การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ณัฐารส ภูคา

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
มิถุนายน 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษาได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2564

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผศ.ดร.น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้อุตสาห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการอันประกอบไปด้วย ผศ.ดร. พัชราวลัย มีทรัพย์ ผศ.ดร.กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์ และ ผศ.ดร.อ้อมธจิต แป้นศรี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของการค้นคว้าอิสระด้วยความเอาใจใส่จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดวิชาความรู้และเทคนิควิธีการให้กับผู้วิจัยด้วยความเมตตาให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาต่อไป

ณัฐารส ภูคา

ชื่อเรื่อง การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้ศึกษาค้นคว้า ณัฐารส ภูคา

ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์

ประเภทสารนิพนธ์ การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563

คำสำคัญ แบบวัด การคิดเชิงระบบ

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร จำนวน 370 คน จากนักเรียนทั้งหมด 23 โรง ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Random Sampling)

ผลการวิจัย พบว่า

1. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 1 ฉบับ 5 สถานการ์ 20 คำถาม มีคุณภาพ ดังนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.90 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.976

2. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเกณฑ์ปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T24 ถึง T70

Title	The construction of systems thinking ability tests for Prathomsuksa 5 students
Authors	Nattarot Phookha
Advisor	Assistant Professor Namthip Ongardwanich, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. in Educational Research and Evaluation, Naresuan University, 2020
Keywords	Measurement model, Systems thinking

ABSTRACT

The research purposes were to construct and determine qualities of systems thinking ability tests for Prathomsuksa 5 students, and to establish the norms of their test scores in systems thinking abilities. The sample group, obtained by using multi-stage random sampling, consisted of 370 prathomsuksa 5 students studying in the second semester of the academic year 2020 in 23 schools in Phichit Primary Educational Service Area Office.

The results of the research were as follows:

1. The Systems thinking ability tests for prathomsuksa 5 students amount 1 copy 20 situations are determined as having construct validity with the mean of experts opinions ranging from .60 to 1.00, the difficulty index of .40 to .80, the discrimination power of .40 to .90, and reliability of .976

2. The norms of the test of prathomsuksa 5 students systemsthinking abilities in Phichit Primary Educational Service Area Office systems thinking abilities are within the normalized T-score range of T24 – T70.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	คำถามวิจัย	3
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ขอบเขตการวิจัย	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	6
	ความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)	6
	การหาคุณภาพเครื่องมือ	15
	เกณฑ์ปกติ	25
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	40
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	40
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	42
	การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	42
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	45
	การวิเคราะห์ข้อมูล	46
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	47
4	**ผลการวิจัย**	51
	ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5...	56
5	**บทสรุป**	61
	สรุปผลการวิจัย	61
	อภิปรายผลการวิจัย	62
	ข้อเสนอแนะ	64
บรรณานุกรม		65
ภาคผนวก		69
ประวัติผู้วิจัย		87

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงคะแนนสเตไนน์ที่ถูกกำหนดตามอัตราส่วนร้อยละ.....	28
2	แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) เป็นคะแนน T ปกติ.....	29
3	แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....	41
4	แสดงนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดเชิงระบบ.....	42
5	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของคำนิยามการคิดเชิงระบบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน.....	52
6	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามของการคิดเชิงระบบ.....	53
7	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทดสอบ.....	55
8	แสดงเกณฑ์ปกติของแบบวัดความความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับ.....	57
9	แสดงแสดงเกณฑ์ปกติที่ทำการขยายของแบบวัดความความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับ	58
10	แสดงผลการวิเคราะห์เกณฑ์ปกติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การประเมินของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	60
11	แสดงแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking).....	76
12	แสดงการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ.....	82
13	แสดงผลการคำนวณหาคะแนน T ปกติ (T_c) จากสมการเส้นตรง.....	84
14	แสดงแสดงคะแนน T ปกติ (T_c) ที่ทำการขยาย.....	86

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 การมองระบบว่าเปรียบเสมือนภูเขาน้ำแข็ง..... 11
2 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ..... 44

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนเกิดมาย่อมมีความคิดเป็นของตนเอง ซึ่งอาจจะมีความคิดที่แตกต่างกันไปตามประสบการณ์และบริบทแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง การคิดมีหลายลักษณะและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะในปัจจุบันที่สภาพสังคมมีความสลับซับซ้อนทางสังคมมากขึ้น มนุษย์ต้องอาศัยความคิดที่เป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่อย่างหลากหลายมาวิเคราะห์เชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่การวางแผนแก้ปัญหา ปรับปรุง ปรับเปลี่ยนกระบวนการในการดำเนินชีวิตและการทำงานให้มีประสิทธิภาพ การคิดเชิงระบบเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐาน ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้มุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ และหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน คือ ความสามารถในการคิด ที่เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และยังมีความสำคัญในฐานะเป็นเครื่องมือวางแผนและพัฒนาระบบเป็นทักษะทางปัญญาที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการคิดเชิงระบบเป็นรูปแบบการคิดขั้นสูงที่มนุษย์ใช้ในการมองปัญหา โดยเป็นการสร้างความเข้าใจในสถานการณ์นั้น ๆ ให้ได้ปัจจัยสาเหตุของการเกิดสถานการณ์ มีปัจจัยเหตุย่อยอะไรบ้าง จากนั้นพิจารณาว่าปัจจัยเหตุย่อยนั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในลักษณะที่เป็นเหตุเป็นผลกันอย่างไรบ้าง เป็นการคิดที่มองแบบ "องค์รวม" ยอมรับในความมีพลวัต ความสลับซับซ้อนของปัญหา รวมทั้งความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดพฤติกรรมรูปแบบต่าง ๆ (มนตรี แย้มกสิกร, 2546) อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหา และคิดอย่างมีวิจารณญาณอันเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญต่อคนยุคใหม่ในการเรียนรู้และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสมัยใหม่ (วิจารณ์ พานิช, 2555)

กระบวนการคิดเชิงระบบมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การสอนทักษะการคิดควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาสาระวิชาในโรงเรียน ความเชื่อพื้นฐานที่สอดคล้องกัน ในทุกรูปแบบการสอน มุ่งพัฒนาคุณภาพการคิด โดยการสร้างทักษะของวิธีการคิดชนิดต่าง ๆ และในปัจจุบันมีการใช้รูปแบบต่าง ๆ มากมายที่จะช่วยให้เด็ก

และเยาวชนเกิดการเรียนรู้เพื่อมุ่งไปสู่การกระทำที่เหมาะสม กระบวนการคิดเชิงระบบเป็นรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยให้เยาวชนเกิดการกระทำที่เหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่าการคิดเชิงระบบเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนในโลกปัจจุบันและอนาคตจำเป็นจะต้องได้รับการพัฒนาเพื่อการดำรงชีวิตที่ซับซ้อน และการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก็มีผู้ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและเสริมสร้างการคิดเชิงระบบไว้หลายท่าน ดังเช่น ปรียานันท์ เหินไธสง (2558) ได้ศึกษาการพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างกระบวนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบ ที่มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 4 ข้อ วลัยพร ประสานพันธ์ (2559) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดราษฎร์นิยมธรรม (พิบูลสงคราม) กรุงเทพฯ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก โดยที่ข้อคำถามมีลักษณะเป็นข้อความ ปัญหา หรือสถานการณ์ จำนวน 4 ข้อ นิยม กิมานุวัฒน์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบวัดการคิดเชิงระบบมีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงระบบที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมให้อธิบายเหตุผลแต่ละข้อ จำนวน 9 ข้อ ซึ่งจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเครื่องมือที่ใช้ในการคิดเชิงระบบมีรูปแบบและลักษณะที่แตกต่างกันออกไป และเมื่อพิจารณาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับประถมศึกษาพบว่า หลักสูตรไม่ได้มีรูปแบบการสอนและวัดประเมินเฉพาะเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบของผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาโดยตรง โดยการวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ จะต้องการกำหนดเกณฑ์หรือแนวทางในการวัดที่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการคิดเชิงระบบ ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและมีคุณภาพจึงเป็นเรื่องที่สำคัญซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ สามารถนำไปพิจารณาเปรียบเทียบ วิเคราะห์ ตีความ อนุมาน และสรุปผลได้อย่างถูกต้อง เที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 56)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบมีความสำคัญและจำเป็นมากในการประเมินผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพและสร้างเกณฑ์

ปกติในรูปคะแนนทีปกติไว้สำหรับแปลความหมายคะแนนการวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร เนื่องด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในวัยที่สมองกำลังพัฒนาเต็มที่ การให้เหตุผล ความคิดและแก้ปัญหาดีขึ้น สามารถไตร่ตรองก่อนตัดสินใจได้ด้วยตนเอง

คำถามการวิจัย

1. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะและคุณภาพอย่างไร

2. เกณฑ์ปกติของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร จำนวน 254 โรงเรียน มีทั้งหมด 3,840 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร จำนวน 399 คน จากนักเรียนทั้งหมด 22 โรง ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Random Sampling)

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดเชิงระบบ (Systems thinking) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปัญหาแบบองค์รวมที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูลทั้งระบบ โดยคำนึงถึงข้อมูลย่อย ๆ ที่สัมพันธ์กันอย่างมีขั้นตอน มี 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Senge ดังนี้

1.1 ระดับสถานการณ์ (Events) หมายถึง ความสามารถในการกำหนด ระบุประเด็นปัญหาของเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1.2 ระดับแบบแผน (Patterns) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสาเหตุ และแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ มาระบุเป็นปัจจัยสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน ครอบคลุม

1.3 ระดับโครงสร้าง (Structure) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสาเหตุแต่ละตัว เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุกับประเด็นปัญหา ที่สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์จากเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1.4 ระดับภาพจำลองของความคิด (Mental modal) หมายถึง ความสามารถในการเขียนวงจรความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหากับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวด้วยการเขียนลูกศรเชื่อมโยง

2. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติที่ดีของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยพิจารณาจาก

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบได้ตรงตามเนื้อหา หาได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วหาค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ความยาก (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนระหว่างนักเรียนที่ตอบคำถามข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามข้อนั้นทั้งหมด

2.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบในการจำแนกผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นว่าอยู่ในกลุ่มที่มีการคิดเชิงระบบสูงหรือกลุ่มที่มีการคิดเชิงระบบต่ำ

2.4 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบของผู้เรียนได้คงที่แน่นอน

3. เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง มาตรฐานอ้างอิงที่เกิดจากคะแนนดิบที่แปลงให้อยู่ในรูปของคะแนนที่ปกติของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตีความหมายของคะแนนดิบ เมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพ

2. ได้เกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)
2. การหาคุณภาพเครื่องมือ
3. เกณฑ์ปกติ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)

ธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนเกิดมาย่อมมีความคิดเป็นของตนเอง ซึ่งอาจจะมีความคิดที่แตกต่างกันไป ตามประสบการณ์และบริบทแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง การคิดมีหลายลักษณะและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะในปัจจุบันที่สภาพสังคมมีความสลับซับซ้อนทางสังคมมากขึ้น มนุษย์ต้องอาศัยความคิดที่อย่างเป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่อย่างหลากหลายมาวิเคราะห์เชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่การวางแผนแก้ปัญหา ปรับปรุง ปรับเปลี่ยนกระบวนการในการดำเนินชีวิตและการทำงานให้มีประสิทธิภาพ การคิดอย่างเป็นระบบเป็นแนวคิดที่มีความสำคัญมาก หากทุกภาคส่วนสามารถพัฒนาบุคคลทุกคนให้ มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบจะนำไปสู่ความเข้มแข็งของประเทศต่อไปได้ เพราะการคิดถึงว่าเป็นอาวุธทางปัญญา เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้เพื่อช่วยให้เกิดการพัฒนาและต่อยอดความรู้ เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ดังที่ Senge (1993) ได้กล่าวไว้ในวินัย 5 ประการเพื่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) ว่าประกอบด้วย การที่บุคคลใฝ่ศึกษาหาความรู้ (Personal Mastery) การใช้ปัญญา เป็นเครื่องตัดสิน (Mental Models) การแบ่งปันและพัฒนาวิสัยทัศน์ไปพร้อม ๆ กัน (Shared Vision) การเรียนรู้เป็นทีม (Team Learning) และการคิดอย่างเป็นระบบ (Systems Thinking) และการคิดอย่างเป็นระบบนี้เองจะเป็นฐานสำคัญให้กับ 4 องค์ประกอบข้างต้น นอกจากนี้หากบุคคลทุกคนเกิดการคิดอย่างเป็น ระบบและพัฒนาเป็นคุณลักษณะส่วนบุคคลแล้วก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นและดำเนินอยู่ได้ รวมทั้งวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็งและหาแนวทางเสริมหรือแนวทางพัฒนาให้ดีขึ้นต่อ ๆ ไปได้

1. แนวคิดของ Peter M.Senge

Peter M.Senge เป็นผู้ก่อตั้งและผู้อำนวยการของ Center for Organizational Learning แห่ง MIT Sloan School of Management เป็นผู้นำการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) มาประยุกต์ใช้กับการบริหารและการสร้างสภาวะผู้นำ เจ้าของผลงานหนังสือ The Fifth Disciplines: The Art and Practice of the Learning Organization (1990) และเขียนหนังสืออีก 2 เล่ม เพื่อช่วยนำภาคปฏิบัติให้แก่องค์การที่ต้องการเปลี่ยนแปลงไปสู่องค์การแห่งการเรียนรู้ คือ The Fifth Disciplines Field book: Strategies and tools for Building a Learning Organization (1994) และ The Dance of Chang: The Challenges of Sustaining Momentum in Learning Organization (1999) สำหรับสาระสำคัญที่ Peter M.Senge นำเสนอ คือ วินัย 5 ประการ ได้แก่ 1.ความรอบรู้แห่งตน (Personal mastery) 2.แบบแผนการคิด (Mental model) 3.การเรียนรู้เป็นทีม (Team learning) 4. การมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน (Shared vision) 5. การคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับการพัฒนาองค์การเรียนรู้ ได้เน้นว่า "องค์การเรียนรู้เป็นองค์กรที่ขยายขีดความสามารถที่เต็มศักยภาพเพื่อสร้างผลงานและสร้างอนาคตอย่างต่อเนื่อง โดยผู้คนในองค์กรต่างก็เรียนรู้วิธีที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างต่อเนื่อง "วินัยทั้ง 5 ประการนั้นสิ่งที่เป็น "หัวใจสำคัญ"คือ วินัยประการที่ 5 ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบหรืออาจจะเรียกว่าเป็นวิธีคิดเชิงระบบ (Systems thinking) (วีรวุธ มาฆะศิรานนท์ และณัฐพงศ์ เกศมาริษ, 2549, หน้า 3) การที่คนจะพัฒนาศักยภาพของตนเองไปสู่อนาคตที่พึงปรารถนานั้นก่อนอื่นต้องมีการกำหนดวิสัยทัศน์แห่งตน (Personal vision) คือการตระหนักรู้ว่าตนเองต้องการอะไรอยากเป็นอะไรวิสัยทัศน์มีความหมายลึกกว่าเป้าหมาย (Goal) หรือวัตถุประสงค์ (Objective) วิสัยทัศน์เป็นเป้าหมายที่ชัดเจนเป็นรูปธรรมที่จะต้องบรรลุใฝ่ฝันอย่างแรงกล้ามุ่งมั่นที่จะพัฒนาตนเองไปสู่อนาคตที่พึงปรารถนาความปรารถนาส่วนบุคคล ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักที่บุคคลทุกคนจะต้องกำหนดหากต้องการความสำเร็จ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ การจัดการการประสานงาน การวางแผนหลักสูตร การเตรียมการต่าง ๆ เพื่อนำหลักสูตรไปใช้ก็เพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน หากการจัดการเรียนรู้ไม่ดีก็ไม่สามารถที่จะบรรลุเป้าหมายได้ ถึงแม้บางคนจะมีพรสวรรค์ในเรื่องดนตรี แต่ไม่มีระบบฝึกซ้อมที่ดีไม่มีระบบการสอนที่สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนออกมาได้ย่อมไม่ประสบผลสำเร็จระดับโลกได้ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงต้องมีระบบและมีกระบวนการที่ครูหรือผู้สอนต้องให้ความสำคัญ ความสามารถในการจัดการเรียนรู้มี 3 ประการหลัก ดังนี้ (มกราพันธุ์ จูฑะรสก, 2556, หน้า 34-37)

1. ความตั้งใจที่จะทำสิ่งดี ๆ ให้เกิดขึ้น (Aspiration) หมายถึง แรงบันดาลใจลึก ๆ ที่จะผลักดันให้เราทำอะไรให้สำเร็จในขณะเดียวกันก็ตั้งความหวังความมุ่งมั่นที่จะเพิ่มความสำเร็จในระดับสูงขึ้นซึ่งเป็นประเด็นมีสิ่งที่ต้องฝึกฝน คือ

