหม่ คิดออกแบบ	ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 25** แนวคิดและทฤษฎีใดเกี่ยวข้องกับการยิงปืน ดังภาพ ที่มาภาพ: https://armyprcenter.com

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 24) ง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์	
	และสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน		ก. กรด - เบส	ข. พลังงานจลน์
			ค. พลังงานศักย์โน้มถ่วง	ง. แรงโน้มถ่วง
			ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)	
		ความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 26** ภาพการลากเส้นผ่านจุดทั้งหมด 7 จุด ตามข้อใดที่นักเรียนชอบ	
			ก. 	ข. 
			ค. 	ง. 
			ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : ความคิดสร้างสรรค์ Guilford (1967)	

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 25) ข 26) ค

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
		ความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 27** การเผาแก๊สมีเทน (CH_4) แอมโมเนียม (NH_3) และไฮโดรเจน (H_2) กับน้ำ (H_2O) แล้วให้ไอของแก๊สผ่านกระแสไฟฟ้าในภาชนะปิดทำให้เกิดสิ่งใด ก. กรดซัลฟิวริก ข. กรดอะมิโน ค. โซเดียมคลอไรด์ ง. แมกนีเซียม ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
		ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอด ให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 28** ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกแบบเทคโนโลยี 1 ชิ้น พร้อมทั้งตั้งชื่อผลงานและอธิบายถึงที่มาของความรู้หรือแนวคิดและกระบวนการในการผลิตเทคโนโลยีที่นักเรียนออกแบบ
		ความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ชื่อผลงาน .....

คำตอบที่ถูกต้อง 27) ก

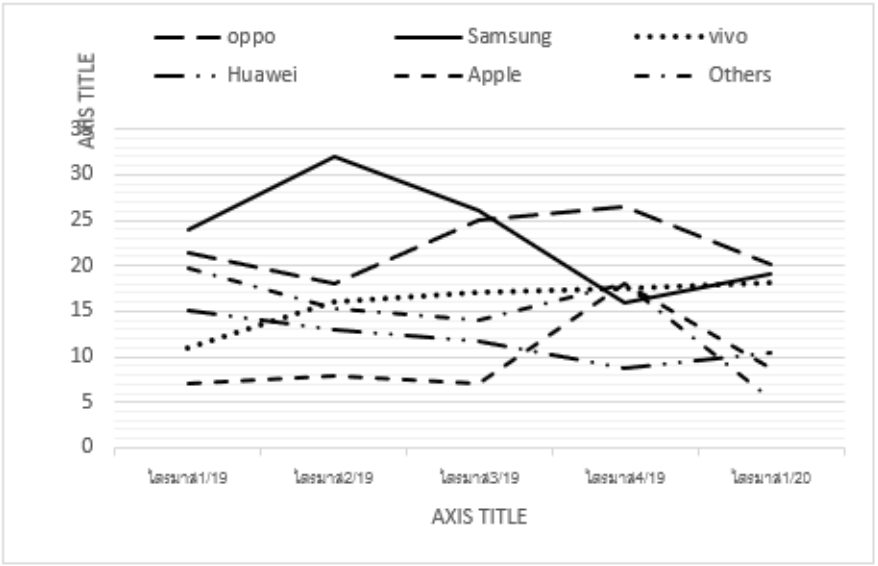
ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
		ความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ที่มาของความรู้หรือแนวคิดในการออกแบบเทคโนโลยี .... กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตเทคโนโลยีที่ออกแบบ .... <u>เกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u> - ความรู้หรือแนวคิดทั้งหมดเป็นรูปธรรมสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่ออกแบบ ..... (2) คะแนน - ความรู้หรือแนวคิดเป็นนามธรรมสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่ออกแบบ ..... (1) คะแนน - ความรู้หรือแนวคิดไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่ออกแบบหรือเลียนแบบ/ลอกแนวคิดของบุคคลอื่น ..... (0) คะแนน

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			<u>เกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u> - เทคโนโลยีที่ออกแบบมีความแตกต่างจากเพื่อนทั้งหมดหรือไม่เคยมีมาก่อน ..... (2) คะแนน - เทคโนโลยีที่ออกแบบคล้ายกับเพื่อนคนใดคนหนึ่ง ..... (1) คะแนน - เทคโนโลยีที่ออกแบบซ้ำกับเพื่อนคนใดคนหนึ่ง หรือเลียนแบบ/ลอก แนวคิดของบุคคลอื่น ..... (0) คะแนน <u>เกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u> - กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตเทคโนโลยีที่ออกแบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ..... (2) คะแนน - กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตเทคโนโลยีที่ออกแบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเพียงบางส่วน ..... (1) คะแนน - กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตเทคโนโลยีที่ออกแบบไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ..... (0) คะแนน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : ความคิดสร้างสรรค์ Guilford (1967) และที่มาของ

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			แนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
		ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**สถานการณ์ที่ 1** (ใช้ตอบคำถามข้อ 29) การแข่งขันเพื่อค้นหาสุดยอดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความคิดสร้างสรรค์แห่งประเทศไทย ชิงทุนการศึกษา 100,000 บาท โดยปีนี้โจทย์ให้นักเรียนออกแบบหน้ากากอนามัยที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์โรคระบาดไวรัส Covid – 19 พร้อมทั้งตั้งชื่อผลงาน และอธิบายถึงที่มาของความรู้หรือแนวคิดและกระบวนการในการผลิตหน้ากากอนามัยที่นักเรียนออกแบบ
		ความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	
		ความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงาน	ชื่อผลงาน .....

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
		หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ที่มาของความรู้หรือแนวคิดในการออกแบบหน้ากากอนามัย .... กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตเทคโนโลยีที่ออกแบบหน้ากากอนามัย .... <u>เกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์</u> - ความรู้หรือแนวคิดทั้งหมดเป็นรูปธรรมสอดคล้องกับหน้ากากอนามัยที่ออกแบบ ..... (2) คะแนน - ความรู้หรือแนวคิดเป็นนามธรรมสอดคล้องกับหน้ากากอนามัยที่ออกแบบ ..... (1) คะแนน - ความรู้หรือแนวคิดไม่สอดคล้องกับหน้ากากอนามัยที่ออกแบบ หรือเลียนแบบ/ลอกแนวคิดของบุคคลอื่น ..... (0) คะแนน

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			เกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - หน้ากากอนามัยที่ออกแบบมีความแตกต่างจากเพื่อนทั้งหมดหรือไม่เคยมีมาก่อน ..... (2) คะแนน - หน้ากากอนามัยที่ออกแบบคล้ายกับเพื่อนคนใดคนหนึ่ง ..... (1) คะแนน - หน้ากากอนามัยที่ออกแบบซ้ำกับเพื่อนคนใดคนหนึ่ง หรือเลียนแบบ/ลอก แนวคิดของบุคคลอื่น ..... (0) คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตหน้ากากอนามัยที่ออกแบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ..... (2) คะแนน - กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตหน้ากากอนามัยที่ออกแบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเพียงบางส่วน ..... (1) คะแนน - กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตหน้ากากอนามัยที่ออกแบบไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ..... (0) คะแนนที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : ความคิดสร้างสรรค์ Guilford (1967) และที่มาของ

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			แนวคิดในการสร้างคำถาม : กระบวนการสร้างนวัตกรรม Roger (1983)
ภาวะผู้นำ (LE)	ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์พิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับงานอย่างรอบด้านและสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกัน	ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**สถานการณ์ที่ 2** (ใช้ตอบคำถามข้อ 30)  **โควิดเป็นเหตุยอดขายรวมตกฮวบเกือบ 30%**

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ไตรมาสแรกของปีเป็นช่วงที่ยอดขายสามาร์ทโฟนมักจะลดลงเป็นปกติอยู่แล้ว แต่ด้วยวิกฤตการณ์ COVID - 19 ทำให้ยอดขายโดยรวมย่ำแย่ลงไปอีก บางแบรนด์ได้รับผลกระทบโดยตรงส่งผลให้ไม่สามารถผลิตสินค้าออกมาขายได้ ... ที่มา : www.asean.idc.asia **ข้อ 30** ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทโทรศัพท์สมาร์ทโฟน SAMSUNG จะดำเนินการอย่างไร ก. ขายโทรศัพท์สมาร์ทโฟนในราคาปกติ ..... (2) คะแนน ข. จัดกิจกรรม ลด แลก แจก แถม ในการขายโทรศัพท์สมาร์ทโฟน (3) คะแนน ค. เร่งกำลังการผลิตโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเพื่อจำหน่าย ..... (0) คะแนน ง. เตรียมผลิตโทรศัพท์สมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ไว้ขายหลังสถานการณ์โรคระบาด Covid – 19 ..... (1) คะแนนเกณฑ์ ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ของผู้นำ (Katz, 2012) และวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ และ กระบวนการทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)

หมายเหตุ : © คือ คำตอบที่ถูกต้อง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			สถานการณ์ที่ 3 (ใช้ตอบคำถามข้อ 31) **โตโยต้า เผยตลาดรถยนต์ในประเทศ ก.ค. 63 มียอดขาย** **รวม 59,335 คัน ลดลง 26.8%** บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด เปิดเผยยอดขายรถยนต์ประจำเดือน ก.ค.63 ว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 59,335 คัน ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา 26.8% ประกอบด้วย รถยนต์นั่ง 18,500 คัน ลดลง 43.6% รถเพื่อการพาณิชย์ 40,835 คัน ลดลง 15.4% ขณะที่ รถกระบะขนาด 1 ตันในเซกเมนท์นี้มีจำนวน 32,707 คัน ลดลง 15.9% โดยสถานการณ์การขายของเดือน ก.ค.63 มีแนวโน้มปรับตัวดีขึ้นจากเดือน มิ.ย.ที่ผ่านมา เนื่องจากรัฐบาลมีการผ่อนปรนมาตรการระยะที่ 5 ทำให้ธุรกิจสามารถกลับมาดำเนินการได้ ประกอบกับรัฐบาลออกมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจจากสถานการณ์โควิด - 19 รวมถึงมาตรการช่วยเหลือการท่องเที่ยวในประเทศ "เที่ยวปันสุข" เพื่อช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจก่อให้เกิดการใช้จ่าย ส่งผลในเชิงบวกให้กับตลาดรถยนต์ สำหรับเดือน ก.ค.นี้ จากการที่ภาครัฐได้ดำเนินการผ่อนคลายให้ธุรกิจสามารถกลับมาดำเนินการได้ ภายใต้มาตรการที่กำหนด และการควบคุมสถานการณ์เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น รวมถึงการเริ่มมีการจัดงานส่งเสริมการขายรถยนต์ ได้แก่ งาน Bangkok International

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ปลายเดือน ก.ค.ที่ผ่านมาจนถึงเดือน ส.ค. สร้างความเชื่อมั่นให้ประชาชนและผู้บริโภค ส่งผลให้ตลาดรถยนต์ในเดือนสิงหาคมมีทิศทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนตลาดรถยนต์สะสม 7 เดือน (ม.ค.-ก.ค.63) มีปริมาณการขาย 387,939 คัน ลดลง 35.9% จากช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา โดยตลาดรถยนต์นั่งมีอัตราการเติบโตลดลง 42.2% ตลาดรถเพื่อการพาณิชย์มีอัตราการเติบโตลดลง 31.7% เป็นผลกระทบมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด - 19 ไม่เพียงแต่ตลาดรถยนต์ไทย แต่ส่งผลต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศและทั่วโลกติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง ที่มา : https://www.ryt9.com **ข้อ 31** จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบริษัทโตโยต้าควรดำเนินการอย่างไร ก. ขายรถยนต์ในราคาตามปกติ ..... (2) คะแนน ข. จัดกิจกรรม ลด แลก แจก แถม ในการขายรถยนต์..... (3) คะแนน ค. เร่งกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อจำหน่าย ..... (0) คะแนน ง. เตรียมผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ไว้ขายหลังสถานการณ์โรคระบาด Covid - 19 ..... (1) คะแนน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ของผู้นำ (Katz, 2012) และวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ และ กระบวนการทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์,2550)

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ข้อ 32 บริษัทรถยนต์ในข้อใดกำหนดกลยุทธ์ในการดำเนินการ**ไม่ถูกต้อง** ก. บริษัท TOYOTA เร่งกำลังการผลิตสินค้าหลังโฆษณาสินค้าให้ผู้บริโภครู้จักรถยนต์รุ่น Camry ในสัปดาห์ที่ผ่านมา ข. บริษัท CHEVROLET “ลด-แลก-แจก-แถม” และเตรียมผลิตรถยนต์ใหม่เมื่อรู้ว่าตลาดรถยนต์รุ่น COLORADO กำลังจะอิ่มตัว ค. บริษัท HONDA เร่งกำลังการผลิตเมื่อรู้ว่าในต่างประเทศกำลังนิยมใช้รถยนต์รุ่น Accord ง. บริษัท NISSAN ปิดกิจการเมื่อรู้ว่าสินค้าตนเองผลิตไม่ได้รับความนิยม ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ของผู้นำ (Katz, 2012) และวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ และ กระบวนการทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)
		ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์	**ข้อ 33** วิชัยเป็นเจ้าของบริษัทรถยนต์และต้องการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ออกจำหน่าย ภายใต้สถานการณ์ฉุกเฉินโรคระบาดไวรัส Covid – 19 เพื่อประโยชน์สูงสุดของบริษัทวิชัยควรตัดสินใจดำเนินการตามข้อใด เมื่อได้รับข้อมูลดังนี้ ผู้บริหารงานองค์กร : บริษัทมีความพร้อมที่จะผลิตรถยนต์รุ่นใหม่

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 32) ก

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
		ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้บริหารฝ่ายขาย : ลูกค้าต้องการรถยนต์รุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะดีกว่าเดิม ผู้บริหารฝ่ายผลิต: อะไหล่ที่ใช้ในการผลิตช่วงนี้ราคาค่อนข้างสูง ผู้บริหารฝ่ายการตลาด : ปัจจุบันลูกค้ามีความต้องการรถยนต์ที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ก. ควรดำเนินการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ให้มีสมรรถนะที่ดี ข. ควรดำเนินการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ให้ปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศน้อย ค. ควรดำเนินการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของผู้ซื้อ ง. ชะลอการผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ออกไปก่อน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : ความสามารถในการตัดสินใจ (Katz, 2012) และกระบวนการทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)
			ข้อ 34 กมลวรรณเป็นเจ้าของบริษัทโทรศัพท์มือถือจะดำเนินการอย่างไรเมื่อได้รับข้อมูลผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานและพฤติกรรมการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนของคนไทยดังตาราง

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 33) ง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อโทรศัพท์ใหม่	
อันดับ	ปัจจัย
1	สเปคเครื่องแรง
2	แบตเตอร์รี่ใช้งานได้นาน
3	หน้าจอใหญ่
4	ถ่ายรูปสวย
5	ออกแบบสวย วัสดุดี

อัตราการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือเครื่องใหม่		
อันดับ	พฤติกรรม	ร้อยละ
1	1 - 2 ปี	35.60
2	มากกว่า 2 ปี	35.20
3	6 เดือน ถึง 1 ปี	18.80
4	น้อยกว่า 6 เดือน	10.40

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์

โปรโมชั่นโดนใจที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ		
อันดับ	โปรโมชั่น	ร้อยละ
1	ของแถมพรีเมี่ยม, อุปกรณ์เสริม	35.50
2	สามารถผ่อนชำระ 0% ได้	29.60
3	เพิ่มประกันสินค้า	21.20
4	ซื้อพร้อมแพ็กเกจ ลดค่าเครื่อง	13.70
กิจกรรมบนสมาร์ทโฟนที่ได้รับความนิยมสูงสุด		
อันดับ	พฤติกรรม	ร้อยละ
1	การเล่นโซเชียลเน็ตเวิร์ก เช่น Facebook, Instagram	23.10
2	การแชท เช่น Line, Messenger	22.50
3	การโทรออก รับสายสนทนา ฟังก์ชั่นพื้นฐาน	17.30
4	เล่นเกม	14.40
5	ถ่ายภาพและวีดีโอ	12.70
6	ใช้แอพพลิเคชั่นอื่นๆ ในการทำงาน และการศึกษา	10.00

ที่มา : www.thaihealth.or.th

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ก. ดำเนินการผลิตมือถือสเปคเครื่องแรงและแบตเตอรี่ใช้งานได้นาน ข. ดำเนินการผลิตมือถือที่แบตเตอรี่ที่ใช้งานได้นานและผ่อนชำระได้ ค. ดำเนินการผลิตมือถือที่สวย วัสดุดี และแจกของแถมพรีเมี่ยม ง. ชะลอการผลิตโทรศัพท์มือถือสมาร์โฟนออกไปก่อน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : ความสามารถในการตัดสินใจ (Katz, 2012) และกระบวนการทางการตลาด (เสริมยศ ธรรมรักษ์, 2550)
		ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 35** สุพจน์เป็นเจ้าของบริษัทรถยนต์ไฟฟ้าและได้รับข้อมูลจากการประชุมวิสามัญประจำปีผ่านระบบวีดีโอคอนเฟอร์เร้นเพื่อรับมือกับวิกฤตทางการเมือง เศรษฐกิจ และโรคระบาดไวรัส Covid - 19 ของบริษัทรถยนต์ไฟฟ้าสัญชาติไทย สรุปได้ดังนี้ หัวหน้าฝ่ายขาย : ลูกค้าต้องการรถยนต์รุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะดีกว่าเดิม หัวหน้าฝ่ายผลิต: อะไหล่ที่ใช้ในการผลิตช่วงนี้ราคาค่อนข้างสูง หัวหน้าฝ่ายการตลาด : ปัจจุบันลูกค้ามีความต้องการรถยนต์ที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลดังที่กล่าวมาข้างต้น สุพจน์ควรดำเนินการอย่างไร ก. มุ่งผลิตรถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 34) ก

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ข. มุ่งผลิตรถยนต์ที่ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำเป็นหลัก ค. มุ่งผลิตรถยนต์ที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของผู้บริโภคเป็นหลัก ง. ให้ชะลอการผลิตออกไปก่อน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : ความสามารถในการตัดสินใจ (Katz, 2012) และองค์กรและการจัดการ (สุวัฒน์ ศิรินิรันดร์ และ ภาวนา สายชู, 2551)
		ความสามารถในการสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกันเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์	**ข้อ 36** นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสิ่งที่ฝ่ายบริหารโรงแรมดุสิตธานี หัวหิน ปฏิบัติในข่าว ก. เฉย ๆ เป็นปกติของการทำข่าวประชาสัมพันธ์ ..... (0) คะแนน ข. คงทำเพราะเป็นหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ ..... (1) คะแนน ค. เป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องและน่าชื่นชม ..... (2) คะแนน ง. ควรนำมาเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติ ..... (3) คะแนน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การปฏิบัติของผู้นำมืออาชีพ (Katz, 2012) และระดับขั้นของเจตพิสัย (Anderson & Others, 2001)

หมายเหตุ : คำตอบที่ถูกต้อง 35) ง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			สถานการณ์ที่ 5 (ใช้ตอบคำถามข้อ 37) **ปลัดกระทรวงแรงงานนำข้าราชการรวมพลังศิกออฟกิจกรรม 5 ส** **สร้างความมั่นใจให้ประชาชน** ปลัดกระทรวงแรงงาน นำ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ คิกออฟกิจกรรม 5 ส ของกระทรวงแรงงาน รวมพลัง สร้างการมีส่วนร่วม ดูแลสถานที่ทำงาน ให้มีระเบียบ สะอาด สวยงาม ปลอดภัย สร้างความพึงพอใจและความมั่นใจให้กับประชาชนผู้มารับบริการ เมื่อวันที่ 6 ธ.ค.61 ปลัดกระทรวงแรงงาน เป็นประธานในพิธีเปิด Kick Off กิจกรรม 5 ส ของกระทรวงแรงงาน ณ บริเวณชั้นล่าง อาคารกระทรวงแรงงาน จากนั้นกล่าวว่า กิจกรรม 5 ส เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กร และพัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพ ซึ่งกิจกรรม 5 ส ได้แก่ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย 3 ส แรก เป็นการพัฒนาสถานที่ ส่วน 2 ส หลัง เป็นการพัฒนาคน โดยประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนของการดำเนินกิจกรรม ได้แก่ สถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรก บุคลากรมีสุขภาพกายและใจที่ดี บุคลากรมีระเบียบวินัยมากขึ้น ขจัดความสิ้นเปลืองของทรัพยากร วัสดุและงบประมาณ และการลด

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			การเก็บเอกสารที่ซ้ำซ้อนลง นอกจากนี้กิจกรรม 5 ส ยังช่วยลดต้นทุนของหน่วยงานลงอีกด้วย ปลัดกระทรวงแรงงาน กล่าวต่อว่า การดำเนินกิจกรรม 5 ส ก่อให้เกิดการทำงานที่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย ตลอดจนสร้างทัศนคติที่ดีในการทำงานของบุคลากรในหน่วยงาน สร้างความพึงพอใจและความมั่นใจให้กับประชาชนผู้รับบริการ โดยการนำกิจกรรม 5 ส มาเป็นก้าวแรกของการบริหารที่จะนำไปสู่การปรับปรุงการปฏิบัติงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพในงาน รวมทั้งช่วยพัฒนาจิตสำนึกในมาตรฐานการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นพื้นฐานการพัฒนาไปสู่ระบบการบริหารงานคุณภาพตามมาตรฐานสากลต่อไป "กิจกรรมในครั้งนี้ เป็นการแสดงพลังอย่างเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้มีโอกาสดูแลสถานที่ทำงาน ให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย สะอาด สวยงาม และมีความปลอดภัย และหวังว่าทุกท่านจะนำประสบการณ์ที่ได้ช่วยขยายผลไปสู่ครอบครัว และชุมชน ให้มีการร่วมแรง ร่วมใจกัน รณรงค์ให้เกิดประโยชน์ ต่อตนเองและประเทศชาติต่อไป" ภายในงานยังมีกิจกรรมบิ๊กคลีนนิ่งเดย์ โดยบุคลากรทุกหน่วยงานในสังกัดกระทรวงแรงงานร่วมกันทำความสะอาดพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยงาน ภายในบริเวณกระทรวงแรงงาน กิจกรรมตลาดนัดรีไซเคิล กิจกรรม 5 ส ภายในสถานที่ทำงานของตนเอง

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			นิทรรศการและการออกบูทกิจกรรมจากสถาบันการจัดการบรรจุภัณฑ์และรีไซเคิลเพื่อสิ่งแวดล้อม และ บริษัทไฟเบอร์พัฒน์ จำกัด โดยได้รับการสนับสนุนเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ทำความสะอาดจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ในการจัดกิจกรรมรณรงค์ ที่มา : https://www.thairath.co.th **ข้อ 37** นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสิ่งที่ปลัดกระทรวงแรงงานปฏิบัติในข่าว ก. เฉย ๆ เป็นปกติของการทำข่าวประชาสัมพันธ์ ..... (0) คะแนน ข. คงทำเพราะเป็นหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ ..... (1) คะแนน ค. เป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องและน่าชื่นชม ..... (2) คะแนน ง. ควรนำมาเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติ ..... (3) คะแนน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การปฏิบัติของผู้นำมืออาชีพ (Katz, 2012) และระดับขั้นของเจตพิสัย (Anderson & Others, 2001)

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			สถานการณ์ที่ 6 (ใช้ตอบคำถามข้อ 38) **จ.สมุทรปราการขอความร่วมมือประชาชนและหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมใจประหยัดพลังงาน** ผู้ว่าราชการจังหวัดสมุทรปราการ กล่าวว่า จังหวัดสมุทรปราการ เชิญชวนขอให้หน่วยงานราชการ และรัฐวิสาหกิจและประชาชนทุกพื้นที่ช่วยกันประหยัดพลังงาน ทั้งการปรับอุณหภูมิในสถานที่ทำงานให้อยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส และปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงบ่ายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง รวมถึงให้ทุกหน่วยงานปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อไม่ได้ใช้งานด้วย นอกจากนี้ ขอให้ช่วยกันทำความสะอาดหลอดไฟให้ใสไร้ฝุ่น ไม่เปิดโทรทัศน์ทิ้งไว้เมื่อไม่มีคนดูและปิดโทรทัศน์ที่ตัวเครื่องทุกครั้ง ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีสัญลักษณ์เบอร์ 5 ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกครั้ง ตั้งตู้เย็นห่างจากผนังอย่างน้อย 15 เซนติเมตร ไม่นำอาหารร้อนเข้าตู้เย็น ไม่เปิดตู้เย็นบ่อยๆ ถอดปลั๊กกระติกน้ำร้อนเมื่อเดือดแล้ว เลิกพฤติกรรมการเสียบแช่ทิ้งไว้ตลอดวัน ปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้งานเกิน 15 นาที ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อเลิกใช้งานร่วมกันกำหนดมาตรการประหยัดไฟฟ้า รวมถึงการใช้พลังงานต่างๆ ภายในหน่วยงานเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกันให้บังเกิดผลอย่างจริงจัง พร้อมทั้งให้มีการประชาสัมพันธ์รณรงค์ให้ประชาชนร่วมกันประหยัดไฟฟ้า และการใช้พลังงานต่างๆ ทางสื่อต่าง ๆ อาทิ หอกระจายข่าว เสียงตามสาย เคเบิ้ลทีวีและวิทยุชุมชนในพื้นที่ด้วย

ตัวบ่งชี้	นิยาม	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ข้อคำถาม / สถานการณ์
			ที่มา : สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดสมุทรปราการ **ข้อ 38** ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทในจังวัดสมุทรปราการจะดำเนินการอย่างไรภายในบอกบริษัทเพื่อแสดงออกถึงความร่วมมือในครั้งนี้ ก. ประชาสัมพันธ์แนวทางการปฏิบัติให้พนักงานทุกคนทราบ ..... (0) คะแนน ข. ปฏิบัติเป็นแบบอย่างและกำหนดเป็นนโยบายในการปฏิบัติขององค์กร ..... (3) คะแนน ค. ปฏิบัติเป็นแบบอย่างและประชาสัมพันธ์แนวทางการปฏิบัติให้พนักงานทุกคนทราบ ..... (2) คะแนน ง. ประชุมผู้บริหารและมอบหมายให้ไปดำเนินการตามความเหมาะสม ..... (1) คะแนน ที่มาของแนวคิดในการสร้างคำถาม : การปฏิบัติของผู้นำมืออาชีพ (Katz, 2012)

โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนในการตอบข้อคำถามในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามรูปแบบของข้อคำถามดังนี้

1) ข้อคำถามแบบปรนัย จำนวน 18 ข้อ ให้คะแนนโดยการตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิด ได้ 0 คะแนน

2) ข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์ จำนวน 4 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดของ Anderson & Others (2001) โดยการตอบในขั้นการรับรู้ (Receiving) ได้ 0 คะแนน การตอบในขั้นการตอบสนอง (Responding) ได้ 1 คะแนน การตอบในขั้นการเห็นคุณค่า (Valuing) ได้ 2 คะแนน และการตอบในขั้นการจัดการหรือการจัดระบบ ได้ 3 คะแนน

3) ข้อคำถามแบบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ (3 ข้อย่อย) ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามแนวคิดของ Anderson & Others (2001) โดยการตอบในขั้นรับรู้ (Perceptions) ได้ 1 คะแนน การตอบในขั้นเตรียมพร้อม (Set) ได้ 2 คะแนน และการตอบในขั้นการตอบสนองตามที่กำหนด (response) ได้ 3 คะแนน

2.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อคำถามของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ของข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นทั้งหมด โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่า ข้อคำถามที่สร้างขึ้นทั้งหมด 38 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด 37 ข้อ ยกเว้นข้อ 25 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพด้านตวามตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 0.40) ดังนั้นในแบบวัดการรู้แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะมีข้อคำถามที่จะนำไปใช้จริงจำนวน 23 ข้อ เพราะตัวบ่งชี้ด้านความคิดสร้างสรรค์ใช้คำถามแบบอัตนัย โดยมีผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของข้อคำถามแต่ละข้อดังนี้

ข้อคำถามที่	IOC	แปลผล
1	0.80	ใช้ได้
2	1.00	ใช้ได้
3	1.00	ใช้ได้
4	0.80	ใช้ได้
5	0.60	ใช้ได้

6	0.80	ใช้ได้
7	1.00	ใช้ได้
8	1.00	ใช้ได้
9	1.00	ใช้ได้
10	1.00	ใช้ได้
11	1.00	ใช้ได้
12	1.00	ใช้ได้
13	1.00	ใช้ได้
14	1.00	ใช้ได้
15	1.00	ใช้ได้
16	1.00	ใช้ได้
17	1.00	ใช้ได้
18	0.80	ใช้ได้
19	1.00	ใช้ได้
20	0.80	ใช้ได้
21	1.00	ใช้ได้
22	0.60	ใช้ได้
23.1	1.00	ใช้ได้
23.2	1.00	ใช้ได้
23.3	1.00	ใช้ได้

และผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) ของข้อคำถามที่ใช้จริงในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด จากการทดลองใช้ (Try Out) พบว่า ข้อคำถามทั้ง 23 ข้อ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปใช้ได้ โดยสามารถสรุปรายละเอียดของความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อคำถามแต่ละข้อ และความเที่ยง (Reliability) ทั้งฉบับ ดังนี้

ข้อที่	ความยากง่าย				อำนาจจำแนก				แปลผล
	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง	
1	0.30	0.17	0.43*	0.10	0.73	0.07	0.78*	0.20	ใช้ได้

2	0.10	0.10	0.13	0.67*	0.09	0.18	0.18	0.46*	ใช้ได้
3	0.40*	0.07	0.30	0.23	1.00*	0.09	0.73	0.18	ใช้ได้
4	0.40	0.30*	0.20	0.10	0.67	0.72*	0.07	0.13	ใช้ได้
5	0.27	0.27*	0.37	0.10	0.24	0.54*	0.39	0.09	ใช้ได้
6	0.23	0.27*	0.23	0.27	0.36	0.63*	0.33	0.67	ใช้ได้
7	0.27	0.23*	0.27	0.23	0.67	0.33*	0.64	0.36	ใช้ได้
8	0.13	0.37	0.27	0.23*	0.11	0.89	0.64	0.36*	ใช้ได้
9	0.27*	0.27	0.23	0.23	0.67*	0.64	0.36	0.33	ใช้ได้
10	0.40	0.27*	0.20	0.13	0.08	0.50*	0.50	0.08	ใช้ได้
11	0.13	0.23	0.43*	0.20	0.07	0.58	0.90*	0.25	ใช้ได้
12	0.13	0.23	0.37	0.27*	0.07	0.33	0.32	0.72*	ใช้ได้
13	0.27	0.27*	0.23	0.23	0.67	0.73*	0.33	0.27	ใช้ได้
14	0.27*	0.50	0.10	0.13	0.78*	0.90	0.05	0.11	ใช้ได้
15	0.13	0.23	0.23	0.40*	0.25	0.63	0.58	0.29*	ใช้ได้
16	0.27	0.20	0.43*	0.10	0.08	0.50	0.33*	0.25	ใช้ได้
17	เป็นข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์								ใช้ได้
18	เป็นข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์								ใช้ได้
19	0.27	0.23	0.27	0.23*	0.70	0.30	0.60	0.40*	ใช้ได้
20	0.43*	0.07	0.27	0.23	0.91*	0.09	0.70	0.20	ใช้ได้
21	เป็นข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์								ใช้ได้
22	เป็นข้อคำถามแบบเชิงสถานการณ์								ใช้ได้
23.1	P = 0.65			,		R = 0.56			ใช้ได้
23.2	P = 0.61			,		R = 0.56			ใช้ได้
23.3	P = 0.62			,		R = 0.56			ใช้ได้
และค่าความเที่ยงทั้งฉบับ α มีค่าเท่ากับ 0.71									ใช้ได้

หมายเหตุ: * คือ คำตอบที่ถูกต้อง

จากผลการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ความตรง (Validity) ค่าความยากง่าย (Difficulty) วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังที่กล่าวมาขางต้น พบว่า ค่าความตรง (Validity) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ โดยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามและวัตถุประสงค์ในการวัด IOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ความยากง่าย (Difficulty) ของข้อสอบปรนัยจำนวน 18 ข้อ พบว่า อยู่ในระดับค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.67 อำนาจจำแนก (Discrimination) พบว่า อยู่ในระดับจำแนกได้พอใช้ถึงมากที่สุด โดยมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.91 และค่าความเที่ยงทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.71 โดยสามารถสรุปรายละเอียดของคุณภาพของข้อคำถามแต่ละข้อในภาพรวมดังนี้

ข้อ 1 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.80 ตัวถูกข้อ ค มีความยากง่ายปานกลาง (0.43) จำแนกได้ดีมาก (0.78) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 2 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ง ค่อนข้างง่าย (0.67) จำแนกได้ดี (0.46) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 3 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ก มีความยากง่ายปานกลาง (0.40) จำแนกได้ดีมาก (1.00) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 4 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.80 ตัวถูกข้อ ข ค่อนข้างยาก (0.30) จำแนกได้ดีมาก (0.72) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 5 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.60 ตัวถูกข้อ ข ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดี (0.54) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 6 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.80 ตัวถูกข้อ ข ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดีมาก (0.63) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 7 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ข ค่อนข้างยาก (0.23) จำแนกได้พอใช้ (0.33) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 8 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ง ค่อนข้างยาก (0.23) จำแนกได้พอใช้ (0.36) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 9 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ก ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดี (0.67) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 10 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ข ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดี (0.50) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 11 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ค มีความยากง่ายปานกลาง (0.43) จำแนกได้ดีมาก (0.90) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 12 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ง ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดีมาก (0.72) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 13 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ข ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดีมาก (0.73) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 14 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ก ค่อนข้างยาก (0.27) จำแนกได้ดีมาก (0.78) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 15 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ง มีความยากง่ายปานกลาง (0.40) จำแนกได้พอใช้ (0.29) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 16 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ค มีความยากง่ายปานกลาง (0.43) จำแนกได้พอใช้ (0.33) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 19 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ตัวถูกข้อ ง ค่อนข้างยาก (0.23) จำแนกได้ดี (0.40) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 20 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.80 ตัวถูกข้อ ก มีความยากง่ายปานกลาง (0.43) จำแนกได้ดีมาก (0.91) และตัวลวงทุกตัวมีประสิทธิภาพ