1.1 การพัฒนาตนเองให้เป็นมนุษย์ที่แท้ (Personal mastery) หมายถึง การเป็นนายตนเองที่จะพัฒนาศักยภาพสูงสุดที่ตนมีเพื่อนำไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่แท้การสร้างพลังแห่งตนเกิดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์โดยหลักการสร้างทักษะการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์มี 2 ประการคือ

1.1.1 การทำความเข้าใจ "สาระชีวิต" หมายความว่าต้องฝึกฝนเอาใจใส่เรื่องที่สำคัญ ลำดับความสำคัญ และมีสมาธิกับเรื่องนั้น

1.1.2 ฝึกมองโลกตามความจริง โดยเปรียบเทียบระหว่างความจริงที่เรามองเห็นกับวิสัยทัศน์ที่เราอยากเป็นซึ่งหากสภาพการณ์ที่เป็นปัญหาอุปสรรคเราก็จำเป็นต้องฝึกฝนที่จะพัฒนาตนเพื่อจัดการกับสภาพปัญหานี้อย่างมีสติ

1.2 การสร้างวิสัยทัศน์ร่วมกัน (Shared vision) หมายถึงการที่กลุ่มคนที่มีวิสัยทัศน์ส่วนบุคคลคล้ายกัน หรือองค์การที่ต้องการกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกัน เพื่อจะบรรลุเป้าหมายของกลุ่มบุคคลหรือองค์การ เพราะการกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกันจะเป็นการสร้างบรรยากาศของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างแท้จริงอีกทั้งทำให้เขามีศักยภาพของกันและกัน ในการกำหนดทิศทางไปสู่สิ่งที่ปรารถนาได้ชัดเจนขึ้น

2. การสนทนาอย่างครุ่นคิด (Dialogues) หมายถึง กระบวนการพูดคุยเพื่อให้เกิดความเข้าใจกันผ่านการครุ่นคิดที่ลึกซึ้งเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ๆ มุมมองใหม่ๆ แทนที่จะยืนยันความคิดเฉพาะตนว่าถูกต้อง เป็นการสนทนาที่ผู้ร่วมวงสนทนาแต่ละคนจะต้องใช้ความพยายามในการฟังคนอื่น ฟังให้ได้ยินเสียงที่คนอื่นพูด และตั้งคำถามเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ๆ ร่วมกัน มี 2 ประเภทที่ต้องฝึกฝน คือ

2.1 ภาพจำลองความคิด (Mental model) คือ โลกทัศน์และชีวทัศน์ที่รวมไปถึงความคิด ความเชื่อค่านิยม ที่จะนำบุคคลไปสู่พฤติกรรมการฝึกให้บุคคลรู้จักวิธีคิดที่ถูกต้องและวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อสร้างภาพจำลองความคิดที่ถูกต้องและไม่ให้มีความคิด ความเชื่อผิด ๆ บุคคลควรศึกษาข้อมูลรอบด้าน รู้จักแยกแยะไม่ควรเชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะมีข้อมูลเพียงพอ ตัวอย่างภาพจำลองความคิด ในสถานการณ์ปัจจุบันที่เกี่ยวกับจังหวัดชายแดน 3 จังหวัดภาคใต้ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมไม่ถูกต้องในการแก้ปัญหาการแก้ปัญหาที่ไม่เข้าใจต้นเหตุที่แท้จริงคนสร้างปัญหาใหญ่และขยายออกไปเรื่อย ๆ

2.2 การเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม (Team learning) คือการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันการเรียนเป็นทีมและการทำงานเป็นทีมจะทำให้สมาชิกในทีมเกิดการเกื้อกูลและพึ่งพากัน และตระหนักว่า ความสามารถอาจทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ระดับหนึ่ง แต่การร่วมเรียนรู้เป็นทีมจะทำให้ได้ผลสำเร็จได้ตามเป้าหมายยิ่งขึ้น การใช้กระบวนการสนทนาอย่างครุ่นคิด (Dialogue) เข้ามาจะทำให้เกิดการเคารพในความคิดซึ่งกันและกัน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จะมีความสนุกสนานได้บรรยากาศแบบกัลยาณมิตร ทำให้เกิดความไว้วางใจเชื่อมั่น (Trust)ต่อกันและกัน สร้างการทำงานเป็นทีมได้ดี

3. การเข้าใจโลกและระบบที่ซับซ้อน (The world understand and complex systems) หมายถึง ทัศนะคติในการมองโลก มองชีวิตที่ต้องอาศัยความละเอียดอ่อน และความคิดแบบเชื่อมโยงบวกกับจินตนาการที่สร้างเพราะบางครั้งสิ่งที่เราเห็นด้วยตาอาจจะไม่ใช่อย่างที่เราคิดและเข้าใจก็ได้การฝึกทักษะในการมองโลกเพื่อให้เข้าถึงความจริงของธรรมชาติระบบที่ซับซ้อนเป็นเรื่องสำคัญของมนุษย์ดังนั้นจึงต้องเรียนรู้วิธีคิดเชิงระบบอันเป็นฐานสำคัญ

วิธีคิดเชิงระบบ (System thinking) เป็นกระบวนการคิดขั้นสูงสำหรับองค์การเรียนรู้และบุคคลแห่งการเรียนรู้เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ความเข้าใจคลาดเคลื่อนจนนำไปสู่การสร้างปัญหาที่ทำให้เราไม่สามารถไปถึงภาพอนาคตที่พึงปรารถนาได้ดังนั้นการคิดเชิงระบบจึงมีความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการคิดในลักษณะเชื่อมโยงคิดแบบภาพรวมมองให้เห็นภาพทั้งหมดรู้จักสังเคราะห์และมองเส้นปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบทำให้ความสัมพันธ์เชิงลึกและความสัมพันธ์แนวกว้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน เป็นการเน้นการคิดแบบกระบวนการหรือวิธีคิดแบบทัศนะทั้งหลายเรียกว่า"วิธีคิดแบบองค์รวม"

Peter M.Senge เป็นผู้ที่นำวิธีคิดเชิงระบบมาประยุกต์ใช้กับระบบบริหารและพัฒนาองค์การยุคใหม่รวมถึงการสร้างภาวะผู้นำที่ยอดเยี่ยม สามารถยกระดับการเรียนรู้และศักยภาพขององค์การเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้หากเราฝึกคิดวิธีคิดอย่างเป็นระบบจนเกิดความชำนาญจะทำให้เราเกิดความเชื่อมโยงของเหตุปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกันและมีความสัมพันธ์เป็นลูกโซ่และสามารถเข้าใจเรื่องกฎของการกระทำสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับตนเอง พิจารณาโลกของตนเอง ซึ่งอยู่ในระดับรูปแบบการคิด Mental model ได้

2. ความหมายของการคิดอย่างเป็นระบบ

การคิดอย่างเป็นระบบ เป็นการคิดภาพรวมทั้งระบบที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นระบบอย่างเป็นขั้นตอน อย่างครบถ้วนเป็นอีกวิธีการคิดที่สำคัญในปัจจุบัน (Senge, 1993)

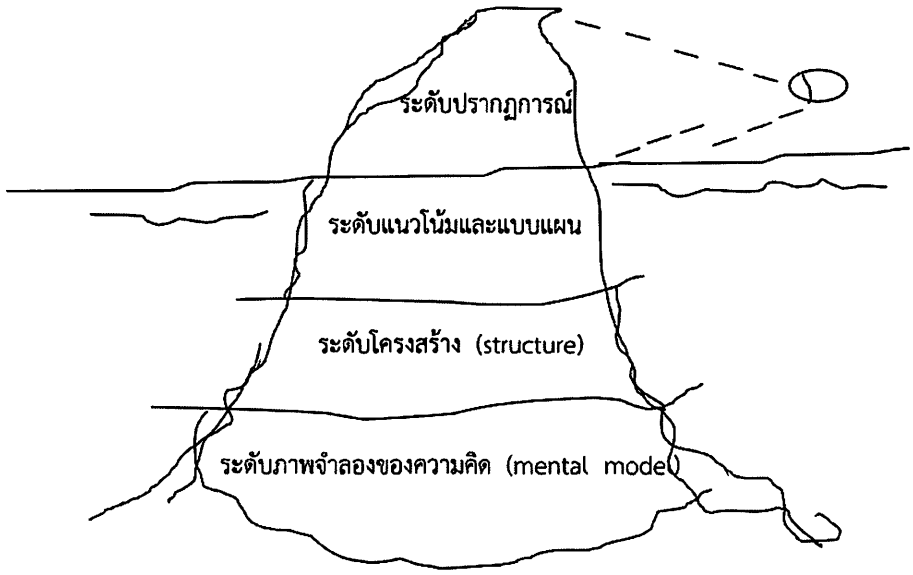
การคิดอย่างเป็นระบบ หมายถึง การคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ และเหตุผลโดยการจัดข้อมูลทั้งหลาย ให้มีหน้าที่สัมพันธ์กันด้วยองค์ประกอบย่อย แต่ไม่เป็นแบบแผนที่ชัดเจนด้วยการเก็บเป็นภาพรวม (นพคุณ นิศามณี, 2549)

การคิดอย่างเป็นระบบ คือ การปรับวิธีคิด หรือเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบในเวลาเดียวกัน แต่ต้องมีวิธีเลือกวิธีคิดหลักในแต่ละสถานการณ์ มีหลักเกณฑ์และเหตุผลโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กัน เป็นองค์รวม โดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่ต่อเชื่อมกันอยู่เป็นปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง (มกราพันธุ์ จูฑะรสก, 2550)

จากความหมายข้างต้น จะเห็นว่า การคิดอย่างเป็นระบบเป็นการใช้ความสามารถทางสมองของบุคคลที่กระทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาและและนำไปปรับพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งถือเป็นกระบวนการคิดขั้นสูง ช่วยในการแก้ปัญหาให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เน้นมุมมองแบบวงจรไม่ใช่เส้นตรง มองภาพรวมและเห็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎี เชาวน์ปัญญาแห่งความสำเร็จของ Sternberg (1985) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบ 3 ด้านของเชาวน์ปัญญาคือ 1) ด้านองค์ประกอบ (Componential Aspect) เน้นในเรื่ององค์ประกอบของความคิด ที่เกี่ยวข้องในการ วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการของความคิดหรือทักษะ (Mental Process or Skill) เมื่อบุคคลแสดงพฤติกรรมที่มีเหตุผล 2) ด้านประสบการณ์ (Experiential Aspect) เน้นประสบการณ์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อภูมิปัญญาของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสบการณ์ในอดีตที่ช่วยในการแก้ปัญหาเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การปรับตัวกับงานใหม่ ความขัดแย้งกับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น 3) ด้านบริบท (Contextual Aspect) และเพื่อให้เกิดความสำเร็จบรรลุเป้าหมายแล้วบุคคลจะใช้ ความสามารถด้านการคิดเป็น 3 ด้าน คือ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และความสามารถด้านการคิดเชิงประยุกต์ใช้ (Practical Thinking) นั้นอย่างสมดุล (Sternberg, 1997; Sternberg & Grigorenko, 2003; 2007)

การคิดเชิงระบบ มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละคนในการมองระบบ ได้แก่การคิดเชิงระบบแนวกว้าง (system-wide thinking) การคิดเชิงระบบเปิด (open systems thinking) การคิดเชิงระบบของมนุษย์ (human systems thinking) การคิดเชิงระบบเพื่อการดำรงชีวิต (living systems thinking) การคิดเชิงระบบที่เกี่ยวกับการย้อนกลับ (feedback related systems thinking) กระบวนการคิดเชิงระบบ (process systems thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ปรับระบบรูปแบบการคิดที่มององค์กรเป็นแหล่งข้อมูล โดยการศึกษา

โครงสร้าง การสื่อสารที่แท้จริง และรูปแบบพฤติกรรมที่ควรเปลี่ยนแปลงขององค์กร (Senge, 2000, pp. 79) การคิดเชิงระบบเป็นการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก โดยวิเคราะห์ระบบใดระบบหนึ่งทั้งระบบที่มีส่วนประกอบที่เป็นระบบย่อยซ้อนกันอยู่ เพื่อให้เห็นระดับในแนวลึกของระบบที่ประกอบไปด้วย 1) ระดับปรากฏการณ์ 2) ระดับแนวโน้มและแบบแผน 3) ระดับโครงสร้าง (structure) และ 4) ระดับภาพจำลองของความคิด (mental model) (Senge, 2000, pp. 80-83 ; มกราพันธุ์ จูฑะรสก, 2551, หน้า 38-39 ; ปิยนาถ ประยูร, 2548, หน้า 61-74) วิธีคิดเชิงระบบมองระบบว่าเปรียบเสมือนภูเขาน้ำแข็ง เป็นการมองระบบด้วยวิธีคิด 4 ระดับ ดังนี้ (Senge. 2000, pp. 80-83)



ภาพ 1 การมองระบบว่าเปรียบเสมือนภูเขาน้ำแข็ง

หากผู้วิเคราะห์ระบบไม่ได้ฝึกวิธีคิดวิเคราะห์ในแนวลึก 4 ระดับมาก่อน อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการด่วนสรุปปัญหาเฉพาะระดับปรากฏการณ์ทำให้ปัญหาที่แท้จริงยังคงอยู่ไม่ได้ถูกแก้ไข เพื่อความเข้าใจพอสังเขปของผู้อ่านจะนำเสนอความหมายแต่ละระดับดังนี้ (ปิยนาถ ประยูร, 2548, หน้า 61-74)

1. ระดับปรากฏการณ์เหตุการณ์ในสังคมปัจจุบัน เช่น เหตุการณ์ความไม่สงบในภาคใต้ ช่วงปีใหม่ หรือช่วงสงกรานต์ เหตุการณ์ที่ปรากฏ คือ อุบัติเหตุรถชน รถคว่ำ เป็นต้น

2. ระดับแนวโน้มและแบบแผน แบบแผนพฤติกรรมของเหตุการณ์ คือ สิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าหากแบบแผนเป็นเช่นนี้ปรากฏการณ์จะเป็นเช่นไร แบบแผน (pattern) จึงเหมือนการไหลของน้ำ เราจะเห็นว่าบางช่วงแม่น้ำจะไหลวน หรือเปลี่ยนทิศทางได้ เพราะมีหินหรือสิ่งที่กีดขวาง

อยู่ใต้น้ำมาปรับเปลี่ยนทางเดินของน้ำ หินใต้น้ำจึงเปรียบเสมือนโครงสร้างซึ่งอยู่ในระดับถัดไป ส่วนแบบแผนการไหลของน้ำก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้างนี้ทำให้เราเห็นการไหลของน้ำว่ามีทั้งไหลเชี่ยว และไหลเรื่อย หรือวกวนเป็นบางช่วง การสังเกตแบบแผนของเหตุการณ์อีกอย่างหนึ่ง เช่น บุคลากรทางการแพทย์/ พยาบาลจดบันทึกสถิติความถี่ของการป่วยของโรคต่าง ๆ หรืออุบัติเหตุจะเกิดในช่วงใดซึ่งสถิติส่วนนี้ จะนำไปสู่การวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคต เพื่อที่จะวางแผนรองรับได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงรุก

3. ระบบโครงสร้าง (structure) จากการอธิบายแบบแผนการไหลของน้ำเกิดจากโครงสร้างใต้น้ำ คือ หินความลาดชัน ความขรุขระ พื้นดินใต้น้ำ รวมไปถึงตลิ่งที่เป็นกรอบกำหนดความคดเคี้ยว โครงสร้างจึงเป็นตัวกำหนดแบบแผนพฤติกรรมและสิ่งที่แสดงออกมาให้ปรากฏ เช่น การพูดถึงโครงสร้างของระบบราชการทำให้ข้าราชการทำงานไม่เต็มศักยภาพนั้น อาจจะเป็นเพราะการทำงานภายใต้โครงสร้างที่มีกฎระเบียบมากมาย ไม่ยืดหยุ่น แต่อย่างไรก็ตาม บางหน่วยงาน โครงสร้างที่ดูภายนอกแล้วเหมือนกัน แต่ภายในอาจยืดหยุ่นต่างกัน เช่น แม้จะเป็นระบบราชการ เหมือนกัน ช่วยให้คนทำงานได้เต็มที่ลุล่วงด้วยดีได้ ภายในระบบใหญ่ๆ ไม่ได้มีเพียงโครงสร้างเดียวแต่มีโครงสร้างหลายชั้นซ้อนกัน เช่น โครงสร้างเชิงสภาวะแวดล้อม เป็นโครงสร้างที่เป็นภาพใหญ่ระดับโลก ได้แก่ โครงสร้างด้านกฎระเบียบ/กฎหมาย โครงสร้างทางเศรษฐกิจ โครงสร้างด้านเทคโนโลยี โครงสร้างทางธุรกิจ โครงสร้างองค์กร โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และโครงสร้างภาพจำลองความคิด เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างภาพจำลองความคิดจัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบโครงสร้าง (systematic structure) หรือแยกออกเป็นต่างหากก็ได้