ข้อ 23.1 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 เป็นข้อคำถามที่มีความยากง่ายปานกลาง (0.65) และจำแนกได้ดี (0.56)

ข้อ 23.2 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 เป็นข้อคำถามที่มีความยากง่ายปานกลาง (0.61) และจำแนกได้ดี (0.56)

ข้อ 23.3 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 เป็นข้อคำถามที่มีความยากง่ายปานกลาง (0.62) และจำแนกได้ดี (0.56)

ข้อ 17, 18, 21 และ 22 เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00, 0.80, 1.00 และ 0.60 ตามลำดับ

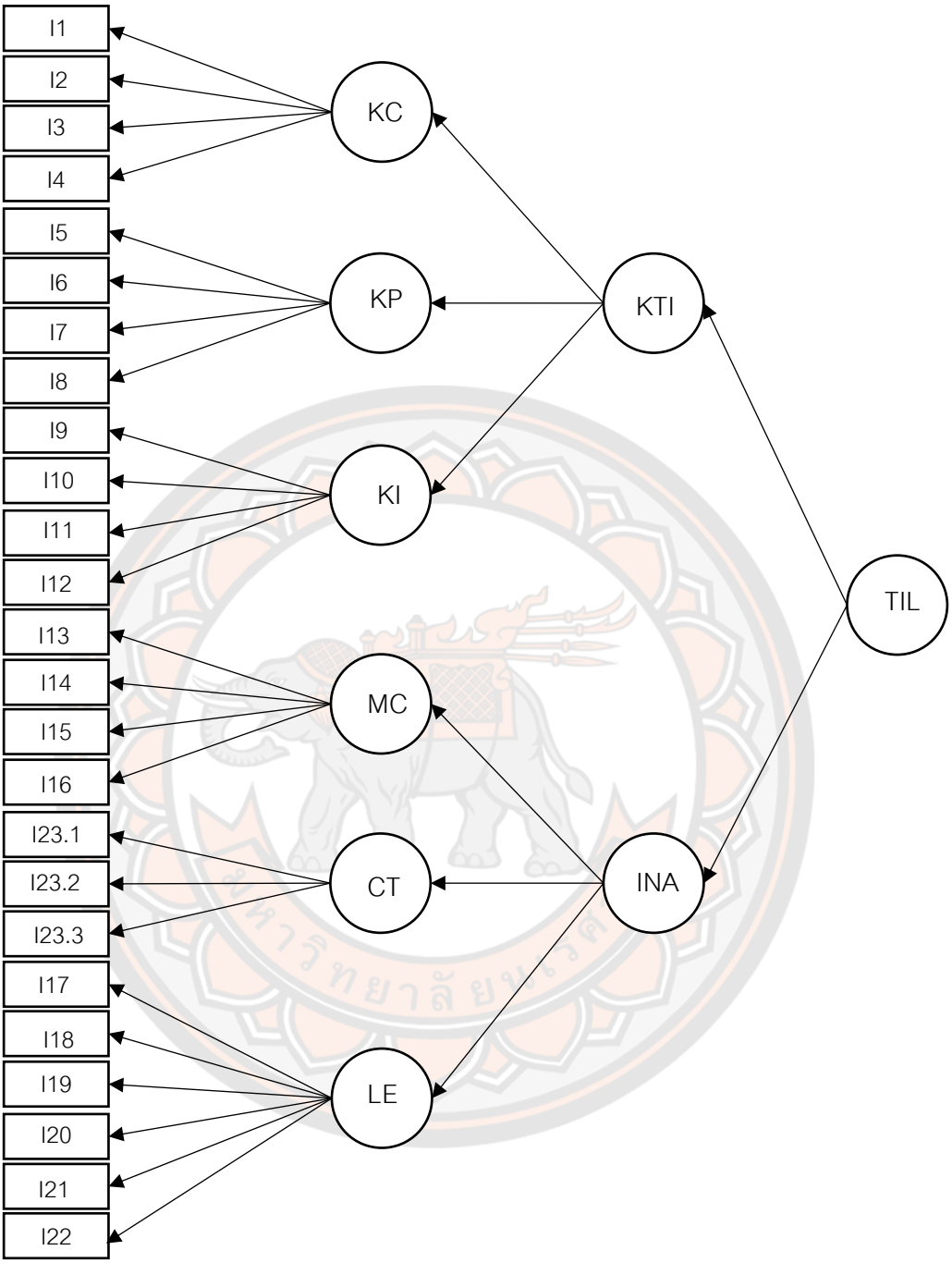
ดังนั้นสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่าข้อคำถามทั้ง 23 ข้อ ที่ใช้ในแบบแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อคำถามที่มีความถูกต้องและเหมาะสมในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลระยะที่ 2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนในการดำเนินการที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 2) การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจากผลการดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. ผลการร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้จากกระบวนศึกษาค้นคว้าเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลักหรือตัวแปรแฝงภายนอก (Exogenous latent Variables) คือการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy: TIL) การสังเคราะห์และหาคุณภาพขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้อันนำมาซึ่งองค์ประกอบหรือตัวแปรแฝงภายใน (Endogenous latent Variables) ทั้งสองลำดับ อันได้แก่ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 2 (Second Factor) จำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation: KTI) และ 2) คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute: INA) และตัวบ่งชี้ หรือตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 (First Factor) ทั้ง 6 ตัว ได้แก่ 1) ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content: KC) 2) ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process: KP) 3) ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept: KI) 4) การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation: MC) 5) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking: CT) และ 6) ภาวะผู้นำ (Leadership: LE) และการสร้างข้อคำถามอันนำมาซึ่งตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) ทั้ง 25 ตัว ได้แก่ ตัวแปรสังเกตได้ที่ 1, 2, 3, ..., ถึง ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 25 โดยสามารถสรุปเป็นร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ดังภาพ 7



ภาพ 7 ร่างโมเดลการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

2.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบวัด

การวิจัยขั้นตอนนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับข้อมูลจริงทั้งหมดจำนวน 254 คน คิดเป็นร้อยละ 64.00 ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จาก

การสุ่ม เป็นนักเรียนชายจำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 26.00 และ นักเรียนหญิงจำนวน 188 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00

2.2 ข้อมูลพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่อง นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตัวแปร	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14
I1	1.00													
I2	0.60**	1.00												
I3	0.57**	0.53**	1.00											
I4	0.18**	0.16*	0.25**	1.00										
I5	0.60**	0.41**	0.45**	0.20**	1.00									
I6	0.64**	0.39**	0.47**	0.22**	0.90**	1.00								
I7	0.62**	0.39**	0.45**	0.21**	0.89**	0.92**	1.00							
I8	0.51**	0.42**	0.38**	0.23**	0.46**	0.48**	0.46**	1.00						
I9	0.61**	0.38**	0.45**	0.24**	0.88**	0.90**	0.91**	0.44**	1.00					
I10	0.61**	0.41**	0.46**	0.22**	0.91**	0.93**	0.94**	0.45**	0.94**	1.00				
I11	0.63**	0.41**	0.46**	0.22**	0.91**	0.91**	0.94**	0.45**	0.94**	0.97**	1.00			
I12	0.54**	0.34**	0.35**	0.18**	0.56**	0.59**	0.57**	0.52**	0.56**	0.58**	0.58**	1.00		
I13	0.50**	0.28**	0.31**	0.28**	0.58**	0.58**	0.59**	0.25**	0.57**	0.60**	0.60**	0.40**	1.00	
I14	0.45**	0.25**	0.28**	0.29**	0.59**	0.56**	0.58**	0.24**	0.57**	0.59**	0.62**	0.40**	0.80**	1.00

หมายเหตุ : * คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.05, ** คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ตัวแปร	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14
I15	0.49**	0.26**	0.35**	0.22**	0.59**	0.59**	0.60**	0.23**	0.62**	0.61**	0.63**	0.37**	0.64**	0.76**
I16	0.53**	0.30**	0.38**	0.24**	0.64**	0.64**	0.66**	0.26**	0.68**	0.66**	0.68**	0.46**	0.63**	0.74**
I23.1	0.19**	0.27**	0.17**	00.11	0.29**	0.30**	0.30**	0.15*	0.26**	0.29**	0.28**	0.13*	0.41**	0.52**
I23.2	0.32**	0.21**	0.20**	0.15*	0.35**	0.35**	0.36**	0.20**	0.37**	0.35**	0.35**	0.18**	0.50**	0.63**
I23.3	0.33**	0.20**	0.19**	0.15*	0.36**	0.36**	0.37**	0.22**	0.36**	0.37**	0.37**	0.19**	0.52**	0.66**
I17	0.31**	0.19**	0.12*	0.18**	0.31**	0.32**	0.31**	0.20**	0.29**	0.30**	0.30**	0.20**	0.53**	0.71**
I18	0.20**	0.22**	0.20**	0.22**	0.29**	0.30**	0.31**	0.17**	0.27**	0.29**	0.30**	0.16**	0.53**	0.71**
I19	00.11	00.12	0.37**	0.38**	0.25**	0.26**	0.23**	00.11	0.22**	0.22**	0.22**	00.07	0.42**	0.56**
I20	0.48**	0.44**	0.39**	0.15*	0.47**	0.48**	0.48**	0.37**	0.43**	0.47**	0.47**	0.37**	0.45**	0.44**
I21	0.53**	0.41**	0.27**	0.14*	0.44**	0.46**	0.45**	0.33**	0.40**	0.44**	0.45**	0.36**	0.46**	0.44**
I22	0.50**	0.43**	0.21**	0.13*	0.37**	0.38**	0.36**	0.37**	0.32**	0.36**	0.37**	0.36**	0.42**	0.41**

หมายเหตุ : * คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.05,

** คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ตัวแปร	I15	I16	I23.1	I23.2	I23.3	I17	I18	I19	I20	I21	I22
I15	1.00										
I16	0.84**	1.00									
I23.1	0.33**	0.32**	1.00								
I23.2	0.44**	0.42**	0.79**	1.00							
I23.3	0.47**	0.45**	0.79**	0.93**	1.00						
I17	0.48**	0.45**	0.62**	0.69**	0.75**	1.00					
I18	0.51**	0.48**	0.61**	0.60**	0.64**	0.80**	1.00				
I19	0.36**	0.32**	0.49**	0.49**	0.54**	0.45**	0.55**	1.00			
I20	0.37**	0.39**	0.46**	0.49**	0.49**	0.42**	0.57**	0.30**	1.00		
I21	0.35**	0.37**	0.51**	0.55**	0.55**	0.58**	0.41**	0.13*	0.70**	1.00	
I22	0.30**	0.31**	0.47**	0.52**	0.51**	0.53**	0.40**	0.13*	0.64**	0.88**	1.00
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of sampling adequacy = 0.909											
Bartlett's test of sphericity = 7265.272 df = 300 p = 0.000											

หมายเหตุ : * คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

** คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.11 ถึง 0.94 และเป็นความสัมพันธ์ทางบวกทั้งหมด เมื่อพิจารณาผลการคำนวนค่าดัชนี Kaiser - Meryer - Olkin (KMO) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความเหมาะสมขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (ควรจะมีค่ามากกว่า 0.50) พบว่า มีค่า KMO เท่ากับ 0.909 แสดงให้เห็นว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลชุดนี้ และจากผลการคำนวนค่าสถิติ Bartlett's test of Sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมุติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) หรือไม่นั้น จากการทดสอบ พบว่า มีค่าเท่ากับ 7265.272 ($p < 0.01$) แสดงให้เห็นว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์นี้มีความแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หมายความว่า ตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันและความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยันอันดับที่ 3 (third - Order confirmatory factor analysis) โดยกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL นั้นโปรแกรมจะกำหนดให้ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเป็น 1 ทั้งนี้ตัวแปรทั้งหมดที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องผ่านการตรวจสอบความตรงและครอบคลุมแล้ว (K.S. Engel, 2563) ก่อนปรับโมเดลเชิงทฤษฎีให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: $\boldsymbol{x^2}$) มีค่าเท่ากับ 1489.16 ค่าองศาอิสระ (degree of freedom: df) มีค่าเท่ากับ 268 ค่า P - Value มีค่าเท่ากับ 0.00 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI) มีค่าเท่ากับ 0.61 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.68 ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square error of Approximation: RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.134 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of Mean Square Residual: RMR) มีค่าเท่ากับ 0.21 และค่าดัชนีซีเอฟไอ (Comparative Fit Index: CFI) มีค่าเท่ากับ 0.93 และหลังปรับโมเดลให้มีความ

สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: $\boldsymbol{\chi^2}$) มีค่าเท่ากับ 141.71 ค่าองศาอิสระ (degree of freedom: df) มีค่าเท่ากับ 164 ค่า P - Value มีค่าเท่ากับ 0.89515 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI) มีค่าเท่ากับ 0.96 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.92 ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square error of Approximation: RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.00 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of Mean Square Residual: RMR) มีค่าเท่ากับ 0.094 ค่าดัชนีเอ็นเอฟไอ (Normal Fit Index: NFI) มีค่าเท่ากับ 0.099 และค่าดัชนีซีเอฟไอ (Comparative Fit Index: CFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 โดยผลจากการวิเคราะห์มีรายละเอียดที่สำคัญดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตัวแปร	องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	$\boldsymbol{\beta}$	$\boldsymbol{se}$	$\boldsymbol{t}$	$\boldsymbol{R^2}$
การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology Innovation Literacy: TIL)	ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation: KTI)	Fixed - 1.00	-	1.00	-	-	-
		ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content: KC)	-	0.68**	0.08	12.16	0.46
			I1	0.96**	0.08	12.00	0.92
			I2	0.63**	0.07	9.02	0.40
			I3	0.71**	0.07	9.87	0.51
			I4	0.33**	0.08	4.64	0.11
		ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process: KP)	-	0.99**	0.07	19.46	0.97
			I5	0.94**	0.11	8.54	0.89
			I6	0.96**	0.03	34.24	0.93
			I7	0.98**	0.03	31.74	0.96
			I8	0.49**	0.06	8.84	0.24

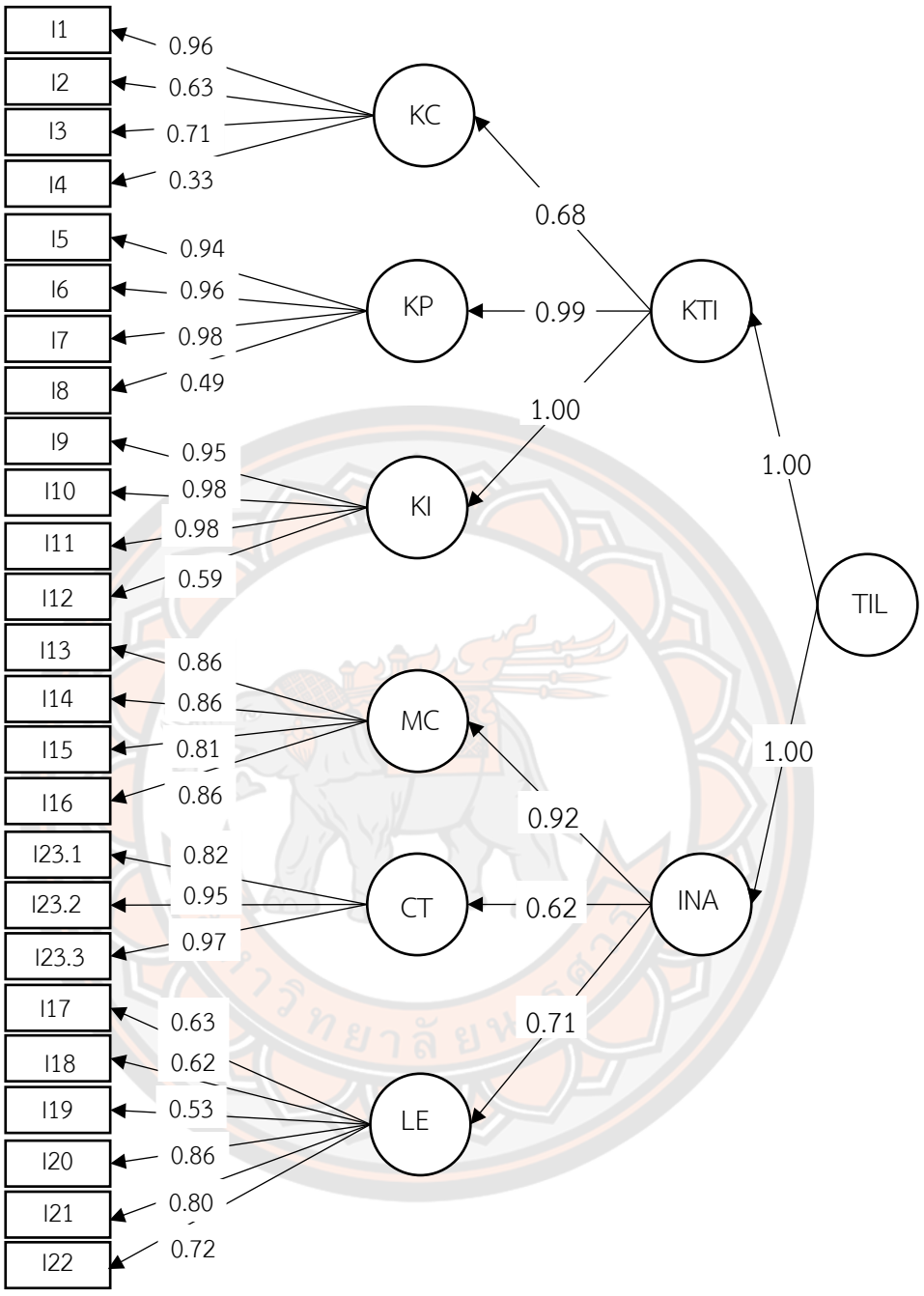
ตัวแปร	องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้	β	se	t	R^2
		ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept: KI)	-	1.00**	0.07	20.26	0.99
			I9	0.95**	0.10	9.50	0.90
			I10	0.98**	0.02	43.01	0.97
			I11	0.98**	0.02	43.00	0.97
			I12	0.59**	0.05	11.36	0.35
	ลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute: INA)	Fixed - 1.00	-	1.00	-	-	-
		การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation : MC)	-	0.92**	0.09	13.57	0.84
			I13	0.86**	0.08	10.75	0.74
			I14	0.86**	0.06	16.42	0.74
			I15	0.81**	0.08	12.16	0.65
			I16	0.86**	0.08	12.48	0.73
		ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking: CT)	-	0.62**	0.06	9.60	0.39
			I23.1	0.82**	0.06	13.67	0.68
			I23.2	0.95**	0.06	16.42	0.91
			I23.3	0.97**	0.05	21.67	0.94
		ภาวะผู้นำ (Leadership: LE)	-	0.71**	0.07	7.97	0.50
			I17	0.63**	0.07	9.00	0.40
			I18	0.62**	0.08	13.50	0.38
			I19	0.53**	0.18	5.66	0.28
			I20	0.86**	0.15	9.14	0.74
			I21	0.80**	0.12	9.62	0.64
			I22	0.72**	0.12	8.98	0.52
Chi-Square = 141.71, df = 164, P = 0.89515							
GFI = 0.96, AGFI = 0.92, RMSEA = 0.00, RMR = 0.094, NFI = 0.99 and CFI = 1.00							

หมายเหตุ : * คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

** คือ นัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 2 ตัวแปรตัวที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี(Knowledge of Technology Innovation: KTI) มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งประกอบด้วย 3 ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ตัวแปรที่ 1 : ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content: KC) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.68 วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 1 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.96 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 2 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.63 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 3 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.71 และตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 4 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.33 ตามลำดับ ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ตัวแปรที่ 2 : ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process: KP) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.99 วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 5 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.94 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 6 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.96 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 7 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.98 และตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 8 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.49 ตามลำดับ ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ตัวแปรที่ 3 : ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept: KI) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 1.00 วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 9 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.95 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 10 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.98 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 11 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.98 และตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 12 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.59 ตามลำดับ และตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 2 ตัวแปรตัวที่ 2 : ลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute: INA) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 1.00 ซึ่งประกอบด้วย 3 ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ได้แก่ ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ตัวแปรที่ 4 : การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation : MC) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.92 วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 13 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.86 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 14 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.86 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 15 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.81 และตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 16 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.86 ตามลำดับ ตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ตัวแปรที่ 5 : ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking: CT) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.62 วัดได้จากตัตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 17 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.82 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 18 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.95 และตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 19 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.97 ตามลำดับ และตัวแปรแฝงภายในลำดับที่ 1 ตัวแปรที่ 6 : ภาวะผู้นำ (Leadership: LE) มีค่าน้ำหนัก

องค์ประกอบเท่ากับ 0.71 วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 20 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.63 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 21 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.62 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 22 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.53 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 23 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.86 ตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 24 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.80 และตัวแปรสังเกตได้ตัวแปรตัวที่ 25 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.72 ตามลำดับ ดังนั้นสรุปได้ว่าข้อคำถามที่ใช้ในแบบแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อคำถามที่มีมีความเชิงโครงสร้างหรือความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) โดยสามารถสรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL ดังภาพ 8



ภาพ 8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยและพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 ที่มีคุณภาพ กล่าวคือ มีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความตรงเชิงทฤษฎีหรือความเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความเที่ยง (Reliability) ถูกต้องและเหมาะสมในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผลจากการวิจัยมีรายละเอียดสามารถสรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะอันจะเป็นทั้งสารสนเทศและประโยชน์ในการพัฒนาการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตลอดจนเป็นสารสนเทศสำหรับนักการศึกษา ผู้บริหาร ครูอาจารย์ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา และผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าอันจะเป็นประโยชน์ในการวางรากฐานในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการศึกษาของเยาวชนที่กำลังจะก้าวเข้าสู่อาชีพต่างๆ ซึ่งจะเป็นบุคลากรที่สำคัญของชาติในด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยและพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปผลการศึกษาตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยได้ดังนี้

1. การสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการวิจัยประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมดจำนวน 23 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 18 ข้อ ข้อสอบเชิงสถานการณ์จำนวน 4 ข้อ และข้อสอบอัตนัยจำนวน 1 ข้อ เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพ มีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แบ่งออกเป็น 2 ข้อย่อย ได้แก่ 1) ความตรงขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างนิยามเชิงทฤษฎีและนิยามพฤติกรรมการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้

ที่สร้างขึ้นทั้งหมดผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.71 ถึง 0.93 และ 2) ความตรงของข้อคำถาม ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัด หรือพฤติกรรมการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า ข้อคำถามทั้งหมดผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00

1.2 ความยากง่าย (Difficulty) จากผลการวิเคราะห์สัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อคำถามหรือข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องกับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อคำถามหรือข้อสอบข้อนั้น พบว่า ข้อสอบปรนัยจำนวน 18 ข้อ อยู่ในระดับค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก โดยค่า P มีค่าตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.67

1.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) จากผลการวิเคราะห์สัดส่วนระหว่างจำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้น ๆ ได้ถูกต้อง พบว่า ข้อสอบปรนัยจำนวน 18 ข้อ อยู่ในระดับจำแนกได้พอใช้ถึงมากที่สุด โดยค่า r มีค่าตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.91

1.4 ความเที่ยง (Reliability) จากผลการวิเคราะห์ความเที่ยงทั้งฉบับโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) พบว่า ค่าความเที่ยงทั้งฉบับหรือค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าค่อนข้างสูง โดยค่า α มีค่าเท่ากับ 0.71

กล่าวโดยสรุป แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องและเหมาะสมในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัด (Measurement Model) การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างมาจากโครงสร้างความคิดหรือภาวะสันนิษฐาน (Construct) พบว่า แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความเชิงโครงสร้างหรือความตรงเชิงทฤษฎี (Construct Validity) โดยหลังปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: $\boldsymbol{x^2}$) มีค่าเท่ากับ 141.71 ค่าองศาอิสระ (degree of freedom: df) มีค่าเท่ากับ 164 ค่า P - Value มีค่าเท่ากับ 0.89515 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI) มีค่าเท่ากับ 0.96 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.92 ค่าดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root

Mean Square error of Approximation: RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.00 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (Root of Mean Square Residual: RMR) มีค่าเท่ากับ 0.094 ค่าดัชนีเอ็นเอฟไอ (Normal Fit Index: NFI) มีค่าเท่ากับ 0.099 และค่าดัชนีซีเอฟไอ (Comparative Fit Index: CFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 1.00 แสดงให้เห็นว่าความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี สอดคล้องกับแนวคิดของ (Gelb & Caldicott, 2007; Yamakami, 2012)) และ OECD (2015) อ้างถึงใน (Khine, 2017) ภายใต้องค์ประกอบเมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ที่ 1 : ความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Content) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.68 แสดงให้เห็นว่าความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบของความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี และภายใต้ตัวบ่งชี้ที่ 1 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 2 พฤติกรรม อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : ความสามารถในการระบุชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.80 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการระบุชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี และพฤติกรรมที่ 2 : ความสามารถในการระบุแผนการหรือกลยุทธ์ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.52 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการระบุแผนการหรือกลยุทธ์ของชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความรู้เนื้อหานวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งตัวบ่งชี้และพฤติกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของ Philip Drucker (1956), Woods, Obrien, & Hanes (1987), Rogers (2003), Dyke, Duxbury and Lam (2004), Kuivalainen and Megdad (2005), Davenport, Leibold, & Voelpel (2006), Shane (2009), Katz (2011), Trott (2017), Kabir (2019) และ Costello (2020) และงานวิจัยของ (Leber M. Buchmeister B. and Ivanisevic A., 2015) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “IMPACT OF KNOWLEDGE ON INNOVATION PROCESS” ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (Knowledge of Product) เป็นความรู้ที่จะนำมาซึ่งแนวทาง ผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรมใหม่ เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ที่ 2 : ความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation Process) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.99 แสดงให้เห็นว่าความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบของความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

และภายใต้ตัวบ่งชี้ที่ 2 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 2 พฤติกรรม อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : ความสามารถในการอธิบายขั้นตอน การออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.95 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการอธิบายขั้นตอน การออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี และพฤติกรรรมที่ 2 : ความสามารถในการอธิบายขั้นตอน การสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.74 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการอธิบายขั้นตอน การสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความรู้กระบวนการนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งตัวบ่งชี้และพฤติกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของ Philip Drucker (1956), Woods, Obrien, & Hanes (1987), Rogers (1983), Rogers (2003), Dyke, Duxbury and Lam (2004), Shane (2009), Carayannis, Samara, & Bakouros (2015), Trott (2017) และ Costello (2020) และงานวิจัยของ (Leber M. Buchmeister B. and Ivanisevic A., 2015) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “IMPACT OF KNOWLEDGE ON INNOVATION PROCESS” ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตและวิศวกรรม (Process and Engineering of Product) เป็นความรู้ที่จะนำมาซึ่งแนวทาง ผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรมใหม่ เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ที่ 3 : ความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation concept) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 1.00 แสดงให้เห็นว่าความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีเป็นตัวบ่งชี้ของความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี และภายใต้ตัวบ่งชี้ที่ 3 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 2 พฤติกรรม อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : ความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.97 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความรู้รวบยอดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี และพฤติกรรมที่ 2 : ความสามารถในการสรุปแนวคิดในภาพรวมที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.79 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสรุปแนวคิดในภาพรวมที่ทำให้เกิดชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งตัวบ่งชี้และพฤติกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของ Rogers (1983), Christensen (1997), Dyke, Duxbury and Lam (2004), Henry & Mayle (2006), Vlok (2012), Wessner (2013), เนาวนิตย์ สงคราม (2556) และ Carayannis,

Samara, & Bakouros (2015) และงานวิจัยของ (Leber M. Buchmeister B. and Ivanisevic A., 2015) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “IMPACT OF KNOWLEDGE ON INNOVATION PROCESS” ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมภายในองค์กรคือความรู้ในแง่มุมต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการคิด การผสมผสาน และการสร้างความรู้ใหม่จนทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้เฉพาะภายในองค์กรที่ไม่เหมือนใคร กล่าวคือความคิดรวบยอดที่จะนำมาซึ่งแนวทาง ผลิตภัณฑ์ หรือนวัตกรรมใหม่ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบที่ 2 : คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 1.00 แสดงว่า คุณลักษณะนวัตกรเป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Angoff, 1984; Gelb & Caldicott, 2007; Luke, 2008, 2009; Yamakami, 2012) และ OECD (2015) อ้างถึงใน (Khine, 2017) ภายใต้องค์ประกอบเมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ที่ 4 : การจัดการและสร้างความรู้ (Management and Knowledge Creation) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ เท่ากับ 0.92 แสดงให้เห็นว่า การจัดการและสร้างความรู้เป็นองค์ประกอบของคุณลักษณะนวัตกร ภายใต้ตัวบ่งชี้ที่ 4 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 2 พฤติกรรม อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.86 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของการจัดการและสร้างความรู้ และพฤติกรรมที่ 2 : ความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.84 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของการจัดการและสร้างความรู้ ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งตัวบ่งชี้และพฤติกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของ Rogers (1983), Christensen (1997), Davenport et al. (2006), Shane (2009), Katz (2011), Vlok (2012), Wessner (2013), เนาวนิตย์ สงคราม (2556), Wessner (2013), Carayannis, Samara, & Bakouros (2015), Trott (2017), Edmondson (2019) และ Kabir (2019) และงานวิจัยของ (พัชรพร อยู่ยืน, อภิญญา ภูมิโอตา, & ศิระ ศรีโยธิน, 2560) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นนวัตกร : กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ PUNN: Factors that influence the innovator” เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นนวัตกร ในยุคไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งผลวิจัยพบว่า ปัจจัยการเป็นนวัตกรสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประการ ได้แก่ 1) มีความคิดที่ขัดแย้ง 2) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 3) การเปิดกว้างทางความคิด และ 4) การมีความคิดเชื่อมโยง โดยปัจจัยทั้ง 4 ประการ มีความเชื่อมโยงกัน

จากปัจจัยหนึ่งสู่อีกปัจจัยหนึ่งและส่งผลให้เกิดเป็นนวัตกรรม นอกจากนี้งานวิจัยของ (Leber M. Buchmeister B. and Ivanisevic A., 2015) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “IMPACT OF KNOWLEDGE ON INNOVATION PROCESS” ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมภายในองค์กร คือความรู้ในแง่มุมต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการคิด การผสมผสาน และการสร้างความรู้ใหม่ เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ที่ 5 : ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.62 แสดงให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบของคุณลักษณะนวัตกร ภายใต้ตัวบ่งชี้ที่ 5 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 3 พฤติกรรม อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : ความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.82 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการนำความรู้มาคิดต่อยอดให้เป็นชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมที่ 2 : ความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.95 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดออกแบบชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ และพฤติกรรมที่ 3 : ความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.97 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งตัวบ่งชี้และพฤติกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของ Rogers (1983), Rogers (2003), Shane (2009), Shung Katz (2011), เนาวนิตย์ สงคราม (2556), Jae Shin (2015), Carayannis, Samara, & Bakouros (2015), Trott (2017) และ Costello (2020) และงานวิจัยของ (Dorin, 2018) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง PRODUCT AND PROCESS INNOVATION: A NEW PERSPECTIVE ON THE ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ในระดับตัวบุคคลคือความคิดที่แปลกใหม่ (novelty or new idea) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมใหม่เข้าสู่ตลาดได้อย่างยั่งยืน และเมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ที่ 6 : ภาวะผู้นำ (Leadership) พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.71 แสดงให้เห็นว่าภาวะผู้นำเป็นองค์ประกอบของคุณลักษณะนวัตกร ภายใต้ตัวบ่งชี้ที่ 6 ประกอบด้วยพฤติกรรมที่ต้องการวัด 3 พฤติกรรม อันได้แก่ พฤติกรรมที่ 1 : ความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือวัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.63 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการกำหนดกลยุทธ์หรือ

วัตถุประสงค์ให้ตรงเป้าหมายเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของภาวะผู้นำ พฤติกรรมที่ 2 : ความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.70 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการพิจารณาตัดสินใจข้อมูลอย่างรอบด้านเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของภาวะผู้นำ และพฤติกรรมที่ 3 : ความสามารถในการสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกันเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.76 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างความร่วมมือระหว่างบุคคลภายในทีมให้ไปสู่เป้าหมายเดียวกันเกี่ยวกับชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบของภาวะผู้นำ ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งตัวบ่งชี้และพฤติกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของ Rogers (1983), Rogers (2003), Davenport et al. (2006), Shung Katz (2011), เนาวนิตย์ สงคราม (2556), Jae Shin (2015), Trott (2017) และ Edmondson (2019) และงานวิจัยของ (ปัทมา ศรีมณี, 2562) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับบุคคล : กรณีศึกษาพนักงานสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่)” ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง เป็นปัจจัยต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับบุคคล

กล่าวโดยสรุป แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงทฤษฎีหรือความเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประเด็นที่น่าสนใจและนำมาอภิปรายดังนี้