4. ระดับภาพจำลองความคิด (mental model) วิธีคิดหรือแบบจำลองความคิดของคนอื่นเกิดจากสัณฐานหรือโครงสร้างเป็นการเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ และหล่อหลอมออกมาเป็นวิธีคิด เป็นเรื่องของความเชื่อ นิสัย และพฤติกรรมของบุคคล เช่น นักการเมืองบางคนจะมีพฤติกรรมเปลี่ยนไปตามโครงสร้างทางการเมืองทำให้วิธีคิดและพฤติกรรมเปลี่ยนไป และการเปลี่ยนวิธีคิดของคนก็มีผลต่อโครงสร้างเช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นเราควรจะฝึกวิธีคิด วิธีมองเพื่อให้เกิดโครงสร้างของสิ่งดี ๆ และรักษาโครงการดี ๆ เอาไว้โดยเฉพาะนักคิดอย่างเป็นระบบจะช่วยให้สามารถมองเห็นภาพในทั้ง 4 ระดับนั้น คือการมองในเชิงลึกได้

3. ประโยชน์จากการคิดอย่างเป็นระบบ

การคิดอย่างเป็นระบบจะทำให้เราคิดได้มากกว่า "การคิดวิเคราะห์" เพราะการคิดวิเคราะห์ต้องมีสมมติฐานว่าขณะศึกษานั้น สรรพสิ่งจะหยุดนิ่งทำให้ถอดองค์ประกอบของสิ่งที่เราวิเคราะห์ออกได้เป็นชิ้น ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบมิได้เป็นสิ่งสำคัญ

แต่ในความเป็นจริงแล้วโลกเปลี่ยนแปลง ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นระบบชีวิต ระบบครอบครัว ระบบทำงาน ระบบสังคม ระบบชุมชน การคิดอย่างเป็นระบบจึงช่วยให้เราเกิดการคิดที่ต่างไปจากเดิม คือ 8 (1) มองเห็นโลกรอบตัวเราเป็นองค์รวมมากกว่า จะเห็นเพียงเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง เห็นความเป็นกระบวนการที่เป็นพลวัตมากกว่าภาพนิ่งของชีวิต (Snapshots) (2) เห็นและเกิดความตระหนักว่าส่วนย่อยของระบบมันทำงานร่วมกันอย่างไรแทนที่จะมองเป็น "การสะสม" (Collection) โดยไม่มีการเกี่ยวข้องปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน (3) เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยว่ามีอิทธิพลต่อแบบแผนพฤติกรรมและ เหตุการณ์ได้อย่างไร (4) ช่วยให้เราได้เข้าใจชีวิตว่ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (5) ช่วยให้เข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่างเวลาที่มีอิทธิพลต่อกัน แม้ว่าเหตุการณ์แรกเกิดขึ้นนานแล้ว (6) ทำให้รู้ว่า "อะไร" ที่เกิดขึ้นรอบตัวเราล้วนขึ้นอยู่กับ "ตำแหน่งของเรา" ใน ระบบขณะนั้นด้วย (7) เกิดการท้าทายสมมติฐานเดิมของเราที่พยายามเข้าถึงความจริงที่ว่าโลกทำงาน อย่างไร (How the world works) เป็นการตั้งคำถามที่รอการตรวจสอบภาพจำลองความคิด (mental models) ที่เรามีต่อโลก ซึ่งภาพจำลองความคิดแบบเดิมจะทำให้เรา "จำกัด" ศักยภาพของตนในการจะเข้าถึง ความจริงได้ (8) ทำให้เราเริ่มคิดว่าผลการกระทำของตนเองจะมีผลกระทบระยะสั้นและระยะยาวต่อระบบอย่างไรบ้าง (9) หากเราคิดเป็นระบบเราจะไม่หาแพะรับบาป แต่จะหาวิธีการที่จะช่วยแก้ปัญหาด้วยตนเองในฐานะที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้น ด้วยการตั้งคำถามใหม่ว่าเราจะช่วยแก้ปัญหาที่เรามีส่วน เกี่ยวข้องได้อย่างไร ด้วยเริ่มที่มองความรับผิดชอบของตน

4. การวัดและประเมินความสามารถในการคิดเชิงระบบ

ในการวัดการคิดเชิงระบบนั้น นิยมใช้เป็นแบบทดสอบ เช่น วัดการคิดเชิงระบบด้วย กระบวนการพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล วัดการคิดเชิงระบบด้วย การป้อนกลับของเรื่องราว (Feedback) วัดการคิดเชิงระบบด้วยวิธีสอนโดยใช้กรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งแต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้ (มกราพันธ์ จูฑะรสก, 2551, หน้า 38-48)

5. กระบวนการพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ

ก่อนที่จะตอบคำถามจะคิดเป็นระบบได้อย่างไรต้องเข้าใจกระบวนการพื้นฐาน โดยตอบคำถามว่าระบบคืออะไร การที่จะเข้าใจคุณสมบัติของความเป็น "ระบบ" ต้องตอบคำถาม ต่อไปนี้ให้ได้ชัดเจนคือ สิ่งที่เราเห็นเป็น "กอง" หรือเป็น "ระบบ"

หลักการพิจารณาคือ

1. "กอง" กับ "ระบบ" ประกอบด้วยสองส่วนหรือมากกว่าเสมอแต่ความเป็นกอง เช่น กองข้าวสาร ไม่ว่าจะเอาออกหรือเพิ่มเข้าไป ก็ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในทางคุณภาพ แต่หากเป็นระบบ หากเราเอาบางส่วนออกไป มันจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เอาแบตเตอรี่ออกจากรถยนต์ รถยนต์ไม่สามารถขับได้ ระบบร่างกายหากเท้าถูกตัดออกไปจากขาเท้านั้นก็ย่อมเดินไม่ได้

2. ความเป็นองค์รวม "เหนือกว่า" ความเป็นผลรวม ผลรวม หมายถึง "คุณสมบัติ" ของระบบรวมหรือ "คุณภาพ" ของระบบใหญ่แตกต่างไปจากคุณสมบัติของส่วนย่อย การวัดคุณภาพของระบบใหญ่ ไม่ได้วัดจากปริมาณของส่วนย่อยที่เพิ่มเข้าไป เช่น คุณสมบัติของวงดนตรีการบรรเลงได้ไพเราะไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนนักดนตรีในวงมาก แต่ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ควบคุมวงประสานกันกับนักดนตรีและระหว่างนักดนตรีด้วยกันเอง

3. จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของระบบคืออะไร ระบบต่าง ๆ ล้วนมีจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของตนในความสัมพันธ์กับระบบใหญ่ที่ตนเป็นส่วนหนึ่ง เช่น ในระบบต่างๆ มีระบบครอบครัวอยู่ในระบบชุมชน อยู่ในระบบสังคม เป็นต้น

4. นักคิดอย่างเป็นระบบ (System Thinker) จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นวงจรที่สามารถวกกลับมาหากันได้ (feedback)

5. คำถามที่ต้องหาคำตอบเสมอ คือ สิ่งที่เราประสบนั้นจะเกิดครั้งเดียวหรือ พฤติกรรมของระบบจะทำให้เราเข้าใจว่า ความเป็นระบบเกี่ยวข้องกันทั้งหมด เช่น ระบบราชการ "มีการขึ้นต่อกันและกัน" การทำงานจะได้ผลต้องร่วมกันทาตามเป้าหมายที่กำหนด แต่การเรียนรู้วิธีคิดอย่างเป็นระบบต้องสนใจภาษาที่สื่อออกมา ดังนั้น พฤติกรรมของระบบ มิใช่เหตุที่เกิดครั้งเดียวเพราะมีความเกี่ยวเนื่องของระบบย่อย

6. กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล

หลักการสำคัญของวิธีคิดอย่างเป็นระบบ คือ ความเชื่อมโยงขององค์ประกอบ แต่ละส่วนในระบบนั้น โดยพิจารณาว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร ซึ่งความเชื่อมโยงเรียกว่า "เส้นสัมพันธ์" คำถามที่จะต้องตอบว่าส่วนประกอบของแต่ละองค์ประกอบนั้น ๆ เชื่อมโยงกันอย่างไร ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในเชิงของระบบ (Learning as a System) การเรียนรู้คือกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลง ตนเองโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ซึ่งผู้เรียนจะต้องพิจารณาตนเองว่า "เราจะเรียนรู้ได้อย่างไร ว่าเราได้เรียนรู้ ? " และ "ผู้สอนจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ? " โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล

ดังนั้น "เส้นสัมพันธ์" จะต้องถูกนำมาใช้เพื่อให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนได้เรียนรู้ความคิดของกันและกัน โดยใช้ความเป็นเหตุและเป็นผล เพราะ "วิธีคิดอย่างเป็นระบบจะไม่มองข้ามความเป็นเหตุผล และไม่สนับสนุนให้เราเชื่อโดยปราศจากเหตุผล และเชื่อเพียงปรากฏการณ์ที่เราเห็นแต่สอนให้เราทำความเข้าใจกับระบบด้วยเหตุและผล อันเป็นหลักเดียวกันกับพุทธศาสนา "อิทัปปัจจยตา" หรือ "เพราะมีสิ่งนี้สิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ทุกอย่างจะเกิดไม่ได้หากไม่มีเหตุ "ทุกอย่างที่เกิดขึ้น ล้วนมาแต่เหตุ" เพียงแต่เหตุการณ์นี้เราไม่อาจมองเห็นได้ทันทีและการที่เรามองไม่เห็นไม่ใช่เรื่องนั้นไม่มีเหตุ (ปิยนาถ ประยูร, 2548, หน้า 71)

จากเอกสารและข้อความที่ประมวลมาข้างต้น สรุปได้ว่า

การคิดเชิงระบบ (Systems thinking) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปัญหาแบบองค์รวมที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูลทั้งระบบ โดยคำนึงถึงข้อมูลย่อย ๆ ที่สัมพันธ์กันอย่างมีขั้นตอน มี 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Senge ดังนี้

1.1 ระดับสถานการณ์ (Events) หมายถึง ความสามารถในการกำหนด ระบุประเด็นปัญหาของเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1.2 ระดับแบบแผน (Patterns) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสาเหตุและแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ มาระบุเป็นปัจจัยสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน ครอบคลุม

1.3 ระดับโครงสร้าง (Structure) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสาเหตุแต่ละตัว เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุกับประเด็นปัญหา ที่สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์จากเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1.4 ระดับภาพจำลองของความคิด (Mental modal) หมายถึง ความสามารถในการเขียนวงจรความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหากับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวด้วยการเขียนลูกศรเชื่อมโยง

รูปแบบของแบบวัดมีลักษณะเป็นอัตนัย โดยพิจารณาสถานการณ์แล้วตอบคำถามที่ สอดคล้องกับ 4 ระดับของการคิดเชิงระบบ

การหาคุณภาพเครื่องมือ

ไพศาล วรคำ (2558, หน้า 26) กล่าวถึงการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการวิจัยเพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องซึ่งส่งผลให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ การพิจารณาคุณภาพของเครื่องมือในกรณีที่เครื่องมือเป็นแบบทดสอบ สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก

เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามก็ต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และอำนาจจำแนก ส่วนแบบสำรวจ แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต หรือเครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยต่ำจะต้องมีความเที่ยงตรงและหาความความเชื่อมั่น หรือความพ้องกันของผู้สังเกต หรือผู้ตรวจให้คะแนนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 193) กล่าวถึงการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ว่าหมายถึง การหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดีก็ควรนำไปใช้ แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข การทำเช่นนี้จะได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพดีไปทดสอบกับนักเรียน ช่วยให้การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยมีเกณฑ์การหาคุณภาพของแบบกตสอบแบบอิงกลุ่ม และอิงเกณฑ์ ดังนี้

1. การหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm Reference) หมายถึง การนำผลการทดสอบมาจำแนกนักเรียนออกตามความสามารถ โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบผลการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนกับกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ซึ่งการตีความหมายในรูปแบบนี้เรียกว่า การตีความหมายแบบอิงกลุ่ม โดยมีแนวคิดว่าในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนย่อมมีความแตกต่างเป็นรายบุคคล คือจะทราบว่าแต่ละคนมีความสามารถมากหรือน้อยกว่านักเรียนคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน

2. การหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) หมายถึง การนำเอาผลการทดสอบของนักเรียนแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (Criteria) ที่กำหนดขึ้น โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น ๆ เพื่อต้องการทราบสถานภาพของบุคคลโดยอาศัยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายเป็นหลัก โดยมีแนวคิดว่าในการจัดการเรียนการสอนควรจะให้นักเรียนเรียนอย่างรอบรู้ (Master Learning)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์โดยใช้วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ต้องการวัดการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อนำผลคะแนนมาสร้างเกณฑ์ปกติ ซึ่งผู้วิจัยใช้การหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. **ความยาก** (Difficulty)

ความยากเป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะ ควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2544, หน้า 199-220 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544, หน้า 142)

กล่าวโดยสรุป ความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนระหว่างนักเรียนที่ตอบคำถามข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นทั้งหมด วิเคราะห์โดยใช้สูตรของ D.R Whitney และ D.L Sabers ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201)

$$p = \frac{(S_H+S_L)-(N_T)(x_{min})}{(N_T)(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

ค่าความยากจะมีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

0.80 – 1.00 แสดงว่า เป็นข้อสอบง่ายมาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

0.60 – 0.79 แสดงว่า เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย (ดี)

0.40 – 0.59 แสดงว่า เป็นข้อสอบง่ายปานกลาง (ดีมาก)

0.20 – 0.39 แสดงว่า เป็นข้อสอบค่อนข้างยาก (ดี)

0.00 – 0.19 แสดงว่า เป็นข้อสอบยากมาก ควรตัดทิ้ง หรือปรับปรุง

ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกหมด แสดงว่า ข้อนั้นง่ายมาก มีค่า p = 1.00 แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบผิดหมด แสดงว่า ข้อนั้นยากมาก มีค่า p = 0.00

2. **อำนาจจำแนก** (Discrimination)

อำนาจจำแนก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตงเชิงสภาพสูงด้วย (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544, หน้า 142-154)

การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกสามารถคำนวณได้อีกหลายวิธี (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2544, หน้า 185-199) ดังนี้

1. ใช้สูตรแบบง่าย
2. ใช้สูตรสัดส่วน
3. ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point Biserial Correlation : $r_{p.bis}$)
4. ค่าสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล (Biserial Correlation : $r_{.bis}$)
5. เปิดจากตารางสำเร็จของจุง-เตห์-ฟาน (Chung-Teh-Fan)

กล่าวโดยสรุป อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นว่าอยู่ในกลุ่มที่มีความสามารถสูงหรือกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ วิเคราะห์โดยสูตรของ D.R Whitney และ D.L Sabers ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201)

$$r = \frac{(S_H - S_L)}{N_H(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกพอเหมาะควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3. ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่นเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ตามกับกลุ่มเดิม หรือลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถ

วัดได้คงที่คงวา ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม โดยทั่วไปแล้วความเชื่อมั่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543, หน้า 209-245 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544, หน้า159-165 ; ไพศาล วรคำ, 2558, หน้า 278-287) ดังนี้

3.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม (Reliability of Norm-Referenced Test) มีการตรวจสอบความเชื่อมั่น ดังนี้

3.1.1 วิธีการทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) วิธีนี้ทำได้โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิมทดสอบซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างเดิม 2 ครั้ง โดยเว้นระยะเวลาให้ห่างกันไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ การปฏิบัติโดยทั่วไปนิยมวัดระยะประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วนำคะแนนการสอบทั้ง 2 ชุดมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งค่าที่คำนวณได้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of Stability)

3.1.2 วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Equivalent from or Parallel from) วิธีนี้ใช้กลุ่มผู้สอบกลุ่มเดียวกันตอบแบบทดสอบ 2 ชุดในเวลาใกล้เคียงกัน โดยที่แบบทดสอบ 2 ชุดนี้มีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน วัดในเรื่องเดียวกัน จำนวนข้อเท่ากัน ความยากง่ายเท่ากันคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แล้วนำคะแนนทั้ง 2 ชุด มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3.1.3 วิธีหาความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) วิธีนี้ใช้ผู้สอบกลุ่มเดียวตอบแบบทดสอบเพียงครั้งเดียวทนั้นมีวิธีการคำนวณหลายวิธี ดังนี้

1) วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split-Half Method) วิธีนี้จะแบ่งแบบทดสอบเป็นสองส่วนโดยแบ่งให้แต่ละส่วนมีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน ดังนั้น จึงนิยมแบ่งเป็นฉบับข้อคู่กับฉบับข้อที่ เช่น เครื่องมือเป็นแบบทดสอบวิทยาศาสตร์ เมื่อวิเคราะห์หาค่าความยากเป็นรายข้อแล้ว ก็เรียงข้อสอบจากข้องายไปข้อยากแล้วนำไปสอบกับนักเรียน เมื่อสอบเสร็จแล้วก็ตรวจให้คะแนนโดยแยกเป็นคะแนนข้อคู่กับคะแนนข้อคี่แล้วนำมาหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคู่กับคะแนนข้อคี่ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Coefficient Correlation) จะได้ค่าความเชื่อมั่นเพียงครึ่งฉบับ จากนั้นจึงนาไปหาค่าความเชื่อมั่นของทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของสเปียร์แมนบราวน์ (Spearman-Brown Formular)

2) วิธีของคูดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Procedure) เป็นวิธีที่นิยมกันมากเนื่องจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว โดยมีข้อตกลงของแบบทดสอบว่าแบบทดสอบฉบับนั้นจะต้องวัดลักษณะเดียวหรือวัดองค์ประกอบเดียวร่วมกัน มีความยากง่ายเท่ากันและมีระบบการให้คะแนนเป็น Dichotomous คือคาตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน มีวิธีการคำนวณจาก 2 สูตร คือ KR-20 และ KR-21

3) วิธีของครอนบัค (Cronbach's Alpha Method) ใช้กับแบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดที่ให้คะแนนแบบเรียงลำดับ หรือเป็นมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเครื่องมือที่ตรวจให้คะแนนไม่เป็น 0 กับ 1 วิธีนี้เรียกว่า การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient)

4) วิธีของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้เหมาะสาหรับเครื่องมือที่ใช้ ในการเก็บข้อมูลประเภทตรวจให้คะแนนต่าง ๆ กัน ในแต่ละข้อเช่นเดียวกับการหาความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา แต่วิธีการคำนวณแบบนี้ใช้หลักสถิติของการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าสามารถคำนวณหาได้หลายวิธี แต่มีลักษณะการใช้ที่แตกต่างกัน แบบทดสอบที่กำหนดเวลาในการสอบ (Speed Test) ควรใช้วิธีหาความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของคะแนน คือใช้วิธีสอบซ้ำ (Test- Retest) กับความเชื่อมั่นที่ใช้แบบทดสอบเหมือนกันสองฉบับหรือแบบทดสอบคู่ขนาน (Equivalent-Form or Parallel-Form) สำหรับการหาความเชื่อ มั่นโดยใช้วิธีหาความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) นั้นเหมาะกับแบบทดสอบที่มีการสอบเพียงครั้งเดียวและเป็นแบบทดสอบที่วัดในสิ่งเดียวกันหรือเป็นแบบทดสอบที่เป็นเอกพันธ์กัน

3.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Reliability of Criterion - Referenced Test) มีการตรวจสอบความเชื่อมั่น ดังนี้

1) ความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของความรอบรู้ (Stability Reliability) เป็นการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยการนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์มาสอบซ้ำ 2 ครั้ง จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการสอบ 2 ครั้ง มาหาความคงที่ของการรอบรู้ และไม่รอบรู้ที่ได้จากการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม คำนวณโดยใช้สูตรของชรอดและคอสแคร์ลี (บัญญัติ ชำนาญกิจ และนวลศรี ชำนาญกิจ, 2550, หน้า 69 ; อ้างอิงใน Shrock and Coscarelli. 1990, pp. 174)

2) ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในการตัดสินใจ (Decision Consistency Reliability) เป็นหาค่าความสอดคล้องระหว่างการทดสอบ 2 ครั้งจากแบบทดสอบฉบับเดียวหรือแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน 2 ฉบับ แล้วนำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง

กล่าวโดยสรุป ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่แน่นอนของเครื่องมือวัด ที่จะวัดที่ครั้งผลการวัดก็จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน หรือคงที่แน่นอนในการสอบทุกครั้งจากผู้สอบกลุ่มเดียวกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอนอิงกลุ่ม (Reliability of Norm-Referenced Test) โดยวิธีหาความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) และใช้วิธี

ของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_x^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

s_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

4. **ความเที่ยงตรง** (Validity)

ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดได้ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัด หรือวัดได้ผลตามจุดมุ่งหมายจากความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกัน ระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใดก็ความใกล้เคียงกัน ระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใดก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงนั้น โดยสามารถแบ่งประเภทของความเที่ยงตรงได้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543, หน้า 246-265 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544, หน้า 139-140 ; ไพศาล วรคำ. 2558, หน้า 266-263)

4.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัด ด้วยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC)ซึ่งมีหลักการดังนี้

4.1.1 การตรวจสอบว่าข้อคำถามในแบบทดสอบมีความเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ และตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาที่แบ่งเป็นหมวดหรือหน่วยย่อย ๆ โดยทั่วไปจะพิจารณาจากน้ำหนักของพฤติกรรมที่จะวัดกับจำนวนข้อคำถามในพฤติกรรมนั้นซึ่งดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร

4.1.2 ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่วัดกับจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อคาถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดหรือไม่วิธีนี้เป็น

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) หรือให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน เป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อ ดังนี้

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

จากนั้นนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) โดยใช้สูตรของโรวิเนลลี และแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543, หน้า 249) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคาถาม ดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

4.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้นหรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐาน การคำนวณค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543, หน้า 259-265) มีดังนี้

4.2.1 คำนวณจากค่าความสัมพันธ์ เป็นการคำนวณความเที่ยงตรงตามโครงสร้างแบบทดสอบที่ต้องการหาค่าความเที่ยงตรงโดยเอาคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบกตสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน ไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

4.2.2 คำนวณจากหลายลักษณะหลายวิธี (The Multitrait-Multimethod Matrix) เป็นวิธีหาความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะหลายวิธี (Multitrait-Multimethod Validity) ซึ่งแคมพ์และฟิสค์ (Campbell and Fiske. 1959) ได้กล่าวถึงการวัดความเที่ยงตรงแบบหลายลักษณะ

หลายวิธีนี้ว่าเป็นการหาความเที่ยงตรงของแบบกตสอบที่ประกอบด้วยลักษณะที่วัดมีสองลักษณะหรือมากกว่าสองลักษณะและมีวิธีวัดสองวิธีหรือมากกว่าสองวิธีแล้วคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงสองลักษณะ ดังนี้

1) ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน (Convergent Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกันหรือวิธีวัดเดียวกัน ซึ่งก็คือความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่สอบซ้ำกัน (Reliability of test -retest) และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัดจะมีความสัมพันธ์กันมีค่าสูง

2) ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดที่ต่างลักษณะกันจะใช้วิธีวัดเดียวกันหรือต่างวิธีกันก็ตามจะมีค่าความสัมพันธ์กันต่างหรือมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

3.2.3 วิธีคำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีที่ต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อย (Subtest) แต่ละฉบับ จากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้น วัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ ถ้าปรากฏว่า เมื่อคำนวณค่าน้ำหนักองค์ประกอบแล้วปรากฏว่ามีหนึ่งองค์ประกอบแสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ประการ ดังนี้ (สุภมาศ อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. 2552, หน้า 92-93)

1) เพื่อสำรวจและระบบองค์ประกอบ (Exploratory Factor Analysis : EFA) การวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์นี้ เป็นการสร้างแบบจำลองของคุณลักษณะที่สนใจตามโครงสร้างสมมุติฐาน โดยใช้ตัวแปรหลายๆ ตัว หรือตัวชี้วัด (Indicators) ที่สามารถวัดได้ตรงเป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่สนใจเพื่อต้องการทราบว่าคุณลักษณะนั้นมีกี่องค์ประกอบ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์นี้จะช่วยลดจำนวนตัวแปรลงและได้องค์ประกอบซึ่งทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการแปลความหมายรวมทั้งได้ทราบแบบแผน (Pattern) และโครงสร้าง (Structure) ความสำคัญของข้อมูล

2) เพื่อยืนยันองค์ประกอบ (Confirmatory Factor Analysis : CFA) การวิเคราะห์องค์ประกอบตามวัตถุประสงค์นี้ ผู้วิจัยต้องสมมติฐานก่อนว่าคุณลักษณะที่ศึกษามีกี่องค์ประกอบ และใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประอบเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกับสมมติฐานเพียงใด

4.2.4 วิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดแล้ว (Known-group Technique) เป็นวิธีที่เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่รู้ว่ามีลักษณะที่ต้องการวัดกับกลุ่มที่รู้ว่าไม่มีลักษณะที่ต้องการวัด เช่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ทำได้โดยนำแบบทดสอบคณิตศสตไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ (กลุ่มที่รู้ทางคณิตศาสตร์) กับกลุ่มที่เรียนวิชาเอกภาษาไทย (กลุ่มที่ไม่รู้หรือรู้น้อยทางคณิตศาสตร์) และคำนวณเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่ม มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Criteria Relative Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกบางอย่าง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 2 ประเภท (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544, หน้า 139-141) ดังนี้

4.3.1 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น แบบทดสอบวัดความเสียสละ ถ้านำไปสอบกับนักเรียนคนหนึ่งซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วไปว่านักเรียนคนนี้มีความเสียสละมาก ผลการสอบปรากฏว่าได้คะแนนความเสียสละสูงมาก หมายความว่าเป็นคนเสียสละซึ่งตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนคนนั้นจริง ๆ แสดงว่า แบบทดสอบวัดความเสียสละฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

4.3.2 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงกับสภาพที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นในอนาคต เช่น แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเมื่อนำไปใช้สอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในสถาบันแห่งหนึ่ง ปรากฏว่า นาย ก สอบคัดเลือกได้ และได้คะแนนความถนัดสูงมาก เมื่อนาย ก เข้าไปเรียนในสถาบันแห่งนั้นปรากฏว่าเรียนได้ผลการเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม แสดงว่าแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์

ความเที่ยงตรงเชิงสภาพและความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ต่างเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงกับสภาพที่เป็นจริงเหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงระยะเวลาที่ใช้เป็นเกณฑ์ ถ้านำเครื่องมือไปวัดโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในปัจจุบันก็จะเป็นความเที่ยงตรงเชิงสภาพ ถ้านำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในอนาคตก็จะเป็นความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์

กล่าวโดยสรุป ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถของวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการ หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเที่ยงตรง คือ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หาได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องของความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ตามสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543, หน้า 249 ; อ้างอิงใน Rovinelli and Hambleton. 1977)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์ปกติ (Norms)

1. **ความหมายของเกณฑ์ปกติ** (Norms)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 314) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง ข้อเท็จจริงทางสถิติที่บรรยายการแจกแจงของคะแนนจากประชากรที่นิยามไว้เป็นอย่างดีแล้ว และเป็นตัวที่จะบอกระดับความสามารถของผู้เข้าสอบว่าอยู่ระดับใดของกลุ่มประชากร

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 269) อธิบายว่า เกณฑ์ปกติ (Norms) เป็นส่วนประกอบสำคัญของแบบทดสอบมาตรฐาน ใช้สำหรับตีความหมายของคะแนนที่ได้จากการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ทำให้ทราบระดับความสามารถผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้ทันที โดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับคะแนนของคนอื่น ๆ ที่สอบพร้อมกัน เพราะการตีความหมายของคะแนนสอบจะใช้การอ้างอิงจากเกณฑ์ปกติที่สร้างไว้แล้ว

อาดัมส์ (Adams, 1964, pp. 634 ; อ้างอิงใน ปราชิญา ศิรินิกร, 2554, หน้า 103) ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ปกติ หมายถึง การอธิบายผลของการกระทำ (Performance) ที่เป็นส่วนเฉลี่ย หรือลักษณะปานกลาง และไม่ใช่สิ่งที่ยึดถือเป็นฐาน มาตรฐาน (Standard)

อนัสตาซี (Anastasi, 1988, pp. 453-458) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์ไว้ว่า เกณฑ์ปกติ (Norm) หมายถึง คะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นมาตรฐาน ใช้สำหรับอ้างอิงในการแปลความหมายของคะแนนของแบบทดสอบ เพื่อระบุว่าผู้ทดสอบอยู่ในตำแหน่งใดในการกระจายของ

คะแนน อธิบายว่า เกณฑ์ปกติเป็นปริมาณคุณภาพปานกลางของคุณลักษณะต่าง ๆ เป็นสถานภาพตามความจริงในปัจจุบัน

สรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติ (Norms) หมายถึง คะแนนดิบที่แปลงให้อยู่ในรูปของคะแนนทีปกติ (Normalized T-score) ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นมาตรฐานสำหรับอ้างอิง เพื่อตีความหมายของคะแนนดิบ เมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่าง

2. การสร้างเกณฑ์ปกติ

ในการสร้างเกณฑ์ปกติจะต้องคำนึงถึงเกณฑ์ 3 ประการ ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549, หน้า 269-270 ; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543, หน้า 313-317)

2.1 ความเป็นตัวแทนที่ดี การสุมตัวอย่างของประชากรที่นิยมทำได้หลายวิธี เช่นการสุ่มแบบธรรมดา สุ่มแบบแบ่งชั้น สุ่มแบบเป็นระบบ หรือสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นต้น เลือกสุ่มตามความเหมาะสมโดยพิจารณาประชากรเป็นตัวสำคัญ ถ้าประชากรมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไม่มีคุณสมบัติอะไรแตกต่างกันมานัก ใช้วิธีสุมแบบธรรมดา (Simple Random Sampling) ดีที่สุดแต่ถ้าเป็นลักษณะมีอะไรแตกต่างกันมาก เช่น ขนาดโรงเรียนต่างกัน ระดับความสามารถต่างกัน ทำเลการตั้งแตกต่างกันและมีผลต่อการเรียน ถ้าแบบนี้จะสุ่มด้วยวิธีแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จึงจะเหมาะสม ถ้าแต่ละหน่วยการสุ่ม เช่น โรงเรียน ห้องเรียน มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่แบ่งหน่วยการสมไว้แล้วการสุ่มแบบนี้ใช่วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จะดีที่สุด 3 วิธีนี้ใช้ในการสุ่มเพื่อสร้างเกณฑ์ปกติมากที่สุด ดั่งนั้นก่อนการสร้างเกณฑ์ปกติก็ต้องวางแผนการสุ่มให้ดีไว้ก่อน เพื่อเกณฑ์ปกติเชื่อมมั่นได้

2.2 มีความเที่ยงตรง ในที่นี้ หมายถึง การนำคะแนนดิบไปเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ทำไว้แล้วสามารถแปลความหมายได้ตรงกับความเป็นจริง เช่น คนหนึ่งสอบเลขได้ 20 คะแนนตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และตรงกับคะแนนที่ (T) 50 แปลว่า เป็นความสามารถปานกลาง

2.3 มีความทันสมัย เกณฑ์ปกตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของประชากรนั้น การพัฒนาคนมีอยู่ตลอดเวลา เทคโนโลยี สภาพแวดล้อม อาหารการกินเหล่านี้ คนจะเก่งขึ้นหรืออ่อนลงได้ ดังนั้นเกณฑ์ปกติที่ศึกษาไว้นานหลายปีแล้วอาจจะมีความผิดพลาดจากความเป็นจริงจำเป็นต้องศึกษาใหม่หรือเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอยู่เรื่อย ๆ โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์ปกติควรเปลี่ยนทุก ๆ ปี จึงจะทันสมัย

3. ชนิดของเกณฑ์ปกติ

เกณฑ์ปกติแบ่งชนิดได้ตามลักษณะของประชากรและตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 270-276)

3.1 การแบ่งชนิดของเกณฑ์ปกติตามลักษณะของประชากร ได้แก่

3.1.1 เกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่สร้างจากประชากรจำนวนมากตามลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ได้กำหนดไว้ โดยประชากรต้องครอบคลุมทั้งประเทศหรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั้งประเทศ เช่น การหาเกณฑ์ปกติของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับชาติ ก็ต้องสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั่วประเทศหรือสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วประเทศ จำนวนนักเรียนที่สอบจึงมีมาก เพื่อให้รู้ว่าสร้างในปีพ.ศ. ใดก็ต้องกำหนดวันเดือนปีการสร้างไว้ด้วย เพื่อคนใช้เกณฑ์ปกติจะได้รู้ว่าทันสมัยหรือไม่

3.1.2 เกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น (Local Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่มีระดับเล็กลงมาจากเกณฑ์ระดับชาติ เช่น ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ เป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับคนส่วนใหญ่ของโรงเรียน และใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วยโดยดูจากการศึกษาแต่ละปีว่าเด่นหรือด้อยกว่าปีที่สร้างเกณฑ์ปกติเอาไว้

3.1.3 เกณฑ์ปกติของโรงเรียน (School Norms) โรงเรียนบางแห่งมีขนาดใหญ่นักเรียนแต่ละชั้นมีจำนวนมาก เมื่อสร้งแบบทดสอบแต่ละวิชาของแต่ละระดับชั้นจนมีคุณภาพได้มาตรฐานแล้ว จะสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนตนเองก็ได้ กรณีสร้างเกณฑ์ปกติของโรงเรียนเดียวหรือกลุ่มโรงเรียนเดียวกัน เรียกว่า เกณฑ์ปกติของโรงเรียนใช้ประเมินเปรียบเทียบนักเรียนแต่ละคนกับส่วนรวมของโรงเรียนและใช้ประเมินการพัฒนาของโรงเรียนได้ด้วย โดยพิจารณาจากผลการสอบแต่ละปีว่าเด่นหรือด้วยกว่าบีที่สร้างเกณฑ์ปกติไว้

3.2 การแบ่งตามลักษณะของการใช้สถิติการเปรียบเทียบได้แก่

3.2.1 เกณฑ์ปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่เทียบคะแนนดิบกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ซึ่งแปลความหมายในรูปร้อยละของตัวคะแนนที่จุดใต้จุดคะแนนดิบนั้น ๆ เช่น เด็กคนหนึ่งสอบได้ 25 คะเนน เมื่อไปเทียบกับเกณฑ์ปกติตรงกับตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 ก็หมายความว่า มีคนเขาสอบ 100 คน เขามีความสามารถเหนือกว่าคนอื่น ๆ 80 คน (เขาด้อยกว่าคนอื่นเพียง 20 คน)

3.2.2 เกณฑ์คะแนนมาตรฐาน (Standard Score Norms) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนดิบกับคะแนนมาตรฐานแบบต่าง ๆ ช่วยให้ทราบว่าคะแนนตัวหนึ่งสูงหรือต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และสูงหรือต่ำกว่าอยู่เท่าไรโดยคิดเป็นมาตราคะแนนมาตรฐานอาจเป็นคะแนนที่ (T-Score)

3.2.3 เกณฑ์ปกติสเตไนน์ (Stanine Norms) เป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่งมีค่าเพียง 9 ตัว (Standard Nine Point) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่คะแนน 5 มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 2 คะแนน แต่ละสเตไนน์จะถูกกำหนดตามอัตราส่วนร้อยละของการแจกแจงโค้งปกติ ดังนี้

ตาราง 1 แสดงคะแนนสเตไนน์ที่ถูกกำหนดตามอัตราส่วนร้อยละ

คะแนนสเตไนน์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ร้อยละของจำนวนคนที่อยู่ในสเตไนน์	4	7	12	17	20	17	12	7	4

3.2.4 เกณฑ์ปกติตามอายุ (Age Norms) เป็นเกณฑ์ปกติที่ใช้เพื่อดูพัฒนาการของบุคคลในเรื่องเดียกันว่าอายุต่างกันจะมีพัฒนาการอย่างไร หรืออายุเท่ากันจะมีพัฒนาการต่างกันหรือไม่ เกณฑ์ที่นิยมใช้กับแบทดสอบวัดความฉลาดทางอารมณ์ แบบสอบวัดเชาว์ปัญญา แบบทดสอบวัดความถนัด เป็นต้น

3.2.5 เกณฑ์ปกติตามระดับชั้น (Grade Norms) เป็นการหาเกณฑ์ปกติตามระดับชั้นเรียนในโรงเรีน วิชที่นิยมสงเกณฑ์ปติชนิดนี้มักจะเป็นวิชาพื้นฐาน แบบทดสอบที่สร้างจะต้องวัดความรู้ความสามารถที่กว้าง เช่น ต้องครอบคลุมตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมปีที่ 6 แล้วดูว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จะได้กี่คะแนน ปีที่ 2 จะได้กี่คะแนนไปเรื่อย ๆจนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะได้กี่คะแนน ก็เป็นเกณฑ์ปกติของชั้นนั้น ๆ

4. หลักการสร้างเกณฑ์ปกติชนิดคะแนน T ปกติ (T-Score Norms)

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T (T-Score) เรียกว่าการแปลงคะแนนเชิงเส้นตรง (Linear Transformation) ลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้น ปกติจะไม่แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ เพราะการเปรียบเทียบคะแนนยังไม่ถูกต้องแน่นอนหรือสมบูรณ์วิธีแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ใต้โค้งปกติปกติมากยิ่งขึ้น คะแนนมาตรฐานที่ได้จากวิธีการแบบนี้ เรียกว่า คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (Normalized T-Score) หรือคะแนน T ปกติ การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก (Normal Curve) โดยถือว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติดังกล่าวจะใช้แทนจำนวนคนในกลุ่มที่เข้าสอบ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 265 – 266)

ขั้นที่ 1 สร้างตารางคะแนนแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย ให้คะแนนสูงสุดอยู่ด้านบน เพื่อทำการลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่าความถี่ (f) และความถี่สะสม (cf)

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2} f$ (จะหาค่า $cf + \frac{1}{2} f$ ของขั้นใด ต้องใช้ค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น)

ขั้นที่ 4 นำค่า $cf + \frac{1}{2} f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ได้เป็น $(cf + \frac{1}{2} f)\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank : PR) แสดงถึงค่าของพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจงซึ่งมีค่าทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

ขั้นที่ 5 นำค่า $(cf + \frac{1}{2} f)\frac{100}{N}$ หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปเทียบค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูปต่อไปนี้

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) เป็นคะแนน T ปกติ

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.003	.004	.007	.011	.016	.023	.034	.048	.069	.097
2	.13	.19	.26	.35	.47	.62	.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.865	99.903	99.913	99.952	99.966	99.977	99.984	99.989	99.993	99.995

วิธีการเปรียบเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์เป็นคะแนน T ปกติ

1. ตารางการเปรียบเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) เป็นคะแนน T ปกติข้างต้นนี้ เป็นตารางที่ปรับรูปแบบมาจากตารางการเปลี่ยนค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ เป็นคะแนน T ปกติ ซึ่งมีอยู่ในหนังสือเอกสารตำราทั่ว ๆ ไป ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการใช้

2. ค่าของคะแนน T ตามแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ เลข 1 – 8) แสดง "หลักสิบ" และตามแนวนอน (แถวบน เลข 0 - 9) แสดง "หลักหน่วย"

3. ให้นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ : $\left(cf + \frac{1}{2}f\right)\frac{100}{N}$ มาเปรียบเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่อยู่ในตารางนี้ซึ่งมีค่าทศนิยม 2 – 3 ตำแหน่ง โดยพิจารณาค่าที่ตรงกัน (หากไม่มีค่าที่ตรงกันให้ใช้ค่าที่ใกล้เคียงที่สุด)

4. ให้อ่านคะแนน T "หลักสิบ" จากแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) และรวมกับ "หลักหน่วย" จากแนวนอน (แถวบน) เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 91.92 จะได้คะแนน T = 64 หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 13.57 จะได้คะแนน T = 39 เป็นต้น

5. หากตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ไม่ตรงกับค่าใด ๆ ในตารางนี้ให้เลือกเอาค่าในตารางที่ใกล้เคียงมากที่สุด ไม่ว่าจะใกล้เคียงกับค่าที่น้อยกว่าหรือมากกว่าก็ตาม เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 2.0 จะได้คะแนน T = 29 (เพราะ 2.0 ใกล้ 1.79 มากกว่า 2.28)

5. การขยายคะแนน T ปกติ

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 271-272) อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หากสุ่มตัวอย่างมาจากประชากรให้มีจำนวนมาก ๆ คะแนนดิบจะกระจายจากสูงสุดไปหาต่ำสุดเข้าลักษณะโค้งปกติ คะแนนดิบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนนจะถูกแปลงเป็นคะแนน T ปกติ การนำเกณฑ์ปกติของแบบวัดฉบับนี้ไปใช้ก็ไม่มีปัญหาเพราะสามารถเทียบคะแนนดิบเป็น T ปกติได้ทุกคะแนน หรือเกือบทุกคะแนน แต่ถ้าจำนวนผู้เข้าสอบมีไม่มากพอหรือข้อสอบยากง่ายเกินไป จะเกิดปัญหาการสร้างเกณฑ์ปกติ กล่าวคือ คะแนน T ปกติ จะไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดหรือแม้จะสุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมาก ๆ เป็นจำนวนนับพัน ก็อาจจะไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนใกล้เคียงกับคะแนนเต็มหรือได้คะแนนเข้าใกล้ จึงจำเป็นต้องขยายคะแนน T ปกติ ให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน หรือเกือบทุกคะแนน เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้และเป็นหลักเกณฑ์หนึ่งในการทำเกณฑ์ปกติ (Norms)

หลักการขยายคะแนน T ปกติ กระทำโดยการเขียนกราฟคู่อันดับ ระหว่างคะแนนดิบกับคะแนน T ปกติที่เกิดจากผลการสอบจากนั้นพิจารณาแนวโน้มจากจุดกราฟแต่ละตำแหน่งแล้วลากเส้นตรงให้ผ่านจุดกราฟต่าง ๆ ที่มีอยู่ให้มากที่สุด ต้องพยายามลากเส้นตรงให้ผ่านคะแนน T ปกติที่ 50 ด้วย จึงสามารถอ่านคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติที่ต้องการขยาย แต่การลากขยายเส้นตรงที่คาดว่าครอบคลุมคะแนนผลการสอบ (Extrapolate) ดังกล่าว ถ้าใช้มือและสายตากะประมาณ ก็ไม่มีหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ว่าเส้นตรงดังกล่าวเป็นเส้นตรงที่มีความเหมาะสม (Fit a Straight Line) ทำให้ได้เกณฑ์ปกติที่มีความคลาดเคลื่อนได้

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 272-275) จึงได้เสนอวิธีการขยายคะแนน T ปกติ (Norms) โดยอาศัยสมการพยากรณ์ โดยอธิบายว่าเมื่อพิจารณาผลการสอบและคะแนน T ปกติแต่ละค่าจะพบว่ามีลักษณะเป็นตัวแปรคู่อันดับ (Ordered Pairs) ที่มีความสัมพันธ์กันสูง (หากทดสอบความสัมพันธ์ (r_{xy}) ระหว่างคะแนนผลการสอบกับคะแนน T ปกติย่อมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) จึงสามารถเขียนเป็นฟังชันก์ในรูปคะแนนผลการสอบและคะแนน T ปกติ (T_c) ที่เป็นสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$$T_c = a + bX$$

เมื่อ $b = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$

$a = \bar{Y} - b\bar{X}$

T_c แทน คะแนน T ปกติที่ปรับแก้

a แทน Y-intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือการพยากรณ์

X แทน คะแนนสอบ

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบ

Y แทน คะแนน T ปกติ

$\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน T ปกติ

6. การประเมินคะแนน T ปกติ

การประเมิน T ปกติ เพื่อสรุปว่ามีคุณภาพ สูง ต่ำ เพียงใด ต้องนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้กำหนดเกณฑ์ประเมินค่าคะแนน T ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ, 2544, หน้า 195)

ตั้งแต่ T65 และสูงกว่า	แปลว่า ดีมาก
ตั้งแต่ T55 – T64	แปลว่า ดี
ตั้งแต่ T45 – T54	แปลว่า พอใช้
ตั้งแต่ T35 – T44	แปลว่า ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า	แปลว่า อ่อน

การแบ่งระดับตามเกณฑ์คะแนนข้างต้นนี้ จะมีคะแนนบางตัวอาจซ้ำกันได้ตรงหัวและตรงท้ายของช่วงคะแนน ดังเช่น T55 เป็นต้น การที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ T55 นั้น เป็นจุดแบ่งเขตระหว่างกลุ่ม ฉะนั้น ถ้านักเรียนคนใดได้คะแนน T ปกติ ตรงจุดแบ่งเขตเหล่านั้นพอดี คือ T35, T45, T55 และ T65 แล้ว ก็อาจลังเลไม่แน่ใจว่าควรจะให้อยู่ในกลุ่มใด วิธีแก้ไขเรื่องนี้ก็ให้ถือเป็นหลักว่าให้เลื่อนนักเรียนที่คาบเส้นผู้นั้นขึ้นไปอยู่ในกลุ่มสูงที่ถัดไปเสมอเพื่อผลทางจิตวิทยาเพราะโอกาสที่นักเรียนคนเดียวกันจะได้คะแนนตรงนั้นซ้ำ ๆ กันมีน้อยการประมาณโดยวิธีนี้ในการสอบทั่ว ๆ ไป จะมีนักเรียนระดับ ดีมาก ร้อยละ 7 ของนักเรียนทั้งหมด และจะมีอยู่ประมาณร้อยละ 24 ที่อยู่ในเกณฑ์ดี ประมาณร้อยละ 35 ที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้หรือปานกลาง กับอีกร้อยละ 24 ที่อยู่ในเกณฑ์ยังไม่พอใช้ และเหลือสุดท้ายร้อยละ 7 เป็นนักเรียนกลุ่มอ่อน

7. วิธีเสนอเกณฑ์ปกติ

สมพร สุทัศนีย์ (2544, หน้า 114 ; อ้างอิงใน ณัฐชยา สีดาโคตร, 2552, หน้า 36-37) กล่าวว่าการเสนอเกณฑ์ปกติที่ใช้แพร่หลายมี 2 วิธี คือ ตารางเกณฑ์ปกติ (Normtable) และเส้นภาพ (Profile)

7.1 ตารางเกณฑ์ปกติ เป็นตารางคะแนนที่ปรับเปลี่ยนในรูปแบบต่าง ๆ ตารางนี้จะแสดงค่าคะแนนดิบและคะแนนที่ปรับเปลี่ยนแล้วในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับเกณฑ์ปกติ หรือกลุ่มอ้างอิงแต่ละกลุ่มที่ระบุไว้ชัดเจน ตารางนี้จะช่วยให้ผู้ทำการทดสอบเปลี่ยนคะแนนดิบเป็นคะแนนปรับเปลี่ยนในรูปแบบอื่น ๆ ได้

7.2 เส้นภาพ คือ กราฟที่ใช้แสดงระดับของคะแนนของผู้รับการทดสอบที่ได้จากแบบทดสอบหลายฉบับหรือฉบับเดียวแต่แสดงคุณลักษณะต่าง ๆ หลายลักษณะเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นแต่ละคุณลักษณะว่ามีระดับมากน้อยเพียงใด กราฟที่เป็นโครงร่างจะเขียนจากคะแนนที่เปรียบเทียบกันได้หรือคะแนนที่เป็นหน่วยเดียวกัน

สรุปได้ว่า การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกสร้างเกณฑ์ปกติระดับท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร โดยนำคะแนนดิบที่ได้มาคำนวณหาค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ จากนั้นแปลงตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ได้ให้เป็นคะแนน T ปกติ จากการนำไปเทียบกับตารางสำเร็จรูป จากนั้นขยายคะแนน T ปกติ (Norms) โดยอาศัยสมการพยากรณ์ และนำเสนอในรูปแบบตารางเกณฑ์ปกติ

8. ประโยชน์ของเกณฑ์ปกติ (Norms)

ประโยชน์ของเกณฑ์ปกติที่สำคัญ มีดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตต์ และคณะ, 2554, หน้า 251)

8.1 ใช้ในการเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นให้เป็นหน่วยที่มีความหมายยิ่งขึ้น เนื่องจากตัวเลขคะแนนดิบที่ได้จากการสอบต่างๆ นั้น ยังไม่มีหน่วยเท่ากันและแปลความหมายไม่แน่ชัดว่าหมายถึงอะไรกันแน่ ดังนั้นในการวัดความสามารถใดๆ จึงต้องมีความจำเป็นในการปรับคะแนนของแต่ละวิชาเหล่านั้นให้เป็นหน่วยเดียวกันเสียก่อน จึงจะสามารถนำมาเปรียบเทียบและอธิบายความหมายของตัวเลขเหล่านั้นได้ชัดเจนและมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

8.2 ใช้ในการประเมินผลการศึกษา เมื่อต้องการวัดและตีราคาคุณภาพของการศึกษาว่า มาตรฐานสูง ต่ำเพียงใด โดยนำผลการทดสอบแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

8.3 ใช้ในการแนะแนว เนื่องจากผู้เรียนในแต่ละคน แต่ละห้องย่อมมีระดับความรู้ความสามารถแตกต่างกันไป เมื่อต้องการทราบว่านักเรียนคนใด เก่งอ่อนในด้านใด เพื่อจะส่งเสริมหรือชักจูงได้ตรงจุด เพื่อให้สามารถเรียนได้ตามถนัดและมีชีวิตที่มีความสุขตามอัตภาพ ย่อมต้องเริ่มด้วยการวินิจฉัยสมรรถภาพของบุคคล

สรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติมีประโยชน์อย่างยิ่งในการตีความหมายของคะแนนจากแบบทดสอบ จึงควรนำมาพิจารณาในการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบและเลือกวิธีการแปลงคะแนนให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการวัด คะแนนที่นำมาสร้างเกณฑ์ปกตินั้นจึงต้องเป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ต้องสอบกับบุคคลที่มีจำนวนมาก และกลุ่มตัวอย่างนั้นต้องเป็นตัวแทนของประชากรอย่างแท้จริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

มนตรี แย้มกสิกร (2546) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน โดยมีกระบวนการวิจัย 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นสร้างรูปแบบการสอน ขั้นนำรูปแบบการสอนไปทดลองใช้ และขั้นการประเมินและปรับปรุงรูปแบบการสอน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา หลังจากการทดลองใช้และปรับปรุงขั้นสุดท้ายแล้วมีลำดับขั้นการสอน 6 ขั้น คือ ขัดแย้งกังขา ค้นคว้าข้อมูล เพิ่มพูนปัญญา สัมมนามวลมิตร เสนอ

ความคิดกลุ่มใหญ่ และสร้างความมั่นใจร่วมกัน พบว่า ค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมทั้งกระบวนการคิดเชิงระบบ คุณภาพการคิดเชิงระบบ และผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหา พบว่า หน่วยการเรียน เรื่อง การจัดการศึกษานอกสถานที่ มีค่าประสิทธิภาพ 77.097/75.631 หน่วยการเรียน เรื่องการจัดนิทรรศการ มีค่าประสิทธิภาพ 70.007/79.923 หน่วยการเรียน เรื่อง กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์และเกม มีค่าประสิทธิภาพ 77.022/76.062 หน่วยการเรียน เรื่อง การเชิดหุ่น มีค่าประสิทธิภาพ 81.361/79.825 เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของทุกหน่วยการเรียนแล้ว พบวา มีเฉพาะหน่วยการเรียน เรื่อง การเชิดหุ่นเท่านั้นที่มีค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน แต่ถ้าพิจารณาแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพโดยรวม พบวา มีพัฒนาการความก้าวหน้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้นของค่าประสิทธิภาพทั้งด้านกระบวนการเรียน และหลังการเรียนของแต่ละหน่วยการเรียน ผลการวัดความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการเรียนจากรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบที่พัฒนาขึ้น พบวา นิสิตมีความพึงพอใจในระดับมาก

ปรียานันท์ เหินไธสง (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างกระบวนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้นิยามกระบวนการคิดเชิงระบบ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการวิเคราะห์เหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ในลักษณะของความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบย่อยและในลักษณะของภาพรวม 4 ระดับ คือ ระดับเหตุการณ์ (events) ระดับแบบแผน (pattern) ระดับโครงสร้าง (structure) และระดับภาพจำลองทางความคิด (mental model) ตามแนวคิดของ Senge(1994 : 1-189) ; Senge (2000 : 80-83) ซึ่งสามารถสะท้อนภาพพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบที่มีองค์ประกอบ 6 ด้าน ดังนี้ 1. การกำหนดปัญหา หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการระบุปัญหามีวิธีจัดแบ่ง แยกแยะ จัดกลุ่มปัญหา เรียงลำดับองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างชัดเจน 2. การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการระบุตัวแปรที่มีลักษณะเป็นคำนามถูกต้อง ชัดเจน ครบทุกตัวแปรที่กำหนดเป็นการคิดที่มองภาพรวมได้อย่างรอบด้านและครอบคลุมประเด็นปัญหานั้นได้อย่างสมบูรณ์ 3. การเขียนแผนภาพแสดงแบบแผนพฤติกรรม หมายถึง ความสามารถในการเขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลาได้ครบทุกตัวแปรและมีความสมเหตุสมผลเป็นไปได้สอดคล้องกับบริบทของเรื่องนั้น 4. การเขียนแผนภาพวงจรสาเหตุ หมายถึง ความสามารถในการสร้างแผนภาพวงจรเชิงสาเหตุโดยใช้ตัวแปรที่ระบุได้ครบถ้วน ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ถูกต้อง สามารถสื่อสารเข้าใจง่ายและโครงสร้างถูกต้อง

5. การนำเสนอผลของกระบวนการคิด หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอผลงานการคิดในรูปแบบของแผนภาพที่เข้าใจง่าย ชัดเจน 6. การประเมินกระบวนการคิด หมายถึง ความสามารถในการสะท้อนและวิจารณ์ผลงานการคิดเชิงระบบของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอได้อย่างสมเหตุสมผล โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการคิดเชิงระบบ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุรินทร์เขต 2 อยู่ในระดับปานกลางและมีปัญหาอยู่ในระดับมาก ข้อเสนอแนะสำหรับการฝึกกระบวนการคิดให้กับนักเรียนคือ ควรมีการฝึกอย่างต่อเนื่อง ควรสอนแบบโครงงาน และมีวิธีการวัดผลประเมินผลที่เหมาะสม จัดสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่เพียงพอ เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วย ควรมีการพัฒนารายวิชาที่ส่งเสริมการคิดเพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ควรมีกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผลการใช้รายวิชาเพิ่มเติม พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบโดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบ 15.87 คิดเป็นร้อยละ 88.00 อยู่ในระดับดี ผลจากการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบ พบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา มีความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเชิงระบบในการกำหนดปัญหา เสนอแนวทางการแก้ปัญหาและสามารถนาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้มีคุณธรรมจริยธรรมและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์บรรลุผลการเรียนรู้ของรายวิชา โดยนักเรียนทุกคนสามารถกำหนดปัญหา ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สามารถเขียนแผนภาพแสดง แบบแผนพฤติกรรมเกี่ยวกับปัญหาและแผนภาพวงจรเชิงสาเหตุได้สามารถนำเสนอผลของกระบวนการคิดและสามารถประเมินกระบวนการคิด สะท้อนผลการคิดเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างถูกต้อง

นิยม กิมานุวัฒน์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ได้ให้นิยามการคิดเชิงระบบระบบ (System thinking) หมายถึง การปรับวิธีคิด หรือเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบในเวลาเดียวกัน แต่ต้องมีวิธีเลือกวิธีคิดหลักในแต่ละสถานการณ์มีหลักเกณฑ์และเหตุผลโดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กัน เป็นองค์รวมโดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่ที่ต่อเชื่อมกันอยู่เป็นปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง และให้ความหมายกระบวนการคิดเชิงระบบ (System thinking process) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่คิดเกี่ยวกับเหตุการณ์ สถานการณ์ต่าง ๆ ในลักษณะของความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบย่อยและเป็นการคิดในลักษณะของภาพรวม

โดยมียุทธศาสตร์การคิดที่ประกอบด้วยกำหนดประเด็นปัญหาวิเคราะห์ปัจจัยย่อย หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย สังเคราะห์วงจรปัญหา วัดได้โดยใช้แบบวัดกระบวนการคิดเชิงระบบ ที่วัดองค์ประกอบของกระบวนการคิดเชิงระบบ 4 ด้าน คือ 1. การกำหนดประเด็นปัญหา 2. วิเคราะห์ปัจจัยย่อย 3. หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย 4. สังเคราะห์วงจรปัญหา ที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ได้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มี 4 องค์ประกอบ คือ 1.ขั้นตอนการจัดกิจกรรมนำเสนอเป็น 6 ขั้นประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ ขั้นที่ 2 พัฒนาแนวทางการคิด ขั้นที่ 3 พิจารณาปัญหา ขั้นที่ 4 สนทนาแลกเปลี่ยน ขั้นที่ 5 เรียนรู้ผลงานกลุ่ม ขั้นที่ 6 สรุปร่วมกัน 2.ระบบทางสังคม 3.หลักการตอบสนอง และ 4.ระบบที่นำมาสนับสนุนรูปแบบการสอน ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.15/ 85.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 กระบวนการคิดเชิงระบบของนักเรียนหลังใช้รูปแบบการสอนมีคะแนนสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วลัยพร ประสานพันธ์ (2559) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6โรงเรียนวัดราษฎร์นิยมธรรม (พิบูลสงคราม) กรุงเทพมหานคร โดยให้นิยามการวัดการคิดเชิงระบบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1.กำหนดประเด็นปัญหา 2.วิเคราะห์ปัจจัยปัญหา 3.หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยย่อย 4.สังเคราะห์วงจรปัญหา เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบที่มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ลักษณะข้อคำถามประกอบไปด้วยข้อความ ปัญหา ข้อโต้แย้งสถานการณ์หรือข้อมูลจากบทความ สื่อสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ มีความคิดเชิงระบบสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความคิดเชิงระบบ สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ โดยให้นิยามการคิดเชิงระบบ" หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกถึงการพิจารณาถึงปัญหา หรือสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นตอน โดยคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งหมด มีลำดับขั้นตอนเป็นเหตุเป็นผล มีเป้าหมายชัดเจน ยอมรับความเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ความสลับซับซ้อน และความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงขององค์ประกอบย่อย ๆ

เพื่อค้นหาและสร้างแบบแผนที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพัฒนาให้มีความสมบูรณ์ ช่วยให้การออกแบบการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายอย่างรวดเร็ว โดยใช้วิธีคิดหลาย ๆ แบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้านดังนี้ 1. กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก หมายถึง การพิจารณาระบบใดระบบหนึ่งหรือทั้งระบบที่มีส่วนประกอบที่เป็นระบบย่อยซ้อนกันอยู่ เพื่อให้เห็นระดับในแนวลึกของระบบที่ประกอบไปด้วย 1) ระดับปรากฏการณ์ 2) ระดับแนวโน้มและแบบแผน 3) ระดับโครงสร้าง และ 4) ระดับภาพจำลองของความคิด 2. กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการเชื่อมความสัมพันธ์ปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน เป็นการค้นหาความเป็นเหตุเป็นผลด้วยการตั้งคำถามถึงสิ่งซึ่งทำให้เกิดปัจจัย หรือองค์ประกอบนั้นการค้นหาคำตอบต้องเกิดจากมีการตั้งคำถาม คิดไตร่ตรอง การนำเสนอ การผลักดันความคิด การเปิดเผย อธิบายความคิด ภาษาจะเป็นสื่อในการอธิบายความคิดหรือระบบความคิดที่ซับซ้อนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ อธิบายเรื่องที่ซับซ้อนด้วยการแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงว่าอะไรไปสู่อะไร มีผลลัพธ์ออกมาอย่างไรบ้าง ด้วยถ้อยคำที่กระชับ เข้าใจง่าย และมีภาพรวม จะทำให้เรื่องที่ดูเหมือนจะยากกลายเป็นเรื่องง่าย ๆ ที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ความสามารถในการนำเสนอความคิดที่ซับซ้อน ต้องควบคู่ไปกับการตั้งคำถาม 3. การป้อนกลับของเรื่องราว หมายถึง การตอบสนองจากผลของการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเชื่อมต่อ 2 ทาง เป็นวงจรซึ่งแต่ละองค์ประกอบส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบถัดไป จนกระทั่งองค์ประกอบสุดท้าย "ป้อน" ผลกระทบ "กลับ" มาถึงองค์ประกอบแรกของระบบ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถด้านการคิดเชิงระบบแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกพร้อมอธิบายเหตุผล จำนวน 9 ข้อ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.84/75.42 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Roald Pieter Verhoeff (2003) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการคิดเชิงระบบในการศึกษาชีววิทยาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบด้านชีววิทยาใน 3 มุมมอง คือ 1. สามารถคิดในระดับ

โครงสร้างของชีววิทยา 2. สามารถเลือกมุมมองของระบบที่แน่นอน และใช้ผลลัพธ์อธิบายลักษณะของระบบ เพื่อเป็นแนวทางที่จะเข้าใจปรากฏการณ์ทางชีววิทยา 3. สามารถคิดย้อนกลับ และมองไปข้างหน้าระหว่างแบบจำลองระบบทั่วไปและกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นรูปธรรม โดยพัฒนาการคิดเชิงระบบนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ในรายวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์ และนักเรียน มีกระบวนการคิดเชิงระบบที่สำคัญดังนี้ 1. สามารถแยกระดับความแตกต่างของโครงสร้างที่ 189 ต่างกัน เช่น เซลล์ อวัยวะ และระบบ 2. สามารถบ่งชี้ ความแตกต่างของระบบ ในแต่ละระดับของ โครงสร้างของระบบ รวมไปถึงปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ 3. สามารถที่จะหาความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบในโครงสร้างของระบบในแนวนอน 4. สามารถหาความสัมพันธ์ของโครงสร้างของ ระบบในแต่ละระดับตามแนวตั้ง 5. สามารถคิดย้อนกลับและคิดไปข้างหน้าระหว่างแบบจำลองระบบทั่วไปและกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นรูปธรรม

Orit Ben-Zvi Assaraf and Nir Orion (2010) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาระดับ 4 จำนวน 40 คน จากโรงเรียนเล็ก ๆ ในอิสราเอลโดยให้นักเรียนศึกษาสภาพแวดล้อมของโลกโดยเน้นเรื่องระบบน้ำ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนประถมศึกษาสามารถเผชิญกับระบบที่ซับซ้อนได้ ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการด้านการคิดเชิงระบบซึ่งเดิมมีอยู่น้อยมากซึ่งการคิดเชิงระบบแบ่งออกเป็น 5 ด้านดังนี้ 1. ความสามารถในการชี้ถึงองค์ประกอบของระบบและกระบวนการในระบบ 2. ความสามารถในการชี้ถึงความสัมพันธ์อย่างง่ายในกลุ่มขององค์ประกอบในระบบ 3. ความสามารถในการชี้ถึงความสัมพันธ์เชิงพลวัตภายในระบบ 4. ความสามารถในการจัดการองค์ประกอบและกระบวนการในระบบภายในกรอบของความสัมพันธ์ และ 5. ความสามารถที่จะเข้าใจถึงวัฏจักรธรรมชาติของระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ การวาดรูป การวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การสัมภาษณ์ ตารางวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการอ่านและการใช้ภาษา การสังเกต และแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถมองปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของระบบ ได้นักเรียนบางคนยังสามารถแสดงถึงความสามารถที่สูงขึ้นในการคิดเชิงระบบ ตัวอย่างเช่น สามารถชี้ชัดได้ถึงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบในกลุ่มระบบหลาย ๆ ระบบ และชี้ชัดถึงส่วนที่แฝงอยู่ของระบบอุทกวิทยา ซึ่งการเชื่อมโยงของปรากฏการณ์และกระบวนการที่แท้จริงของระบบน้ำ ในการวิจัยโครงการเล็ก ๆ นี้สามารถทำให้นักเรียนสร้างสรรค์ระบบน้ำในท้องถิ่นให้เห็นประจักษ์ได้ ซึ่งภายหลังได้ขยายผลไปยังทฤษฎีระดับที่ใหญ่ขึ้นดังเช่นในวัฏจักรระดับโลกได้ การใช้ประโยชน์ร่วมกนของการศึกษานอกห้องเรียนกับการศึกษาใน ห้องทดลอง และการบูรณาการความรู้ให้นักเรียนระดับเกรด 4 ตามความสามารถนี้สามารถพัฒนาความสามารถขั้นพื้นฐานในการคิดเชิงระบบในช่วงอายุน้อย ๆ ได้ ซึ่งการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าแม้ การคิดเชิงระบบจะขึ้นอยู่กับทักษะการคิดระดับสูง แต่ ยังสามารถพัฒนาในบาง

ขอบเขตในระดับประถมศึกษาได้ ซึ่งหากมีการจัดระบบที่เหมาะสมในระยะยาวแล้วก็สามารถพัฒนาการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร จำนวน 254 โรงเรียน มีทั้งหมด 3,840 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร จำนวน 399 คน จากนักเรียนทั้งหมด 22 โรง

ครั้งที่ 1 จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ใช้โรงเรียนที่อยู่ใน 4 อำเภอ จำนวน 72 โรง เป็นหน่วยการสุ่ม

ครั้งที่ 2 จำนวน 370 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Random Sampling) มีขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร่ ยามาเน่ (Yamane) พบว่า ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 364 คน เพื่อใช้ในการทดลอง

ขั้นที่ 2 การสุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Random Sampling) โดยดำเนินการ ดังนี้

2.1 ใช้อำเภอที่ตั้งอยู่ในจังหวัดพิจิตร ซึ่งมีทั้งหมด 12 อำเภอ เป็นหน่วยในการสุ่ม ทำการสุ่มอย่างง่าย 30% พบว่าได้ 4 อำเภอ คือ อำเภอตะพานหิน อำเภอทับคล้อ อำเภอดงเจริญ อำเภอวังทรายพูน ประกอบด้วยโรงเรียน 72 โรง