ประเด็นที่ 1 : ความถูกต้อง เหมาะสม และน่าเชื่อถือของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้น

เนื่องจากผลการวิเคราะห์พบว่าทั้งองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และข้อคำถามที่จะนำมาใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความเที่ยง (Reliability) ผ่านเกณฑ์คุณภาพ กล่าวคือ แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความถูกต้อง เหมาะสม และน่าเชื่อถือในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากกระบวนการในการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ผู้วิจัยที่ได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) เท่าที่เคยปรากฏ และแนวคิดเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) และตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ที่มีความครอบคลุมมาเป็นกรอบในการสังเคราะห์ทั้งองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และข้อคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Angoff, 1984; Cronbach, 1970) ที่กล่าวว่า ค่า IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิ (Expert Judgment) จะมีค่าสูงตามความถูกต้องและครอบคลุมของเนื้อหาที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) อันจะนำมาซึ่งเครื่องมีที่มีคุณภาพในที่สุด

ประเด็นที่ 2 : ค่าความยากง่ายของข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 บางข้อที่มีค่าค่อนข้างยาก

เนื่องจากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากง่ายของข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 บางข้อที่มีค่าค่อนข้างยาก (ค่าต่ำสุดคือ 0.23) ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากเนื้อหาที่ใช้ในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 บางข้ออยู่นอกเหนือกรอบสาระมาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ยกตัวอย่างเช่น พื้นฐานความรู้เรื่องวงจรผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle) ที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาการตลาดที่ใช้ความรู้ในขั้นความจำ (Remember) ก็สามารถตอบคำถามในข้อนี้ได้ แต่เมื่อนำมาสอบจริงนักเรียนกลับทำไม่ได้เนื่องจากนักเรียนไม่ได้เรียนรู้เนื้อหาดังกล่าวมาก่อน จึงกลายเป็นว่าข้อคำถามค่อนข้างยาก เป็นต้น ซึ่งตามหลักพื้นฐานในการสร้างเครื่องมือทดสอบหรือวัดโดยปกติต้องวัดความรู้ในเรื่องที่ผู้รับการทดสอบหรือวัดได้เรียนรู้เนื้อหาในเรื่องนั้นมาแล้วจึงจะทำให้ได้ค่าที่มีความเหมาะสมอย่างแท้จริง (Angoff, 1984; Cronbach, 1970)

ประเด็นที่ 3 : ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 บางข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกได้ค่อนข้างน้อย

เนื่องจากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามที่ใช้ในแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 บางข้อที่มีค่าค่อนข้างต่ำหรือพอใช้ (ค่าต่ำสุดคือ 0.29) ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากเนื้อหาที่ใช้ในการวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 6 บางส่วนอยู่นอกเหนือกรอบสาระมาตรฐานและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังได้กล่าวมาแล้วในประเด็นของความยากง่าย ด้วยเหตุนี้นักเรียนส่วนใหญ่จึงตอบผิดและทำให้ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ ซึ่งตามหลักข้อสอบจะจำแนกได้ดีก็ต่อเมื่อกลุ่มสูงตอบข้อยากได้ถูกต้อง และกลุ่มต่ำตอบข้อยากผิด (Angoff, 1984; Cronbach, 1970)

ประเด็นที่ 4 : ความตรงเชิงทฤษฎีหรือเชิงโครงสร้างของแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis) พบว่าโมเดลการวัด (Measurement Model) การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างมาจากโครงสร้างความคิดหรือภาวะสันนิษฐาน (Construct) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ กล่าวคือ แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงทฤษฎีหรือความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากกระบวนการในการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ ผู้วิจัยที่ได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการรู้เรื่องนวัตกรรม (Innovation Literacy) เท่าที่เคยปรากฏและแนวคิดเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (Knowledge of Technology Innovation) และตัวบ่งชี้คุณลักษณะนวัตกร (Innovator Attribute) ที่มีความครอบคลุมมาเป็นกรอบในการสังเคราะห์ทั้งองค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และข้อคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Thorndike & David, 1990) ที่กล่าวว่า ความครอบคลุมของการศึกษา (review) แนวคิด (Concept) จะนำมาซึ่งความตรงเชิงทฤษฎีหรือความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของเครื่องมือที่สร้าง

ประเด็นที่ 5 : ค่า MI มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตของไค-สแคว์ (141.71 > 3.84)

เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis) พบว่าหลังจากการปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square Statistic: x^2) มีค่าเท่ากับ 141.71 ค่าองศาอิสระ (degree of freedom: df) มีค่าเท่ากับ 164 ค่า ซึ่งค่า MI มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตของไค-สแคว์ (3.84) สืบเนื่องมาจากการที่ผู้วิจัยหยุดปรับโมเดลจากการพิจารณาเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standardized Residual) ที่มีค่าไม่เกิน 2.58 ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ก็ไม่ได้มีความผิดพลาดแต่ประการใด เพราะ P - Value มีค่าเท่ากับ

0.89515 (Diamantopoulos and Siguaw, 2000 อ้างถึงใน สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาค่า MI ของ Hox and Bechger, 2000 ที่พบว่า การพิจารณาโมเดลจากค่า MI เพียงอย่างเดียวอาจเกิดความผิดพลาดของผลการวิเคราะห์ได้เพราะค่า MI มักไม่ค้นหาโมเดลที่ถูกต้อง (Hox and Bechger, 2000 อ้างถึงใน (สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา, & รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์, 2554))

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจศึกษาดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis) พบว่า โมเดลการวัด (Measurement Model) การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างมาจากโครงสร้างความคิดหรือภาวะสันนิษฐาน (Construct) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบหลักทั้งหมดจำนวน 2 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ทั้งหมดจำนวน 6 ตัวบ่งชี้ และพฤติกรรมทั้งหมดจำนวน 14 พฤติกรรม ที่อยู่ในโมเดลการวัดย่อมมีความสำคัญต่อการพัฒนาการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นสถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถหรือทักษะในเรื่องดังกล่าวตามความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีอันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเยาวชนที่กำลังจะก้าวเข้าสู่อาชีพต่างๆ ที่จะเป็นบุคลากรที่สำคัญของชาติในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมในอนาคต

1.2 เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis) พบว่า โมเดลการวัด (Measurement Model) การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างมาจากโครงสร้างความคิดหรือภาวะสันนิษฐาน (Construct) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ และพฤติกรรมที่อยู่ในโมเดลการวัดย่อมมีความสำคัญต่อการพัฒนาการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเมื่อพิจารณากลุ่มสาระการเรียนรู้และเนื้อหาในรายวิชาที่นักเรียนจะได้เรียนรู้แล้วจะพบว่านักเรียนยังไม่มีรายวิชาที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ด้านธุรกิจและการตลาดซึ่งเป็นพฤติกรรมที่

สำคัญในการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ดังนั้นสถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญในการปรับเพิ่มหรือพัฒนาให้มีรายวิชาที่สอนให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถด้านธุรกิจและการตลาด เพื่อให้นักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีอันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเยาวชนที่กำลังจะก้าวเข้าสู่อาชีพต่างๆ ที่จะเป็นบุคลากรที่สำคัญของชาติในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) ดังนั้นเพื่อความน่าเชื่อถือที่มากยิ่งขึ้นควรพิจารณาใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบใหม่ (Modern Test Theory) ในการทำการวิจัยหรือสร้างแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 ในสังกัดอื่นๆ ในครั้งถัดไป

2.2 เนื่องจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis) พบว่า โมเดลการวัด (Measurement Model) การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างมาจากโครงสร้างความคิดหรือภาวะสันนิษฐาน (Construct) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบหลักทั้งหมดจำนวน 2 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ทั้งหมดจำนวน 6 ตัวบ่งชี้ และพฤติกรรมทั้งหมดจำนวน 14 พฤติกรรม ที่อยู่ในโมเดลการวัดย่อมมีความสำคัญต่อการพัฒนาการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้นเพื่อประโยชน์สูงสุดในการพัฒนาพัฒนาการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จึงควรมีการทำการวิจัยตัวแปรต่างๆ ที่อยู่ในโมเดลโมเดลการวัด (Measurement Model) การรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งให้ลุ่มลึกหรือกว้างขวางมากยิ่งขึ้น เช่น พัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ข้อคำถามในรูปแบบพหุมิติ การค้นหาสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลหรือมีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นต้น

บรรณานุกรม

Allen, N. K. (2011). *What is and attribute?* : Rourke Publishing.

Anderson, L. W., & Others. (2001). *A taxonomy for learning teaching and assessing: a revision of Bloom`s taxonomy of educational objectives*. New Jersey: USA: Addison Wesley Longman, Inc.

Angoff, W. H. (1984). *Scales, Norms, and Equivalent Scores.* . Princeton, New Jersey: USA: Educational Testing Service.

AWA. (2015). *The 6 Factor of Knowledge Worker Productivity*. London: UK: Advanced Workplace Associate.

Baets, W. R. J. (2005). *Knowledge Management and Management Learning: Extending the Horizons of Knowledge-Based Management*. New York: USA: Springer Science + Buiness Media, Inc.

Bloom, B. S., & Others. (1956). *TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES*: DAVID McKAY COMPANY, INC.

Bluman, A. G. (2014). *Elementary Statistics: A Step by Step Approach*. New York: USA: McGraw HILL Education.

Campbell, D. T., & Russo, M. J. (2001). *Social Measurement*. New York: USA: Sage Publications, Inc.

Carayannis, E. G., Samara, E. T., & Bakouros, Y. L. (2015). *Innovation, Technology, and Knowledge Management : Theory, Policy and Practice*. Switzerland: Springer International Publishing

Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma : When New Technologies Cause Great Firms to Fail*: Harvard Business School Press.

Cornell University, INSEAD, & The World Intellectual Property Organization. (2019). *GLOBAL INNOVATION INDEX* 2019: Creating Healthy Lives—The Future of Medical Innovation

Costello, G. J. (2020). *The Teaching of Design and Innovation : Principles and Practices*. Springer Nature Switzerland AG.

Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of Psychological Testing: Third Edition*. New York: USA: Harper & Row, Publishers.

Daft, R. L. (2002). *The Leadership Experience, Second Edition*. Ohio: USA: Thomson South – Western Publishing.

Daim, T. U., Behkami, N., Basoglu, N., Kok, O. M., & Hogaboam, L. (2016). *Healthcare Technology Innovation Adoption: Electronic Health Records and other Emerging Health Information Technology Innovation*. New York: USA: Springer International Publishing.

Davenport, T. H., Leibold, M., & Voelpel, A. S. (2006). *Strategic Management in the Innovation Economy : Strategy Approaches and Tools for Dynamic Innovation Capabilities*. Wiley-VCH: Verlag GmbH & Co KGaA.

Dorin, M. (2018). PRODUCT AND PROCESS INNOVATION: A NEW PERSPECTIVE ON THE ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT. *International Journal of Advanced Engineering and Management Research, Technical University of Cluj-Napoca, Romania.*

Downing, J. P. (1997). *Creative Teaching, Ideas to Boost Student Interest*. California: USA: TEACHER IDEAS PRESS.

Drucker, P. F. (1985). *Innovation ENTREPRENEURSHIP Practice and Principles*. New York: USA: Harper & Row, Publishers, Inc.

Dyer, J., Gregersen, H., & Christensen, C. M. (2011). The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators. *Boston: USA, Harvard Business Review*.

Edmondson, A. C. (2019). *the fearless organization Creating Psychological Safety in the Workplace for Learning, Innovation, and Growth*: John Wiley & Sons, Inc.

Erdogan, N., Mary, M. C., & Robert, M. C. (2013). *Defining Innovation Literacy: Do Robotics Program Help Students Develop Innovation Literacy Skills*.

Forsyth, D. R. (1983). *Group Dynamics*. Kentucky: USA: Brooks/Cole Publishing Company, A Division of Wadsworth, Inc.

Geisler, E. (2008). *Knowledge and Knowledge Systems: Learning from the Wonders of the Mind*. Pennsylvanian: USA: IGI Publishing.

Gelb, M. J., & Caldicott, S. M. (2007). *Innovate Like Edison: The Five – Step System for Breakthrough Business Success*. New York: USA: Springer International Publishing.

Gipps, C. V. (1994). *Beyond Testing: Towards a theory of educational assessment*. London: UK: The Falmer Press.

Gregory, R. J. (1992). *Psychological Testing, History, Principles, and Applications*. Florida: USA: Allyn & Bacon A Division of Simon & Schuster, Inc.

Henry, J., & Mayle, D. (2006). *Innovation in practice.* . Creativity, innovation and change media book.

Hess, C., & Ostrom, E. (2008). *Understanding Knowledge as a Commons: From Theory to Practice*. Massachusetts: USA: Massachusetts Institute of Technology.

Johnson D. W. and Johnson F. P. (1982). *Joining Together, Group Theory and Group Skills*. New Jersey: USA: Prentice - Hall, Inc.

Johnson, S. (2011). *The Innovator's Cookbook: Essentials for Inventing What Is Next*. New York: USA: Riverhead Books Publishing.

Kabir, M. N. (2019). *Knowledge-Based Social Entrepreneurship: Understanding Knowledge Economy, Innovation, and the Future of Social Entrepreneurship*. New York, USA: This Palgrave Macmillan.

Kalat, J. W. (2017). *Introduction to Psychology*. Boston: USA: Cengage Learning.

Katz, R. (2011). *Managing Creativity and Innovation* การบริหารจัดการนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอ็กซ์เปอร์เน็ท จำกัด.

Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of Behavioral Research Third Edition*. Boston: USA: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Khine, M. S. (2017). *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experiences*. New York: USA: Springer International Publishing.

Leber M. Buchmeister B. and Ivanisevic A. (2015). IMPACT OF KNOWLEDGE ON INNOVATION PROCESS. . *DAAAM International Scientific Book* 2015*, ISSN* 1726 - 9687*, Vienna, Austria.*

lindquist, E. F., & others. (1951). *Educational Measurement.* . Washington D.C.: American Council on Education.

Luke, R. (2008). George Brown College Launches Post – Graduate Certificate in Research Commercialization and Innovation. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://applied-research.blogspot.com

Luke, R. (2009). Innovation Literacy. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://applied-research.blogspot.com

Luong, B. T., Ruggieri, S., & Turini, F. (2011). *k-NN as an Implementation of Situation Testing for Discrimination* Discovery and Prevention.

Martin, R., & Florida, R. (2009). *Ontario in the creative age*.

Medin, D. L., & Ross, B. H. (1992). *Cognitive Psychology*: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.

Meyer, M. M. (2013). *The Innovator's Path: How Individuals, Teams, and Organizations Can Make Innovation Business-as-Usual*. New York: USA: John Wiley & Sons, Inc.

Morel-Guimaraes, L., Khalil, T., & Hosni, Y. A. (2005). *Management of Technology Key Success Factors for Innovation and Sustainable Development* Paper presented at the the Twelfth International Conference on Management of Technology.

Mowery, D. C. (2006). The Oxford Handbook of Innovation. Retrieved 22 มิถุนายน 2563, from Oxford Handbooks Online. https://www.oxfordhandbooks.com.

OECD. (2016). *Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills*. Paris: OECD Publishing.

Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of Innovations*. New York: USA: The Free Press.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* FREE PRESS: Simon & Schuster, Inc.

Salkind, N. J. (2011). *Sage Dieections in Educational Psychology*: Sage Publication Ltd.

SCHAC. (2011). Attribute Definitions for individual Data. *SCHema for Academia,* 1.4.1(2011-07-05).

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2016). *A BEGINNER'S GUIDE TO STRUCTURAL EQUATION MODELING: Fourth Edition*: Taylor & Francis, Routledge.

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2016). *A BEGINNER'S GUIDE TO STRUCTURAL EQUATION MODELING: Fourth Edition*. Oxfordshire: UK: Taylor & Francis, Routledge.

Shalley, C. E., Hitt, M. A., & Zhou, J. (2015). *The Oxford Handbook of Creativity, Innovation, and Entrepreneurship*: Oxford University Press.

Shane, S. (2009). *Handbook of Technology and Innovation Management*. A John Wiley and Sons: Ltd., Publication.

Shavinina, L. V. (2004). *SILICON VALLEY NORTH : A HIGH-TECH CLUSTER OF INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP*: Elsevier Ltd.

Shulman, L. S. (2004). *Teaching as Community Property, Essays on higher Education*. New York: USA: JOSSEY - BASS.

Teece, D. J. (2010). *Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy*: Research Policy.

Thorndike, R. M., & David, E. L. (1990). *A Century of Ability Testing*. Illinois: USA: The Riverside Publishing Company.

Travers, R. M. W. (1955). *Educational Measurement*: The Macmillan Company.

Trott, P. (2017). *Innovation Management and New Product Development*: Pearson Education.

Vlok, A. (2012). *A leadership competency profi le for innovation leaders in a science-based research and innovation organization in South Africa* Procedia—Social and Behavioral Sciences.