2.2 ใช้โรงเรียนแต่ละอำเภอเป็นหน่วยการสุ่มแล้วทำการสุ่มได้ ดังนี้

ตาราง 3 แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ชื่ออำเภอ	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1. ตะพานหิน	บ้านบึงน้ำกลัด	15	
	วัดวังไคร้	-	9
	วัดคลองคูณ	-	22
	ดงตะขบราษฎร์สงเคราะห์	-	11
	ชุมชนวังหลุมวิทยาคาร	-	15
	วัดธงไทยยาราม(ปลั่งอุปถัมภ์)	-	8
	วัดโพธิ์ลอย	-	6
2. ทับคล้อ	วัดเขาทราย	-	41
	วัดชัยศรี	-	24
	อนุบาลทับคล้อ	-	9
	วัดป่าเรไร	-	13
	บุรพรัตน์วิทยาคาร	-	19
	วัดหนองน้ำเต้า	-	15
3. ดงเจริญ	วัดวังเรือน	14	
	วังก้านเหลือง	-	30
	สำนักขุนเณร(หลวงพ่อเขียนอุทิศ)	-	34
	วัดใหม่ดงเจริญ	-	11
	อนุบาลดงเจริญ (วังงิ้ว)	-	14
4. วังทรายพูน	อนุบาลวังทรายพูน	-	35
	ชุมชนวัดหนองลากฆ้อน	-	21
	บ้านหนองพระ	-	18
	บ้านยางสามต้น	-	15
	รวม	29	370

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างในการทดสอบครั้งที่ 1 มีจำนวน 29 คน ซึ่งได้แก่นักเรียนโรงเรียนบ้านบึงน้ำกลัดจำนวน 15 คน โรงเรียนวัดวังเรือนจำนวน 14 คน และกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบครั้งที่ 2 มีจำนวน 370 คน ซึ่งได้แก่โรงเรียนในอำเภอตะพานหิน 6 โรง อำเภอทับคล้อ 6 โรง อำเภอดงเจริญ 4 โรง และอำเภอวังทรายพูน 2 โรง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย สถานการณ์ 5 สถานการณ์ 20 คำถาม โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ละ 4 คำถาม

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

แบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพและสร้างเกณฑ์ปกติของคะแนนสอบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในเขตสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร

2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดเชิงระบบ และเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดเชิงระบบ

ตาราง 4 แสดงนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการคิดเชิงระบบ

องค์ประกอบที่	ความหมาย/นิยามองค์ประกอบ การคิดเชิงระบบ
1. ระดับสถานการณ์ (Events)	ความสามารถในการกำหนด ระบุประเด็นปัญหาของเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ระดับแบบแผน (Patterns)	ความสามารถในการค้นหาสาเหตุ และแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ มาระบุเป็นปัจจัยสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน ครอบคลุม

ตาราง 4 (ต่อ)

องค์ประกอบที่	ความหมาย/นิยามองค์ประกอบการคิดเชิงระบบ
3. ระดับโครงสร้าง (Structure)	ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสาเหตุแต่ละตัว เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุกับประเด็นปัญหา ที่สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์จากเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
4. ระดับภาพจำลองของความคิด (Mental modal)	ความสามารถในการเขียนวงจรความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหากับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวด้วยการเขียนลูกศรเชื่อมโยง

3. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาว่านิยามของการคิดเชิงระบบสอดคล้องกับระดับของการคิดเชิงระบบหรือไม่ จากนั้นนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเทียบเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.50 – 1.00 และปรับปรุงแก้ไขนิยามของการคิดเชิงระบบกับระดับของการคิดเชิงระบบตามคำแนะนำอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

3.1 นางสาวกัลยาณี ด่านนคินทร์รัตน์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังเรือน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 2

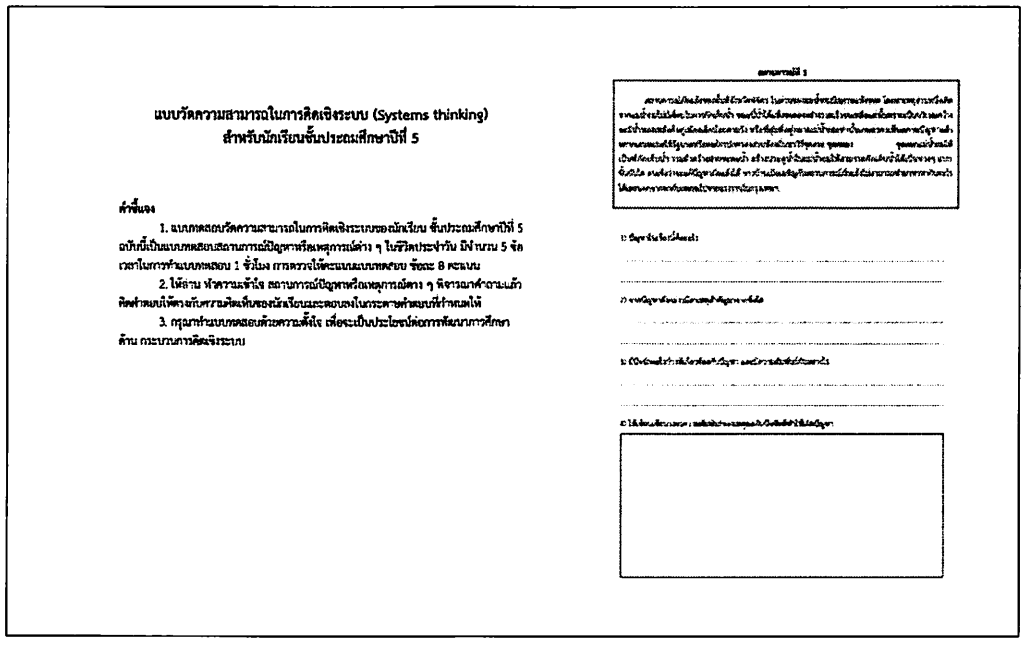
3.2 นางสาววรรณา แตงฉิม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังเรือน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 2

3.3 นางภิรัญญา ขาวพราย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนตะพานหิน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบตามนิยามเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบตามรูปแบบของข้อสอบเลือกตอบ และเลือกเรื่องที่มีความสอดคล้องกับความสามารถทางการคิดเชิงระบบที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.2 สร้างแบบทดสอบตามนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ 5 สถานการณ์ 20 คำถาม โดยแบบวัดที่สร้างขึ้นประกอบด้วยคำชี้แจงทั่วไปในการทำแบบวัด และส่วนที่เป็นข้อสอบ



แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบสถานการณ์ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน มีจำนวน 5 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ ข้อละ 8 คะแนน
2. ให้อ่าน ทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ พิจารณาคำถามแล้วคิดคำตอบให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนและตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
3. กรุณาทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาด้าน กระบวนการคิดเชิงระบบ

ภาพ 2 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ

5. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พิจารณาว่าแบบวัดที่สร้างขึ้นสามารถวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบตามนิยามเชิงปฏิบัติการหรือไม่ ตลอดจนพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถาม และความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเทียบเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.50 – 1.00 เป็นแบบวัดที่วัดได้ตรงตามนิยามที่กำหนดไว้ และปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

5.1 ผศ.ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

5.2 ผศ.ดร.กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

5.3 ผศ.ดร.อ้อมธจิต แป้นศรี อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

5.4 นางภิรัญญา ขาวพราย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนตะพานหิน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41

5.5 นางสาววรรณา แตงฉิม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดวังเรือน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 2

6. ทดสอบครั้งที่ 1 ผู้วิจัยนำแบบวัดที่ปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ครั้งที่ 1 จำนวน 29 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ นำไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) รวมทั้งพิจารณากำหนดเวลาที่เหมาะสมในการทดสอบ

7. ทดสอบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยนำแบบวัดฉบับที่ปรับปรุงจากการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ครั้งที่ 2 จำนวน 370 คน เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ 2 มาสร้างเกณฑ์ปกติ โดยใช้คะแนน T ปกติ (Normalized T- Score) ส่วนคะแนนใดที่ไม่มีนักเรียนสอบได้จะนำคะแนนที่ว่างนั้นมาหาคะแนน T ปกติ โดยอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์

8. จัดทำคู่มือดำเนินการจัดสอบ และจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวมรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อขอรับหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ถึงผู้บริหารสถานศึกษาของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล ไปติดต่อผู้บริหารสถานศึกษาของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อขอความร่วมมือจากทางโรงเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนัดหมายวัน เวลาที่จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งชี้แจงรายละเอียด และขั้นตอนในการทำแบบวัดอย่างละเอียด

3. นำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.1 ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบวัดที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 29 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัด

3.2 ทดสอบครั้งที่ 2 นำแบบวัดที่ผ่านการทดสอบครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ครั้งที่ 2 จำนวน 370 คน เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

4. ข้อมูลที่ได้มาตรวจความสมบูรณ์ และนำมาจรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญและนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ .50 – 1.00

2. หาค่าความยากเป็นรายข้อ (p) ใช้เกณฑ์ค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และแปลความหมายของค่าความยาก ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 204)

ค่า 0.00 ถึง 0.09	หมายถึง	ยากมาก	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.10 ถึง 0.19	หมายถึง	ยาก	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.20 ถึง 0.39	หมายถึง	ค่อนข้างยาก	มีคุณภาพ
ค่า 0.40 ถึง 0.60	หมายถึง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
ค่า 0.61 ถึง 0.80	หมายถึง	ค่อนข้างง่าย	มีคุณภาพ
ค่า 0.81 ถึง 0.90	หมายถึง	ง่าย	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.91 ถึง 1.00	หมายถึง	ง่ายมาก	ไม่มีคุณภาพ

3. หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (r) โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 และแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 204)

ค่าลบ	หมายถึง	ใช้ไม่ได้	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.00	หมายถึง	ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.01 ถึง 0.09	หมายถึง	ต่ำ	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.10 ถึง 0.19	หมายถึง	ค่อนข้างต่ำ	ไม่มีคุณภาพ
ค่า 0.20 ถึง 0.40	หมายถึง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
ค่า 0.41 ถึง 0.60	หมายถึง	ค่อนข้างสูง	มีคุณภาพ
ค่า 0.61 ถึง 1.00	หมายถึง	สูง	มีคุณภาพ

4.. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยพิจารณาจากเกณฑ์ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 72)

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α)	การแปลความหมาย
มากกว่า .9	ดีมาก
มากกว่า .8	ดี
มากกว่า .7	พอใช้
มากกว่า .6	ค่อนข้างพอใช้
มากกว่า .5	ต่ำ
น้อยกว่า หรือเท่ากับ .5	ไม่สามารถรับได้

5. สร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) โดยใช้คะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) และทำการขยายคะแนนสอบให้ครบทุกคะแนนโดยอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์ (สมนึก ภัทธิยธนี, 2549, หน้า 265-266) มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางคะแนนแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย ให้คะแนนสูงสุดอยู่ด้านบน เพื่อทำการลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่าความถี่ (f) และความถี่สะสม (cf)

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2} f$ (จะหาค่า $cf + \frac{1}{2} f$ ของขั้นใด ต้องใช้ค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น)

ขั้นที่ 4 นำค่า $cf + \frac{1}{2} f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ได้เป็น $(cf + \frac{1}{2} f)\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank : PR) แสดงถึงค่าของพื้นที่ใต้โค้งการแจกแจงซึ่งมีค่าทั้งหมดเป็น 1 หรือ 100%

ขั้นที่ 5 นำค่า $(cf + \frac{1}{2} f)\frac{100}{N}$ หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (PR) ที่ได้ในขั้นที่ 4 ไปเทียบค่า T ปกติ จากตารางสำเร็จรูป

ขั้นที่ 6 กรณีที่คะแนนสอบของนักเรียนไม่คลอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมด จะทำการขยายคะแนน T ปกติ โดยอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

1.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สูตรนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 249)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าความสอดคล้องความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยาม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบวัดรายข้อ โดยใช้สูตรของ D.R Whitney และ D.L Sabers ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201)

$$p = \frac{(S_H+S_L)-(N_T)(x_{min})}{(N_T)(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของ D.R Whitney และ D.L Sabers ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 199-201)

$$r = \frac{(S_H-S_L)}{N_H(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-245)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

2. การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)

2.1 หาตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 266)

$$PR = \left(cf + \frac{1}{2}f\right)\frac{100}{N}$$

เมื่อ PR แทน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

cf แทน ความถี่สะสม

f แทน จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนนั้น

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 หาคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) โดยนำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Rank) ไปเปิดตารางสำหรับเปลี่ยนเป็นคะแนน T ปกติ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 266)

2.3 การสร้างสมการพยากรณ์โดยเขียนเป็นฟังชันก์ในรูปคะแนนผลการสอบและคะแนนที่ปกติที่ปรับแก้ (T_c)เป็นสมการเส้นตรง ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 272-275)

$$T_c = a + bX$$

เมื่อ $b = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$

$a = \bar{Y} - b\bar{X}$

T_c แทน คะแนน T ปกติที่ปรับแก้

a แทน Y-intercept (ตำแหน่งที่เส้นตรงตัดแกน Y)

b แทน ความชันของเส้นตรง (ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายหรือการพยากรณ์

X แทน คะแนนสอบ

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบ

Y แทน คะแนน T ปกติ

$\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน T ปกติ

การประเมินคะแนน T ปกติ เพื่อสรุปว่ามีคุณภาพ สูง ต่ำ เพียงใด ต้องนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้กำหนดเกณฑ์ประเมินค่าคะแนน T ปกติ ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (สำเริง บุญเรืองรัตต์ และคณะ, 2544, หน้า 195)

ตั้งแต่ T65 และสูงกว่า	แปลว่า ดีมาก
ตั้งแต่ T55 – T64	แปลว่า ดี
ตั้งแต่ T45 – T54	แปลว่า พอใช้
ตั้งแต่ T35 – T44	แปลว่า ยังไม่พอใช้
ตั้งแต่ T35 และต่ำกว่า	แปลว่า อ่อน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) และสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย ซึ่งรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1. การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยที่ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดเชิงระบบ ผลการสังเคราะห์พบว่า นิยามของการคิดเชิงระบบประกอบด้วย 4 ระดับ 1. ระดับสถานการณ์ (Events) 2. ระดับแบบแผน (Patterns) 3. ระดับโครงสร้าง (Structure) 4. ระดับภาพจำลองความคิด (Mental modal) จากนั้นผู้วิจัยได้นำนิยามที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชื้อเนื้อหาของนิยามการคิดเชิงระบบ แล้วนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเทียบเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.50 ถึง 1.00 ผลการพิจารณาดังรายละเอียดตามตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของคำนิยามการคิดเชิงระบบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

องค์ประกอบที่	ความหมาย/นิยามองค์ประกอบการคิดเชิงระบบ	IOC	S.D.	แปลผล
ระดับสถานการณ์ (Events)	ความสามารถในการกำหนด ระบุประเด็นปัญหาของเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1.00	0.00	ใช้ได้
ระดับแบบแผน (Patterns)	ความสามารถในการค้นหาสาเหตุและแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ มาระบุเป็นปัจจัยสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน ครอบคลุม	1.00	0.00	ใช้ได้
ระดับโครงสร้าง (Structure)	ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสาเหตุแต่ละตัว เชื่อมโยงปัจจัยสาเหตุกับประเด็นปัญหา ที่สามารถนำไปสู่ผลลัพธ์จากเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	0.67	0.58	ใช้ได้
ระดับภาพจำลองของความคิด (Mental modal)	ความสามารถในการเขียนวงจรความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหากับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวด้วยการเขียนลูกศรเชื่อมโยง	0.67	0.58	ใช้ได้

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า นิยามของการคิดเชิงระบบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้มีความสอดคล้องกับระดับของการคิดเชิงระบบ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00

2. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น จำนวน 5 สถานการณ์ 20 คำถาม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอรับข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม จากนั้นนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อว่ามีความสอดคล้องกับนิยามของการคิดเชิงระบบหรือไม่ แล้วนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเทียบเกณฑ์ที่กำหนด คือ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่วัดได้ตรงตามนิยามที่กำหนดไว้ ผลการพิจารณาดังรายละเอียดตามตาราง 6

ตาราง 6 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามของการคิดเชิงระบบ

ข้อที่	IOC	S.D.	สรุปผลการประเมิน
สถานการณ์ที่ 1			
1	1.00	0.00	สอดคล้อง
2	1.00	0.00	สอดคล้อง
3	0.80	0.45	สอดคล้อง
4	0.80	0.45	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2			
1	1.00	0.00	สอดคล้อง
2	1.00	0.00	สอดคล้อง
3	1.00	0.00	สอดคล้อง
4	0.80	0.45	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3			
1	1.00	0.00	สอดคล้อง
2	1.00	0.00	สอดคล้อง
3	1.00	0.00	สอดคล้อง

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	S.D.	สรุปผลการประเมิน
4	0.80	0.45	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4			
1	1.00	0.00	สอดคล้อง
2	1.00	0.00	สอดคล้อง
3	1.00	0.00	สอดคล้อง
4	0.80	0.45	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 5			
1	1.00	0.00	สอดคล้อง
2	1.00	0.00	สอดคล้อง
3	0.80	0.45	สอดคล้อง
4	0.60	0.55	สอดคล้อง