Weiner, I. B. (2003). *Handbook of Psychology (Vol. 7)*. Educational Psychology, New York :USA: John Wiley & Sons, Inc.

Weis, B. X. (2012). *From Idea to Innovation: A Handbook for Inventors, Decision Makers and Organizations*. Wiesbaden: DEU: Gabler Verlag (Springer).

Wessner, C. W. (2013). *Best Practice in State and Regional Innovation Initiatives*: The National Academies Press.

Woods, D. P., Obrien, J. F., & Hanes, L. F. (1987). *Human Facters challenges in process control : The case of nuclear power plants*: John and Wiley.

Yamakami, T. (2012). *Innovation Literacy: Implication from a shift toward dynamic multidisciplinary engineering*. Paper presented at the 2012 8th International conference on information science and digital content technology, Japan. . https://www.semantischolar.org

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กรุงเทพมหานคร.

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). *ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)*. Retrieved from https://www.nstda.or.th/th/nstda-doc-archives/thailand-40/11623-oie-thailand-4

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2542). *จอมปราชญ์นักการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ซัคเซส มีเดีย, ซัคเซส-พับลิชชิ่ง, บจก.

จารุนันท์ ขวัญแน่น. (2558). *การพัฒนารูปแบบการประเมินการรู้คณิตศาสตร์*. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

เชาว์ อินใย. (2553). *การประเมินโครงการ* Program Evaluation. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชาว์ อินใย. (2554). *การวัดและประเมินผลการศึกษา* Educational Measurement and Evaluation. เลย: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

โชคอารีย์ มั่นอินทร์. (2550). *ความรู้ และพฤติกรรมในการเปิดรับสื่อด้านการบริโภคผักปลอดสารพิษของชุมชนเมืองและชนบท จังหวัดพิษณุโลก*. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ทิศนา แขมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2537). *ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น* (Lisrel) *สถิติวิเคราะห์สำหรับวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนาวนิตย์ สงคราม. (2556). *การสร้างนวัตกรรม: เปลี่ยนผู้เรียนเป็นผู้สร้างนวัตกรรม*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุษราภรณ์ จรดล. (2550). *การศึกษาคุณลักษณะที่เป็นจริงกับคุณลักษณะที่คาดหวังของผู้บริหารโรงเรียนในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการเป็นภาษาอังกฤษ สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เขตกรุงเทพมหานคร*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ปกรณ์ ประจันบาน. (2561). *เทคนิคการวิเคราะห์และประยุกต์... โมเดลสมการโครงสร้างสำหรับงานวิจัยและประเมิน*. พิษณุโลก: เอที กราฟฟิกเซ็นเตอร์.

ปัทมา ศรีมณี. (2562). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรมระดับบุคคล : กรณีศึกษาพนักงานสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่)*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

พัชรพร อยู่ยืน, อภิญญา ภูมิโอตา, & ศิระ ศรีโยธิน. (2560). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นนวัตกร : กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ PUNN: Factors that influence the innovator* Paper

presented at the การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านการบริหารกิจการสาธารณะ ครั้งที่ 4 (The 4th National Conference on Public Affairs Management) ขอนแก่น.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2555). *เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา Educational Technology and Communications*. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รัตนะ บัวสนธ์. (2550). *ทิศทางและอาณาบริเวณการประเมิน Direction and Area of Evaluation*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วสันต์ สุทธาวา, & พิทักษ์ ศิริวงศ์. (2558). *ความเป็นนวัตกรทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาครัฐ: การศึกษาทฤษฎีฐานราก*. วารสารวิชาการ *E-Journal, Silpakorn University*(1906 - 3431), มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2560). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของครูนวัตกรด้านเทคโนโลยีการศึกษาในสถานศึกษาสำหรับปฏิบัติการสอน เครือข่ายมหาวิทยาลัยนเรศวร*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพานิชย์. (2562). *สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออกโลก*. Retrieved from http://tradereport.moc.go.th/Tradethai.aspx?chk=0.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://physics.ipst.ac.th/?page_id=2481

สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, ค. (2553). *นวัตกรรม: ความหมาย ประเภท และความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ*. วารสารบริหารธุรกิจ คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี 128, ตุลาคม - ธันวาคม(33), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักงบประมาณ. (2560). *บัญชีนวัตกรรมไทย*. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://www.bb.go.th/topic3.php?gid=527&mid=290

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2564*. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://www.royalthaipolice.go.th/downloads/plan12.pdf

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2555). *นวัตกรรมเกษตรอินทรีย์ไทย*. สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์กรมหาชน).

สำนักงานราชกิจจานุเบกษา. (2560). *รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย*. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/A/040/1.PDF

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2554). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554*. Retrieved 22 มิถุนายน 2563 http://www.royin.go.th/dictionary/

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา, & รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2554). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์:เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL*. พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร: บริษัทเจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์

1. ผศ. ดร.ศรารัตน์ มหาศรานนท์	ตำแหน่ง: หัวหน้าภาควิชา/ อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผศ. ดร.อนันตชัย สุวรรณาคม	ตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผศ. ดร.ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ	ตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยี และธุรกิจและการสื่อสาร

1. ผศ. ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว	ตำแหน่ง: หัวหน้าภาควิชา/ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผศ. ดร. พัทธนันท์ เด็ดแก้ว	ตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชานิเทศศาสตร์ สาขาการประชาสัมพันธ์ คณะบริหารธุรกิจ - เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผศ. ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท	ตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรม

1. รศ. ดร. ดิเรก ธีระภูธร	ตำแหน่ง: รองคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะศึกษาศาสตร์/อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. รศ. ดร.เนาวนิตย์ สงคราม	ตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. รศ. ดร.วิวัฒน์ มีสุวรรณ	ตำแหน่ง: รองคณบดีฝ่ายวิจัยและพัฒนานวัตกรรม คณะศึกษาศาสตร์/อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

1. รศ. ดร.ปกรณ์ ประจันบาน	ตำแหน่ง: คณบดี คณะศึกษาศาสตร์/อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล-การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผศ. ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ	ตำแหน่ง: อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัทธยมศึกษา

1. ว่าที่พันตรี สาธิต อธิวาส	ตำแหน่ง: ครูเชี่ยวชาญ (คศ.4) ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2562 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก
2. ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์	ตำแหน่ง: ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2561 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ
3. นายชุมพล ชารีแสน	ตำแหน่ง: ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่น ประจำปี 2560 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม อำเภอดอนจาน จังหวัดกาฬสินธุ์
4. นางน้ำทิพย์ ศรีแก้ว	ตำแหน่ง: ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เลย

	เภอเชียงคาน จังหวัดเลย
5. นางนภาวรรณ พลเวียงธรรม	ตำแหน่ง: ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนศรีสงครามวิทยา อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนเทคโนโลยี (สายวิชาชีพ)

1. นายนพนันท์ พรมสวัสดิ์	ตำแหน่ง: ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเลย อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย
2. นายฐานันดร วิชาสอน	ตำแหน่ง: ครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี

ภาคผนวก ข

คำสั่งในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล (LISREL)

ตัวอย่างคำสั่งและผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล (LISREL)

DATE: 2/13/2022

TIME: 15:24

L I S R E L

BY

Karl G. J”reskog & Dag S”rbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2006

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file C:\Users\Home\Desktop\TIL.LPJ:

TILAN

DA NI=25 NO=254 MA=CM

RA FI='C:\Users\Home\Desktop\TILAN.psf'

MO NY=25 NK=2 NE=6 BE=FU GA=FI PS=SY TE=SY

LE

KC KP KI MC CT LE

LK

KTI INA

VA 1 LY(1,1) LY(5,2) LY(9,3) LY(13,4) LY(17,5) LY(20,6)

FR LY(2,1) LY(3,1) LY(4,1) LY(6,2) LY(7,2) LY(8,2) LY(10,3) LY(11,3) LY(12,3) LY(14,4) LY(15,4) LY(16,4) LY(18,5) LY(19,5) LY(21,6) LY(22,6) LY(23,6) LY(24,6) LY(25,6) GA(1,1) GA(2,1) GA(3,1) GA(4,2) GA(5,2) GA(6,2)

FR TE(25,24) TE(16,15) TE(22,3) TE(23,20) TE(24,21) TE(25,21) TE(22,14) TE(12,8) TE(17,2) TE(14,11) TE(22,4) TE(20,19) TE(22,19) TE(21,1) TE(7,5) TE(21,18) TE(20,14) TE(21,14) TE(24,22) TE(25,22) TE(22,20) TE(14,5) TE(23,22) TE(25,8) TE(21,20) TE(25,12) TE(22,6) TE(11,6) TE(10,1) TE(17,1) TE(22,17) TE(22,18) TE(20,18) TE(22,13) TE(14,12) TE(16,12) TE(20,17) TE(21,17) TE(21,19) TE(23,3) TE(25,3) TE(18,9) TE(8,2) TE(24,1) TE(25,1) TE(25,2) TE(24,2) TE(23,2) TE(22,1) TE(19,14) TE(18,14) TE(17,14) TE(22,21) TE(14,4) TE(24,14) TE(23,14) TE(25,14) TE(21,15) TE(23,8) TE(22,5) TE(23,11) TE(20,3) TE(3,1) TE(4,1) TE(12,1) TE(8,1) TE(8,3) TE(8,4) TE(7,6) TE(13,4) TE(21,16) TE(21,13) TE(23,1) TE(24,8) TE(21,9) TE(6,2) TE(12,6) TE(9,4) TE(13,1) TE(21,5) TE(20,6) TE(3,2) TE(13,12) TE(11,1) TE(21,4) TE(20,13) TE(20,15) TE(20,16) TE(17,9) TE(14,13) TE(15,14) TE(16,13) TE(15,13) TE(16,9) TE(17,11) TE(15,9) TE(23,12) TE(12,3) TE(12,2) TE(22,15) TE(14,3) TE(14,2) TE(24,12) TE(12,4)

PD

OU SE TV PC RS EF MR AM FS SS SC ALL ND=2 AD=OFF

<u>*** หมายเหตุ ในคำสั่งและผลการวิเคราะห์ มีการปรับชื่อตัวแปรเพื่อให้ง่ายต่อการปรับโมเดลดังนี้</u>

I17 แทน I23.1

I18 แทน I23.2

I19 แทน I23.3

I20 แทน I17

I21 แทน I18

I22 แทน I19

I23 แทน I20

I24 แทน I21

I25 แทน I22

TILAN

Number of Input Variables 25

Number of Y - Variables 25

Number of X - Variables 0

Number of ETA - Variables 6

Number of KSI - Variables 2

Number of Observations 254

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 164

Minimum Fit Function Chi-Square = 151.21 (P = 0.75)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 141.71 (P = 0.90)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for NCP = (0.0 ; 7.62)

Minimum Fit Function Value = 0.60

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.0 ; 0.030)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.0

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.0 ; 0.014)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 1.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 1.92

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (1.92 ; 1.95)

ECVI for Saturated Model = 2.57

ECVI for Independence Model = 69.32

Chi-Square for Independence Model with 300 Degrees of Freedom = 17486.83

Independence AIC = 17536.83

Model AIC = 463.71

Saturated AIC = 650.00

Independence CAIC = 17650.26

Model CAIC = 1194.22

Saturated CAIC = 2124.63

Normed Fit Index (NFI) = 0.99

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 1.00

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.54

Comparative Fit Index (CFI) = 1.00

Incremental Fit Index (IFI) = 1.00

Relative Fit Index (RFI) = 0.98

Critical N (CN) = 350.77

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.094

Standardized RMR = 0.058

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.96

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.92

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.48

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

I1	I2	I3	I4	I5	I6
0.92	0.40	0.51	0.11	0.89	0.93

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

I7	I8	I9	I10	I11	I12
0.96	0.24	0.90	0.97	0.97	0.35

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

I13	I14	I15	I16	I17	I18
0.74	0.74	0.65	0.73	0.68	0.91

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

I19	I20	I21	I22	I23	I24
0.94	0.40	0.38	0.28	0.74	0.64

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

I25

0.52

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -0.24

Median Fitted Residual = 0.00

Largest Fitted Residual = 0.27

Stemleaf Plot

- 2|4

- 1|988888877776666666555555555

- 1|444433222211100

- 0|99988888888777666666666665555555555

-

0|44444444444433333333333333333322222222222111111111111111000000000000000

00+21

0|11111111111111111111222222222222222233333333344444444444444

0|55555555555566666666677777777777788888888999999999

1|0000111222233334444

1|555566677899

2|012344

2|6666777

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -3.88

Median Standardized Residual = 0.08

Largest Standardized Residual = 5.60

Stemleaf Plot

- 3|9988
- 3|222111100
- 2|998775
- 2|3333222211100
- 1|99998865
- 1|433333222222222210000000000
- 0|99999999988888888877777777666666555555555
- 0|444444443333333332222222211111111111111100000000000
  0|11111111111112222222223333333444444444
  0|55555555566666666667777777777778888888999999
  1|000011111222222233334444
  1|55555666666777778888899
  2|0000112334
  2|55667788
  3|112234
  3|66789
  4|01224
  4|89
  5|0
  5|56

TILAN

Qplot of Standardized Residuals

3.5.....

. ..

. . .

. . .

. . .
. . .
. . x
. . x
. . *
. . *
. . x
. . x
. . xxx
. . xx xx* .
. . x*xx* .
N . . xx** .
o . . *** .
r . . x*x*x .
m . . xxx* .
a . . x*x .
l . .*xx .
. *x** .
Q . *xx .
u . *x .
a . **x .
n . x*x .
t . *x*x .
i . *x* .
l . x** .
e . xx . .
s . xx* xx* . .
. x*xx . .

. x x xx . .

. xx*x . .

. *x . .

. x* . .

. * . .

* . .

x . .

x . .

. . .

. . .

. . .

. . .

-3.5.....

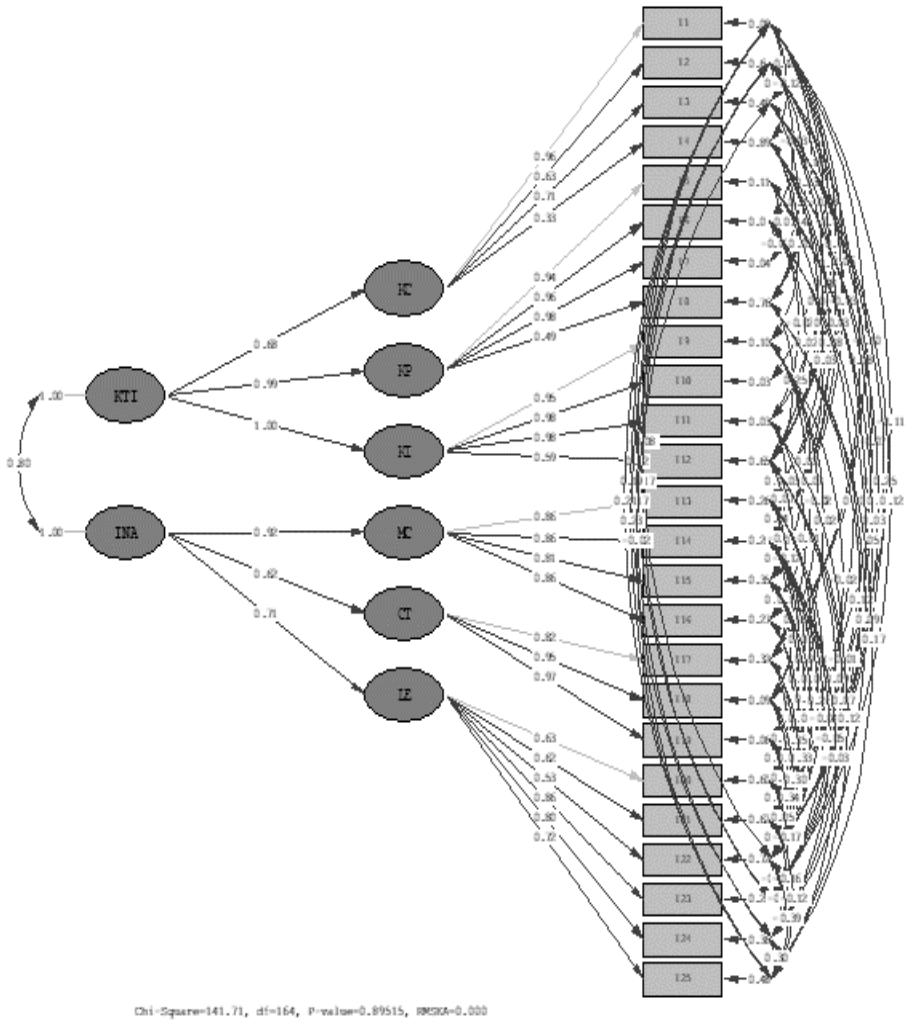
-3.5 3.5

Standardized Total and Indirect Effects

Standardized Total Effects of X on ETA

	KTI	INA
	--------	--------
KC	0.68	- -
KP	0.99	- -
KI	1.00	- -
MC	- -	0.92
CT	- -	0.62
LE	- -	0.71

Time used: 0.547 Seconds



ภาคผนวก ค
แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

.....

<u>คำชี้แจง</u>

หมายเหตุ: นักเรียนต้องมีอีเมล์เพื่อลงชื่อเข้าทดสอบ (Login) ทำแบบวัด

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้วิจัย : นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง นิสิต ป.เอก สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
โทรศัพท์: 098 – 9066704, Line ID: ekkapad

<u>ตอนที่ 1 : ข้อคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบ 4 ตัวเลือก</u>

ให้นักเรียนกรุณาคลิ๊ก (Click) ลงใน O เพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และกดถัดไป (Next) เพื่อทำข้อถัดไป และกดส่ง (Send) เมื่อทำเสร็จทุกข้อ

.....

1. ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต้องใช้หรือประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการผลิต

ก. ชะลอม ข. ฝาชี

ค. ธูป ง. ตะเกียบไม้ไผ่

2. แผ่นสังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และน้ำเกลือ (H_2SO_4) อ่อน ๆ เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใช้อใด

ก. กรดซัลฟิวริก ข. กรดอะซิติก

ค. ฟิวส์ทองแดง ง. แบตเตอรี่

3. ในสภาวะที่ตลาดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังถึงจุดอิ่มตัวหรืออยู่ในจุดสูงสุดของการขายรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง บริษัทรถยนต์ควรดำเนินการอย่างไร

ก. จัดโปรโมชั่น “ฟรีประกันภัยชั้น 1 เป็นเวลา 2 ปี พร้อมชุดแต่งรอบคัน”

ข. ลงทุนโฆษณาเพื่อเพิ่มการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ที่มีจำหน่าย

ค. ปรับลดราคา 80 % และฟรีดาวน์

ง. เปิดให้ทดลองขับและลุ้นรับโทรศัพท์ IPHONE

4. สถานการปัจจุบันที่เกิดขึ้นและการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดของบริษัทขายกล้องยี่ห้อใดไม่เหมาะสม

ก. บริษัท CANNON “ลด-แลก-แจก-แถม” และเตรียมผลิตกล้องรุ่นใหม่ เพราะตลาดกำลังจะอิ่มตัว

ข. บริษัท NIKON เร่งกำลังการผลิตสินค้าหลังประชาสัมพันธ์สินค้าให้ผู้บริโภครู้จักกล้อง DSLR รุ่นใหม่

ในสัปดาห์ที่ผ่านมา

ค. บริษัท FUJIFILM เร่งกำลังการผลิตกล้อง Fujifilm X - A7 เมื่อรู้ว่าในต่างประเทศกำลังเป็นที่นิยม

ของช่างภาพ

ง. บริษัท KODAK ปิดกิจการเมื่อรู้ว่าสินค้าที่ตนเองผลิตไม่ได้รับความนิยม

5. บริษัท Dell ควรดำเนินการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ตามข้อใด เมื่อต้องการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ที่มีดีไซน์ตอบสนองไลฟ์สไตล์ของนิสิตนักศึกษา

ก. ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง → กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข

ข. ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง → กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข

ค. กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ → ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข

ง. กำหนดแนวคิดในการออกแบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่ →ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง → สร้างโมเดลคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คต้นแบบ → ศึกษาความเป็นไปได้ของกระบวนการผลิต → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ครุ่นใหม่และปรับปรุงแก้ไข

6. บริษัทน้ำดื่มตราฟูจิเมืองเลยต้องการผลิตขวดน้ำดื่มให้มีคุณภาพและเป็นที่จดจำของลูกค้า การดำเนินการตามข้อใดที่บริษัทน้ำดื่มตราฟูจิเมืองเลยไม่ควรละเลย

ก. การศึกษาข้อมูลบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มอย่างรอบด้าน

ข. การกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มด้วยแนวคิดที่สร้างสรรค์

ค. การตรวจสอบความเป็นไปได้ของกระบวนการในการผลิตบรรจุภัณฑ์น้ำดื่ม

ง. การใช้เทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มที่มีความทันสมัย

7. บริษัทข้าวทิพย์กำลังจะผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ขายเพื่อเพิ่มทางเลือกในการบริโภคให้แก่ลูกค้า บริษัทข้าวทิพย์ควรดำเนินการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ตามข้อใด

ก. ทำวิจัยหาข้อมูล → ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว → นำข้าวสายพันธุ์ใหม่ไปทดลองขาย → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธุ์ใหม่

ข. ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ → ทำวิจัยหาข้อมูล → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว → นำข้าวสายพันธุ์ใหม่ไปทดลองขาย → สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธ์ใหม่

ค. สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ทำวิจัยหาข้อมูล → ตัดต่อพันธุกรรมข้าว

ง. สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อข้าวสายพันธุ์ใหม่ → ทำวิจัยหาข้อมูล → ตัดต่อพันธุกรรม → ข้าวประชุมฝ่ายบริหารถึงความจำเป็นในการผลิตข้าวสายพันธุ์ใหม่

8. บริษัทรถจักรยานยนต์แห่งหนึ่งตระหนักถึงความจำเป็นในการผลิตอะไหล่ที่มีคุณภาพบริษัทรถจักรยานยนต์ควรดำเนินการตามข้อใด

ก. BMW สำรวจความคิดเห็นของลูกค้าที่มีต่อรถจักรยานยนต์แต่ละรุ่น

ข. Ducati ทำวิจัยเกี่ยวกับจักยานยนต์อย่างรอบด้าน

ค. Kawasaki ทำรายงานสรุปยอดจำหน่ายรถจักยานยนต์ตามไตรมาสในแต่ละปี

ง. Yamaha ประชุมผู้บริหารเพื่อตระหนักถึงความจำเป็นและหาแนวทางในการดำเนินการผลิต

9. แนวคิดใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์

ก. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ข. สามารถจดจำข้อมูลต่างๆ ได้มหาศาล

ค. คิด คำนวณ ได้รวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

ง. สามารถลดต้นทุนด้านทรัพยากรในการผลิต

10. เครื่องมือ D.I.Y. ตามข้อใดอาศัยแนวคิดในการผลิตเดียวกับเตาอบไฟฟ้า

ก. ทรงกรดใช้สายไฟบ้าน VAF ต่อพ่วงกับแบตเตอรี่ช็อตปลาในบ่อ

ข. ประสิทธิ์ใช้สายไฟบ้าน VAF ต่อพ่วงระหว่างไฟบ้านกับส้อมเพื่อต้มน้ำร้อน

ค. วิเชียรทำไก่อบฟางโดยเผาฟางข้าวที่ปกคลุมปี๊บสังกะสีที่ครอบไก่ที่หมักไว้

ง. วันชัยอบเนื้อหมูที่ห่อด้วยกระดาษฟอยล์ในหม้อสนามที่ภายในมีถ่านติดไฟ

11. แนวคิดหลักสำคัญที่ทำให้เกิดวิทยุ โทรทัศน์ และโทรศัพท์ คือข้อใด

ก. การอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์

ข. การสร้างความบันเทิงให้แก่มนุษย์

ค. การสื่อสารระหว่างมนุษย์

ง. การวิวัฒน์ทางปัญญา

12. แนวคิดหลักสำคัญที่ทำให้เกิดรถยนต์ไฟฟ้า คือข้อใด

ก. ความต้องการรถยนต์ที่ใช้พลังงานสะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ข. ทรัพยากรน้ำมันของโลกกำลังลดลงอย่างรวดเร็วและกำลังจะหมดในเร็ววัน

ค. ตลาดรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงกำลังอิ่มตัวและกำลังจะถดถอย

ง. ต้นทุนในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

ง. หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ทดแทนแรงงานมนุษย์ที่มีข้อจำกัด

13. บริษัท Tesla ต้องการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อรถยนต์ของลูกค้าประกอบการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า บริษัท Tesla ควรดำเนินการตามข้อเสนอของใคร

ก. บรรทัดเสนอให้โทรศัพท์สอบถามข้อมูลจากผู้บริโภคที่ใช้รถยนต์แบรนด์ Tesla ทุกรุ่น

ข. ประไพรเสนอให้สร้างแบบสอบถามบนเว็บไซต์ที่มีความเกี่ยวข้องกับรถยนต์ทุกยี่ห้อ

ค. สมหมายสัมภาษณ์ลูกค้าที่มาเข้ารับบริการที่บริษัทสาขาทั่วประเทศ

ง. จำรัสสัมภาษณ์จากพนักงานขายภายในบริษัทสาขาทั่วประเทศ

14. เมื่อครูมอบหมายให้ผลิตยาสีฟันสมุนไพรไทยสูตรดั้งเดิม นักเรียนจะเลือกวิธีการตามข้อใดในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาผลิตยาสีฟันสมุนไพรไทยสูตรดั้งเดิม

ก. สมศรีลงพื้นที่ขอความรู้จากชุมชนที่รวมตัวกันผลิตยาสีฟันสมุนไพรจัดจำหน่าย

ข. ศรีนวลศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับยาสีฟันสูตรสมุนไพรไทยแบบดั้งเดิมใน Google Search

ค. พิชัยค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับยาสีฟันสูตรสมุนไพรไทยแบบดั้งเดิมในห้องสมุด

ง. สมหวังดูวิธีการผลิตยาสีฟันสูตรสมุนไพรไทยแบบดั้งเดิมใน www.youtube.com

15. อัคนีและวายุทดลองเพิ่มและลดความดันแก๊สในระบบที่อยู่ ณ ภาวะสมดุล พบว่า ระบบจะพยายามปรับตัวในทิศทางตรงกันข้ามเพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้ง จากผลการทดลองของอัคนีและวายุสามารถสรุปได้ตามข้อใด

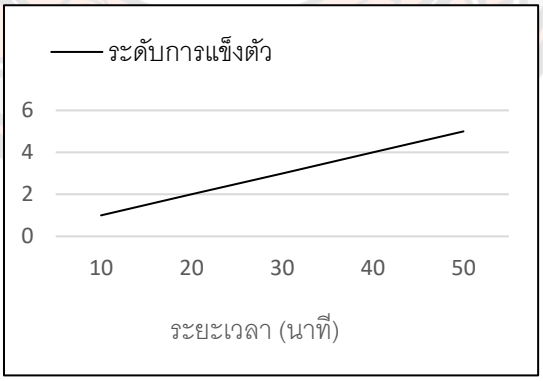
ก. ความดันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบแก๊ส

ข. สภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบแก๊ส

ข. การเปลี่ยนความดันไม่มีผลต่อสภาวะสมดุลของระบบแก๊ส

ง. การเปลี่ยนความดันมีผลต่อภาวะสมดุลของระบบแก๊ส

16. ฟ้าใสต้องการผลิตหมอนยางพาราจำหน่ายจึงทดลองนำน้ำยางพาราที่ผ่านการผสมกับสารเคมีและกวนแล้วมาทดลองเทขึ้นรูป โดยมีผลดังภาพ



จากภาพข้อใดสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

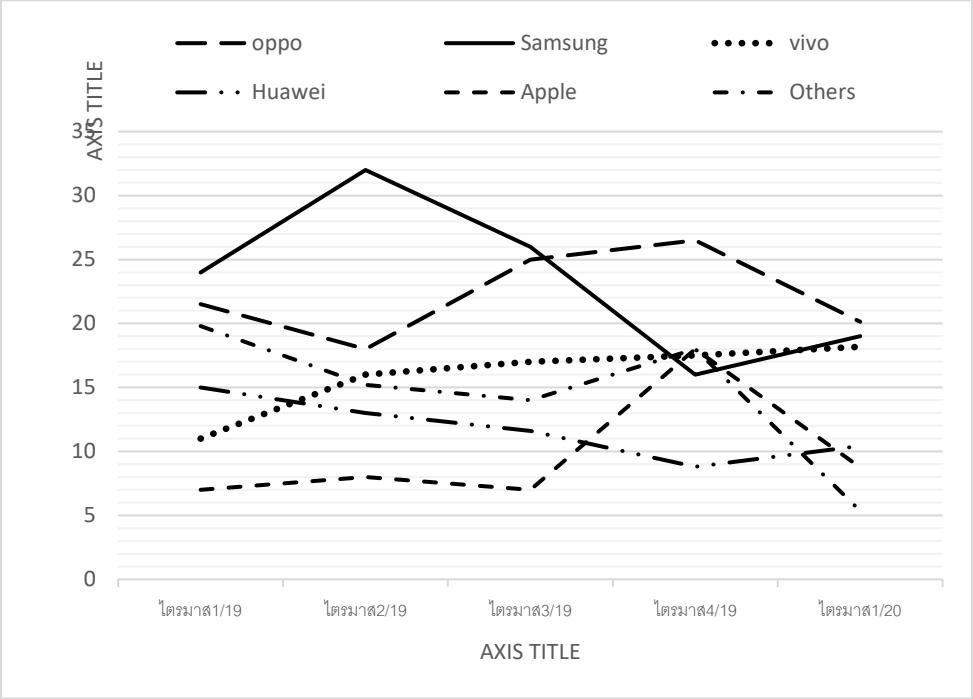
ก. ระยะเวลาในการขึ้นรูปมีความสัมพันธ์กับระดับการแข็งตัวของยางพารา

ข. ระยะเวลาในการขึ้นรูปมีความสัมพันธ์ทางลบกับระดับการแข็งตัว ของยางพารา

ค. ระยะเวลาในการขึ้นรูปมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับการแข็งตัวของยางพารา

ง. สารเคมีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับการแข็งตัวของยางพารา

<u>สถานการณ์ที่ 1</u> : ใช้ตอบคำถามข้อ 17)



โควิดเป็นเหตุยอดขายรวมตกฮวบเกือบ 30% !!!

ไตรมาสแรกของปีเป็นช่วงที่ยอดขายสามาร์ทโฟนมักจะลดลงเป็นปกติอยู่แล้ว แต่ด้วยวิกฤตการณ์ COVID - 19 ทำให้ยอดขายโดยรวมย่ำแย่ลงไปอีก บางแบรนด์ได้รับผลกระทบโดยตรงส่งผลให้ไม่สามารถผลิตสินค้าออกมาขายได้ ...

ที่มา : www.asean.idc.asia

17. ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทโทรศัพท์สมาร์ทโฟน SAMSUNG จะดำเนินการอย่างไร

ก. ขายโทรศัพท์สมาร์ทโฟนในราคาปกติ

ข. จัดกิจกรรม ลด แลก แจก แถม ในการขายโทรศัพท์สมาร์ทโฟน

ค. เร่งกำลังการผลิตโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเพื่อจำหน่าย

ง. เตรียมผลิตโทรศัพท์สมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ไว้ขายหลังสถานการณ์โรคระบาด Covid – 19

สถานการณ์ที่ 2 : ใช้ตอบคำถามข้อ 18

โตโยต้า เผยตลาดรถยนต์ในประเทศ ก.ค. 63 มียอดขาย
รวม 59,335 คัน ลดลง 26.8%

บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด เปิดเผยยอดขายรถยนต์ประจำเดือน ก.ค.63 ว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 59,335 คัน ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา 26.8% ประกอบด้วย รถยนต์นั่ง 18,500 คัน ลดลง 43.6% รถเพื่อการพาณิชย์ 40,835 คัน ลดลง 15.4% ขณะที่รถกระบะขนาด 1 ตันในเซกเมนท์นี้มีจำนวน 32,707 คัน ลดลง 15.9% โดยสถานการณ์การขายของเดือน ก.ค.63 มีแนวโน้มปรับตัวดีขึ้นจากเดือน มิ.ย.ที่ผ่านมา เนื่องจากรัฐบาลมีการผ่อนปรนมาตรการระยะที่ 5 ทำให้ธุรกิจสามารถกลับมาดำเนินการได้ ประกอบกับรัฐบาลออกมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจจากสถานการณ์โควิด - 19 รวมถึงมาตรการช่วยเหลือการท่องเที่ยวในประเทศ "เที่ยวปันสุข" เพื่อช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจก่อให้เกิดการใช้จ่าย ส่งผลในเชิงบวกให้กับตลาดรถยนต์

สำหรับเดือน ก.ค.นี้ จากการที่ภาครัฐได้ดำเนินการผ่อนคลายให้ธุรกิจสามารถกลับมาดำเนินการได้ ภายใต้มาตรการที่กำหนด และการควบคุมสถานการณ์เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น รวมถึงการเริ่มมีการจัดงานส่งเสริมการขายรถยนต์ ได้แก่ งาน Bangkok International Motor Show 2020 และงาน Bangkok International Grand Motor Sale 2020 ตั้งแต่ช่วงปลายเดือน ก.ค.ที่ผ่านมาจนถึงเดือน ส.ค. สร้างความเชื่อมั่นให้ประชาชนและผู้บริโภค ส่งผลให้ตลาดรถยนต์ในเดือนสิงหาคมมีทิศทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ส่วนตลาดรถยนต์สะสม 7 เดือน (ม.ค.-ก.ค.63) มีปริมาณการขาย 387,939 คัน ลดลง 35.9% จากช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา โดยตลาดรถยนต์นั่งมีอัตราการเติบโตลดลง 42.2% ตลาดรถเพื่อการพาณิชย์มีอัตราการเติบโตลดลง 31.7% เป็นผลกระทบมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด - 19 ไม่เพียงแต่ตลาดรถยนต์ไทย แต่ส่งผลต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศและทั่วโลกติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง

ที่มา : https://www.ryt9.com

18. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบริษัทโตโยต้าควรดำเนินการอย่างไร

ก. ขายรถยนต์ในราคาตามปกติ

ข. จัดกิจกรรม ลด แลก แจก แถม ในการขายรถยนต์

ค. เร่งกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อจำหน่าย

ง. เตรียมผลิตรถยนต์รุ่นใหม่ไว้ขายหลังสถานการณ์โรคระบาด Covid - 19

19. ข้อ 35 สุพจน์เป็นเจ้าของบริษัทรถยนต์ไฟฟ้าและได้รับข้อมูลจากการประชุมวิสามัญประจำปีผ่านระบบวีดีโอคอนเฟอร์เร้นเพื่อรับมือกับวิกฤตทางการเมือง เศรษฐกิจ และโรคระบาดไวรัส Covid - 19 ของบริษัทรถยนต์ไฟฟ้าสัญชาติไทย สรุปได้ดังนี้

หัวหน้าฝ่ายขาย : ลูกค้าต้องการรถยนต์รุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะดีกว่าเดิม

หัวหน้าฝ่ายผลิต: อะไหล่ที่ใช้ในการผลิตช่วงนี้ราคาค่อนข้างสูง

หัวหน้าฝ่ายการตลาด : ปัจจุบันลูกค้ามีความต้องการรถยนต์ที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

สุพจน์ควรดำเนินการอย่างไร

ก. มุ่งผลิตรถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก

ข. มุ่งผลิตรถยนต์ที่ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำเป็นหลัก

ค. มุ่งผลิตรถยนต์ที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของผู้บริโภคเป็นหลัก

ง. ให้ชะลอการผลิตออกไปก่อน

20. กมลวรรณเป็นเจ้าของบริษัทโทรศัพท์มือถือจะดำเนินการอย่างไรเมื่อได้รับข้อมูลผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานและพฤติกรรมการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนของคนไทยดังตาราง

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อโทรศัพท์ใหม่		
อันดับ	ปัจจัย	
1	สเปคเครื่องแรง	
2	แบตเตอร์รี่ใช้งานได้นาน	
3	หน้าจอใหญ่	
4	ถ่ายรูปสวย	
5	ออกแบบสวย วัสดุดี	
อัตราการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือเครื่องใหม่		
อันดับ	พฤติกรรม	ร้อยละ
1	1 - 2 ปี	35.60
2	มากกว่า 2 ปี	35.20
3	6 เดือน ถึง 1 ปี	18.80
4	น้อยกว่า 6 เดือน	10.40
โปรโมชั่นโดนใจที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ		
อันดับ	โปรโมชั่น	ร้อยละ
1	ของแถมพรีเมี่ยม, อุปกรณ์เสริม	35.50

2	สามารถผ่อนชำระ 0% ได้	29.60
3	เพิ่มประกันสินค้า	21.20
4	ซื้อพร้อมแพ็กเกจ ลดค่าเครื่อง	13.70
กิจกรรมบนสมาร์ทโฟนที่ได้รับความนิยมสูงสุด		
อันดับ	พฤติกรรม	ร้อยละ
1	การเล่นโซเชียลเน็ตเวิร์ก เช่น Facebook, Instagram	23.10
2	การแชท เช่น Line, Messenger	22.50
3	การโทรออก รับสายสนทนา ฟังก์ชั่นพื้นฐาน	17.30
4	เล่นเกม	14.40
5	ถ่ายภาพและวีดีโอ	12.70
6	ใช้แอพพลิเคชั่นอื่นๆ ในการทำงาน และการศึกษา	10.00

ที่มา : www.thaihealth.or.th

ก. ดำเนินการผลิตมือถือสเปคเครื่องแรงและแบตเตอรี่ใช้งานได้นาน

ข. ดำเนินการผลิตมือถือที่แบตเตอรี่ที่ใช้งานได้นานและผ่อนชำระได้

ค. ดำเนินการผลิตมือถือที่สวย วัสดุดี และแจกของแถมพรีเมี่ยม

ง. ชะลอการผลิตโทรศัพท์มือถือสมาร์โฟนออกไปก่อน

สถานการณ์ที่ 3 : ใช้ตอบคำถามข้อ 21

ดุสิตธานี หัวหิน รวมพล...รณรงค์ประหยัดน้ำ

ฝ่ายบริหารโรงแรมดุสิตธานี หัวหิน ร่วมกันจัดกิจกรรม "รวมพล...รณรงค์ประหยัดน้ำ" โดยเชิญชวนพนักงานทุก ๆ แผนกของโรงแรมเข้าร่วมกิจกรรม มีการส่งมอบคู่มือการใช้น้ำอย่างไรให้ประหยัด พร้อม 7 วิธีประหยัดน้ำง่ายๆ...ทำได้ทุกวัน เพื่อปลูกจิตสำนึกให้พนักงานทุกคนตระหนักและรู้ถึงคุณค่าในการใช้น้ำ เพื่อช่วยกันลดปัญหาภาวะขาดแคลนน้ำ รวมไปถึงการรณรงค์เพื่อช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของโลกของเรา

ที่มา : www.ryt9.com

21. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสิ่งที่ฝ่ายบริหารโรงแรมดุสิตธานี หัวหิน ปฏิบัติในข่าว

ก. เฉย ๆ เป็นปกติของการทำข่าวประชาสัมพันธ์

ข. คงทำเพราะเป็นหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ

ค. เป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องและน่าชื่นชม

ง. ควรนำมาเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติ

<u>สถานการณ์ที่ 4</u> : ใช้ตอบคำถามข้อ 22

ปลัดกระทรวงแรงงานนำข้าราชการรวมพลังคิกออฟกิจกรรม 5 ส

สร้างความมั่นใจให้ประชาชน

ปลัดกระทรวงแรงงาน นำ ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ คิกออฟกิจกรรม 5 ส ของกระทรวงแรงงาน รวมพลัง สร้างการมีส่วนร่วม ดูแลสถานที่ทำงาน ให้มีระเบียบ สะอาด สวยงาม ปลอดภัย สร้างความพึงพอใจและความมั่นใจให้กับประชาชนผู้มารับบริการ

เมื่อวันที่ 6 ธ.ค.61 ปลัดกระทรวงแรงงาน เป็นประธานในพิธีเปิด Kick Off กิจกรรม 5 ส ของกระทรวงแรงงาน ณ บริเวณชั้นล่าง อาคารกระทรวงแรงงาน จากนั้นกล่าวว่า กิจกรรม 5 ส เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กร และพัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพ ซึ่งกิจกรรม 5 ส ได้แก่ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย 3 ส แรก เป็นการพัฒนาสถานที่ ส่วน 2 ส หลัง เป็นการพัฒนาคน โดยประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนของการดำเนินกิจกรรม ได้แก่ สถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรก บุคลากรมีสุขภาพกายและใจที่ดี บุคลากรมีระเบียบวินัยมากขึ้น ขจัดความสิ้นเปลืองของทรัพยากร วัสดุและงบประมาณ และการลดการเก็บเอกสารที่ซ้ำซ้อนลง นอกจากนี้กิจกรรม 5 ส ยังช่วยลดต้นทุนของหน่วยงานลงอีกด้วย

ปลัดกระทรวงแรงงาน กล่าวต่อว่า การดำเนินกิจกรรม 5 ส ก่อให้เกิดการทำงานที่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย ตลอดจนสร้างทัศนคติที่ดีในการทำงานของบุคลากรในหน่วยงาน สร้างความพึงพอใจและความมั่นใจให้กับประชาชนผู้รับบริการ โดยการนำกิจกรรม 5 ส มาเป็นก้าวแรกของการบริหารที่จะนำไปสู่การปรับปรุงการปฏิบัติงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพในงาน รวมทั้งช่วยพัฒนาจิตสำนึกในมาตรฐานการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นพื้นฐานการพัฒนาไปสู่ระบบการบริหารงานคุณภาพตามมาตรฐานสากลต่อไป

"กิจกรรมในครั้งนี้ เป็นการแสดงพลังอย่างเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้มีโอกาสดูแลสถานที่ทำงาน ให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย สะอาด สวยงาม และมีความปลอดภัย และหวังว่าทุกท่านจะนำประสบการณ์ที่ได้ช่วยขยายผลไปสู่ครอบครัว และชุมชน ให้มีการร่วมแรงร่วมใจกัน รณรงค์ให้เกิดประโยชน์ ต่อตนเองและประเทศชาติต่อไป"

ภายในงานยังมีกิจกรรมบิ๊กคลีนนิ่งเดย์ โดยบุคลากรทุกหน่วยงานในสังกัดกระทรวงแรงงาน ร่วมกันทำความสะอาดพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยงาน ภายในบริเวณกระทรวงแรงงาน กิจกรรมตลาดนัดรีไซเคิล กิจกรรม 5 ส ภายในสถานที่ทำงานของตนเอง นิทรรศการและการออกบูทกิจกรรมจากสถาบันการจัดการบรรจุภัณฑ์และรีไซเคิลเพื่อสิ่งแวดล้อม และ บริษัทไฟเบอร์พัฒน์ จำกัด โดยได้รับการสนับสนุนเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ทำความสะอาดจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ในการจัดกิจกรรมรณรงค์

ที่มา : https://www.thairath.co.th

22. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสิ่งที่ปลัดกระทรวงแรงงานปฏิบัติในข่าว

ก. เฉย ๆ เป็นปกติของการทำข่าวประชาสัมพันธ์

ข. คงทำเพราะเป็นหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติ

ค. เป็นการปฏิบัติที่ถูกต้องและน่าชื่นชม

ง. ควรนำมาเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติ

<u>ตอนที่ 2 : ข้อคำถามเป็นแบบให้เติมคำตอบ</u> (จำนวน 1 ข้อ)

กรุณาตอบคำถามใน .... และอัพโหลดคำตอบ (ภาพงานที่ออกแบบ) ที่ท่านทำในกระดาษหรือในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ไฟล์ที่รองรับ Pdf., JPG., หรือ สามารถอัพไฟล์ภาพถ่ายจากมือถือสมาร์ทโฟนได้เลย) ที่ปุ่มเพิ่มไฟล์ (Upload) และกดส่ง (Send) เมื่อทำเสร็จทุกข้อ

.....

23. ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกแบบเทคโนโลยี 1 ชิ้น พร้อมทั้งตั้งชื่อผลงาน และอธิบายถึงที่มาของความรู้หรือแนวคิดและกระบวนการในการผลิตเทคโนโลยีที่นักเรียนออกแบบ

ชื่อผลงาน

.....

ที่มาของความรู้หรือแนวคิดในการออกแบบเทคโนโลยี

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

กระบวนการที่จะใช้ในการผลิตเทคโนโลยีที่ออกแบบ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ภาคผนวก ง

หนังสือราชการ (ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล)

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรารัตน์ มหาศรานนท์

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จำนวน.....ฉบับ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลจากหน่วยงานของท่าน บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการต่อไป บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘-๓๒
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง
โทร ๐๘-๔๓๘๕-๓๖๒๖

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ~~ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ พรมภักดี~~ **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันตชัย สุวรรณาคม**

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เชื้องไสล่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ศุภลักษณ์ วิรัชพินทุ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัทธนันท์ เด็ดแก้ว

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๔๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๔๔๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๑

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ติเรก ธีระภูธร

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘-๓๒
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง
โทร ๐๘-๔๓๘๕-๓๖๒๖

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๑๘๙๒ **วันที่** ๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ มีสุวรรณ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๓๐

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๐๓๕ **วันที่** ๒๘ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ ประจันบาน

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังที่แนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๐๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๘ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ว่าที่พันตรีสาธิต อธิวาส

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘-๓๒
โทรสาร์ ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง
โทร ๐๘-๔๓๘๕-๓๖๒๖

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๐๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๘ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองไสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘-๓๒
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายเอกพัฒน์ เฮืองไสส่อง
โทร ๐๘-๔๓๘๕-๓๖๒๖

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๐๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๘ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณชุมพล ชารีแสน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง** รหัสประจำตัว ๕๙๐๓๑๗๕๓ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแบบวัดการรู้เรื่องนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวิไลซ์ วนรัตน์วิจิตร)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

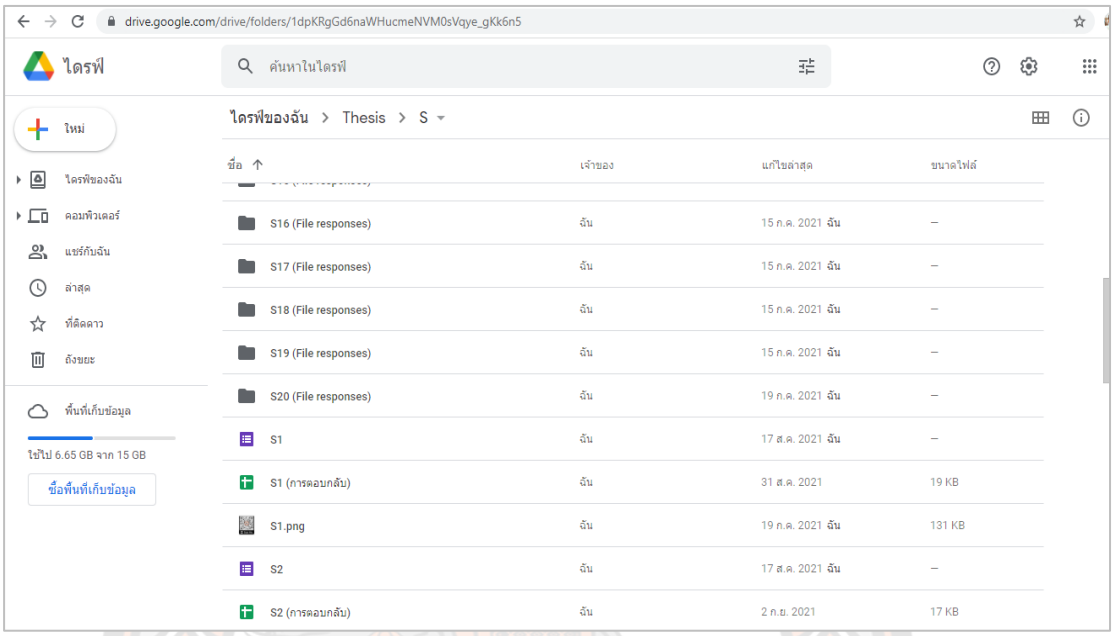
๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘-๓๒
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายเอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง
โทร ๐๘-๔๓๘๕-๓๖๒๖

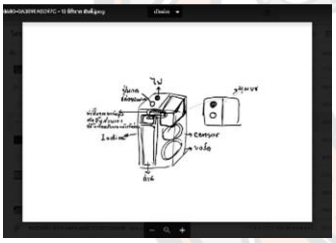
ภาคผนวก จ
ตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูล

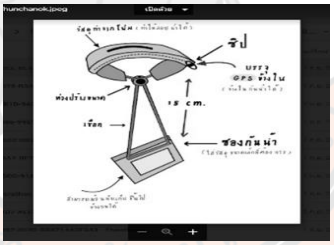
ตัวอย่าง QR CODE

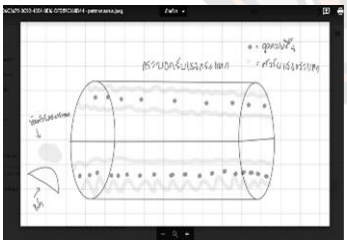
เพื่อเข้าทำแบบวัด

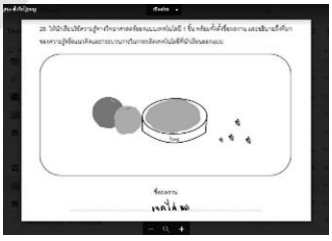
ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียน











ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง
วัน เดือน ปี เกิด	26 กรกฎาคม 2530
ที่อยู่ปัจจุบัน	102 หมู่ 7 ตำบลหนองคัน อำเภอภูหลวง จังหวัดเลย 42230
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2564 กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2560 ศษ.บ. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2559 ค.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย พ.ศ. 2553 นศ.บ. (การโฆษณา: โฆษณาเชิงกลยุทธ์) มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ผลงานตีพิมพ์	เอกพัฒน์ เฮืองใสส่อง และเชาว์ อินใย. (2559). การพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย เขต 2: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. JOURNAL OF EDUCATION NARESUAN UNIVERSITY, 18(3), 237–249. Retrieved from https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/66612