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น จำนวน 5 สถานการณ์ 20 คำถาม มีความสอดคล้องกับนิยามของการคิดเชิงระบบทุกข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00

3. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)

ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น จำนวน 5 สถานการณ์ 20 คำถาม ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29 คน และได้นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ตามลำดับดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของข้อสอบด้านค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทดสอบ รายละเอียดดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทดสอบ

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
สถานการณ์ที่ 1			
1	0.65	0.69	ผ่านเกณฑ์
2	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
3	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
4	0.47	0.94	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 2			
1	0.78	0.44	ผ่านเกณฑ์
2	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
3	0.69	0.63	ผ่านเกณฑ์
4	0.47	0.94	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 3			
1	0.56	0.50	ผ่านเกณฑ์
2	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
3	0.53	0.56	ผ่านเกณฑ์
4	0.47	0.94	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 4			
1	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
2	0.59	0.56	ผ่านเกณฑ์
3	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
4	0.47	0.94	ผ่านเกณฑ์
สถานการณ์ที่ 5			
1	0.63	0.75	ผ่านเกณฑ์
2	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
3	0.75	0.50	ผ่านเกณฑ์
4	0.38	0.75	ผ่านเกณฑ์

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบ พบว่า ข้อสอบทุกข้อผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีค่าความยากตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.78 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.94

3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากการทดสอบ

ผู้วิจัยนำคะแนนจากข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีของครอนบาค (Lee J. cornbach) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามที่ 1 ของทั้ง 5 สถานการณ์ เท่ากับ 0.875 ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามที่ 1 ของทั้ง 5 สถานการณ์ เท่ากับ 0.875 ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามที่ 2 ของทั้ง 5 สถานการณ์ เท่ากับ 0.874 ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามที่ 3 ของทั้ง 5 สถานการณ์ เท่ากับ 0.928 ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามที่ 4 ของทั้ง 5 สถานการณ์ เท่ากับ 0.986 ซึ่งข้อคำถามทั้ง 4 ข้อมีค่าความเชื่อมั่นของระดับดี และดีมาก สามารถยอมรับได้ และแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.976 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับดีมากสามารถยอมรับได้

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนจากการทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 370 คน มาสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบ โดยสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) รายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 เกณฑ์ปกติของแบบวัดความความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับ

คะแนนดิบ	PR	$T_{ปกติ}$	คะแนนดิบ	PR	$T_{ปกติ}$
38	98.92	73	34	90.68	63
37	97.70	70	33	88.92	62
36	95.68	67	32	85.54	61
30	78.11	58	16	24.05	43
29	70.68	55	15	20.41	42
28	64.32	54	14	18.78	41
27	60.27	53	13	17.84	41
26	54.73	51	12	14.86	40
25	49.05	50	11	10.95	38
24	46.08	49	10	8.78	36
23	42.97	48	9	7.57	36
22	40.14	47	8	6.35	35
21	37.70	47	7	4.59	33
20	34.46	46	6	3.24	32
19	31.76	45	5	2.57	30
18	29.46	45	2	1.35	28
17	27.30	44	0	0.27	22

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเกณฑ์ปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T22 ถึง T73 ซึ่งยังไม่ครอบคลุมคะแนนทั้งหมด จึงทำการขยายคะแนน T ปกติ ให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน โดยอาศัยการสร้างสมการพยากรณ์

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์ปกติที่ทำการขยายของแบบวัดความความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งฉบับ

คะแนนดิบ	$T_{\text{ปกติเก่า}}$	$T_{\text{ปกติที่ขยาย}}$
40	-	70
39	-	69
38	73	68
37	70	66
36	67	65
35	65	64
34	63	63
33	62	62
32	61	61
31	59	60
30	58	58
29	55	57
28	54	56
27	53	55
26	51	54
25	50	53
24	49	52
23	48	50
22	47	49
21	47	48
20	46	47
19	45	46
18	45	45
17	44	44
16	43	43

ตาราง 9 (ต่อ)

คะแนนดิบ	$T_{\text{ปกติเก่า}}$	$T_{\text{ปกติที่ขยาย}}$
15	42	41
14	41	40
13	41	39
12	40	38
11	38	37
10	36	36
9	36	35
8	35	33
7	33	32
6	32	31
5	30	30
4	-	29
3	-	28
2	28	27
1	-	25
0	22	24

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเกณฑ์ปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T24 ถึง T70

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์เกณฑ์ปกติ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การประเมินของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คะแนนดิบ	จำนวน (คน)	คะแนน T ปกติ	การแปลผล
36 - 40	23	65 – 70	ดีมาก
27 – 35	130	55 – 64	ดี
18 – 26	113	45 – 54	พอใช้
9 – 17	78	35 – 44	อ่อน
0 - 8	26	24 – 34	ควรได้รับการพัฒนา

จากตาราง 9 พบว่า เกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยคะแนนดิบตั้งแต่ 36 ถึง 40 คะแนน หมายถึง ผู้ทำแบบวัดมีความสามารถในการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับดีมาก มีจำนวน 23 คน คะแนนดิบตั้งแต่ 27 ถึง 35 คะแนน หมายถึง ผู้ทำแบบวัดมีความสามารถในการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับดี มีจำนวน 130 คน คะแนนดิบตั้งแต่ 18 ถึง 26 คะแนน หมายถึง ผู้ทำแบบวัดมีความสามารถในการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับพอใช้ มีจำนวน 113 คน คะแนนดิบตั้งแต่ 9 ถึง 17 คะแนน หมายถึง ผู้ทำแบบวัดมีความสามารถในการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับอ่อน มีจำนวน 78 คน คะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 8 คะแนน หมายถึง ผู้ทำแบบวัดมีความสามารถในการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับควรได้รับการพัฒนา มีจำนวน 26 คน

บทที่ 5

บทสรุป

ในการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) และสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการศึกษา พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 1 ฉบับ 5 สถานการ์ 20 คำถาม มีคุณภาพ ดังนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.90 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.976

ตอนที่ 2 ผลการสร้างเกณฑ์ปกติสำหรับใช้กับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการศึกษา พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีเกณฑ์ปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา จังหวัดพิจิตร อยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T24 ถึง T70

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.1 การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ ผลการสังเคราะห์ ได้มาซึ่งนิยามของการคิดเชิงระบบ ที่มี 4 ระดับ 1. ระดับสถานการณ์ (Events) 2. ระดับแบบแผน (Patterns) 3. ระดับโครงสร้าง (Structure) 4. ระดับภาพจำลองความคิด (Mental modal) โดยผ่านการแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นนิยามของการคิดเชิงระบบ มีความสอดคล้องกับระดับของการคิดเชิงระบบ โดยมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 จึงทำให้ได้แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ ที่ประกอบไปด้วย 5 สถานการณ์ 20 คำถาม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ และได้มีการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ทำให้นิยามของการคิดเชิงระบบมีความสอดคล้องกับระดับของการคิดเชิงระบบ

1.2 คุณภาพของแบบวัด ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามการคิดเชิงระบบ พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 สถานการณ์ 20 คำถาม มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ สรุปได้ว่าแบบวัดมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 247-249) กล่าวว่าการพิจารณาค่าความสอดคล้อง ต้องมีมากกว่า 0.5 ขึ้นไป และยังสอดคล้องกับ สมนึก ภัททิยธนี (2549: 220) ที่กล่าวว่า ข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่วัดได้ตรงตามนิยามปฏิบัติการ ด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบวัดในด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25% ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิด

เชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 สถานการณ์ 20 คำถาม มีค่าความยากตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.90 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกข้อ ซึ่งสอดคล้องกับ ฤตินันท์ สมุทวีชัย (2545, หน้า 173) ที่ได้กล่าวถึงเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากง่ายที่เหมาะสมคือ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกที่ดีต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และยังสอดคล้องกับ ไพศาล วรคำ (2558, หน้า 298 ,302) ที่กล่าวว่า ข้อสอบที่มีคุณภาพและควรคัดเลือกไว้ใช้ต้องมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ด้านความเชื่อมั่น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 สถานการณ์ 20 คำถาม มีความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ เท่ากับ 0.976 ซึ่งมีค่าสูงสามารถยอมรับได้ ซึ่งสอดคล้องกับบุญเชิด ภิญโญอนันพงษ์ (2545, หน้า 117) ที่กล่าวว่าเกณฑ์การพิจารณาระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ ควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป และนันเนลลี (Nunnally, 1976, pp. 211 อ้างอิงใน กรกช วิชัย, 2551, หน้า 123) ได้กล่าวว่าการพิจารณาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสลัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคไว้ที่ 0.880 ขึ้นไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ ทำให้มีความเข้าใจและสามารถกำหนดนิยามการคิดเชิงระบบได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญในสาขาการวัดและประเมินผลหลายท่านในทุกขั้นตอนเพื่อให้แบบวัดมีความเหมาะสมทั้งทางด้านภาษาและเนื้อหาที่ใช้ในการทดสอบ จึงทำให้แบบวัดที่ได้มีคุณภาพด้านค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ทุกข้อ

2. การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทดสอบมาสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T- Score) พบว่า นักเรียนทำแบบวัดได้คะแนนดิบตั้งแต่ 0 ถึง 38 คะแนน และเมื่อแปลงเป็นคะแนน T ปกติอยู่ในช่วงคะแนนตั้งแต่ T22 ถึง T73 ซึ่งคะแนนไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการแปลความหมายจากการสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการขยาย T ปกติ โดยอาศัยสมการพยากรณ์ ทำให้ได้คะแนน T ปกติ ตั้งแต่ T24 ถึง T70 ซึ่งคลอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน ซึ่งสอดคล้องกับ สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 4) ซึ่งอธิบายว่า คะแนน T ปกติ จะไม่ครอบคลุมคะแนนดิบทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด หรือแม้จะสุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมาก ๆ เป็นจำนวนนับพัน ก็อาจจะไม่มีนักเรียนคน

ใดได้คะแนนใกล้เคียงกับคะแนนเต็มหรือได้คะแนนเข้าใกล้ 0 จึงจำเป็นต้องขยายคะแนน T ปกติให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนนหรือเกือบทุกคะแนน เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้และเป็นหลักเกณฑ์หนึ่งในการทำเกณฑ์ปกติ (Norms) และสอดคล้องกับ บรรดล สุขปีติ (2543, หน้า 20) ที่กล่าวว่าการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนมาตรฐานจากความหมายแบบคลุมเครือทำให้ความหมายชัดเจนขึ้น จึงสรุปได้ว่า เกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการแปลความหมาย เพื่อบอกระดับความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างละเอียดและมีคุณภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบไปใช้

1.1 เนื่องจากแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ เป็นลักษณะสถานการณ์ควรจะต้องมีการอธิบาย ชี้แจงขั้นตอนและรายละเอียดในการทำแบบวัดให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.2 เวลาที่ใช้ในการทดสอบควรใช้เวลาให้ตรงตามที่แบบวัดระบุไว้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบที่มีลักษณะของสถานการณ์ และข้อคำถามให้เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้ทำแบบวัด

2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการคิดเชิงระบบของผู้เรียนให้สูงขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรกช วิชัย. (2551). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงจริยธรรมด้านความรับผิดชอบ ความเมตตากรุณาและความยุติธรรมของครูในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา พะเยา เขต 1*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

นพคุณ นิศามณี. (2548). *การคิดเชิงระบบ (Systems Thinking)*. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา, 17(55), 36-42

นิยม กิมานุวัฒน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. ดุษฎีนิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

บรรดล สุขปีติ. (2543). *ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์.

บัญญัติ ชำนาญกิจ และนวลศรี ชำนาญกิจ. (2550). *ระเบียบวิจัย*. นครสวรรค์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปรียานันท์ เหินไธสง. (2558). *การพัฒนารายวิชาเพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างกระบวนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ปร.ด., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ปิยนาถ ประยูร. (2548). *วิธีคิดกระบวนระบบ*. กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมความรู้เพื่อชุมชนเป็นสุข.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2531). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : เจริญผล.

_____. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่3). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). *หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.

ไพศาล วรคำ. (2558). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่7). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2560). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

มกราพันธุ์ จูฑะรสก. (2550). *การคิดอย่างเป็นระบบ : การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน*. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. (2550). *การพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ*. (online). กรุงเทพฯ: www.bcnsurin.ac.th/e-teacher.

_____. (2556). *การคิดอย่างเป็นระบบ การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน* (ฉบับปรับปรุง) (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ : โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชนก.

มนตรี แย้มกสิกร (2546). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา*. ดุษฎีบัณฑิต กศ.ด., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,กรุงเทพฯ.

ฤตินันท์ สมุทวีชัย. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษาเบื้องต้น*. เชียงใหม่ : ภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543).*เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2544). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วลัยพร ประสานพันธ์. (2559). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมแนะแนวเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดราษฎร์นิยมธรรม (พิบูลสงคราม กรุงเทพมหานคร*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms)และการขยายคะแนน T ปกติ. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 9, 1-12

_____. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมพร สุทัศนีย์. (2548). *การทดสอบทางจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำเริง บุญเรืองรัตน์ และคณะ. (2554). *การวัดและประเมินผลการศึกษา เล่ม 2*. สารานุกรมศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ : พัมนาการศึกษา.

Anastasi, Anne. (1988). *Psychological Testing*. New York: Macmillan.

Senge, P.M. (1993). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. London: Century Business.

Senge, P.M., et al. (1994). *The fifth discipline field book: Strategies and tools for building a learning organization*. New York: Doubleday.

Sternberg, Robert J. (1985). "Teaching Critcal Thinking, Part 1 Are We MakingCritical Mistake". *Phi Delta Kappen*. 67(3) : 194-197.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่5

แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบสถานการณ์ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน มีจำนวน 5 ข้อ เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ ข้อละ 8 คะแนน

2. ให้อ่าน ทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ พิจารณาคำถามแล้วคิดคำตอบให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนและตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

3. กรุณาทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาด้าน กระบวนการคิดเชิงระบบ

สถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์ภัยแล้งของพื้นที่จังหวัดพิจิตร ในส่วนของแม่น้ำยมมีสภาพแห้งขอด โดยสาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากแม่น้ำยมไม่มีเขื่อนในการกักเก็บน้ำ ขณะนี้น้ำได้แห้งขอดลงอย่างรวดเร็วจนเหลือแต่พื้นทรายเป็นบริเวณกว้าง จะมีน้ำหลงเหลือก็อยู่เพียงเล็กน้อยตามวัง หรือที่ลุ่มที่อยู่กลางแม่น้ำยมเท่านั้นเกษตรกรเห็นสภาพปัญหาแล้ว อยากเสนอแนะให้รัฐบาลหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหาวิธีขุดสระ ขุดคลอง ขุดลอกแม่น้ำยมให้เป็นที่กักเก็บน้ำ รวมถึงสร้างฝายชะลอน้ำ สร้างประตูน้ำในแม่น้ำยมให้สามารถกักเก็บน้ำได้เป็นช่วงๆ แบบขั้นบันได ตนเชื่อว่าจะแก้ปัญหาภัยแล้งได้ ชาวบ้านเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ภัยแล้งไม่สามารถทำมาหาหากินอะไรได้เลยนอกจากพากันอพยพไปขายแรงงานในกรุงเทพฯ.

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

.....

.....

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

.....

.....

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

สถานการณ์ที่ 2

ปัจจุบันขยะที่เก็บจากบ้านเรือนและจากสถานที่ต่าง ๆ มีปริมาณที่สูงขึ้น และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอีก ตามการขยายตัวของเมือง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของชุมชนที่ต้องการจัดการและแก้ไข ซึ่งขยะบางชนิดสามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติ แต่ก็มีอีกหลายชนิดที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ทำให้ยังเหลือขยะตกค้างอีกมากมาย เช่น โฟม พลาสติก แก้ว เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการกำจัดขยะเหล่านี้ด้วยการฝังกลบ เผา ซึ่งส่งผลให้เกิดควันและมลพิษตามมา ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน ทำให้ต้องได้รับการแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

.....

.....

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

.....

.....

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

สถานการณ์ที่ 3

อุบัติเหตุจากจราจรเพิ่มสูงขึ้นทุกวัน และมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น สำหรับประเทศไทยอุบัติบนท้องถนนเป็นสาเหตุของการบาดเจ็บ พิการและเสียชีวิต ซึ่งสาเหตุสำคัญของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนนั้นเกิดจากการขาดวินัยในการขับขี่ ฝ่าฝืนกฎระเบียบ เช่น การขับรถเร็วเกินกำหนด ขับรถตัดหน้าในระยะประชิด เป็นต้น และอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนคือสภาพแวดล้อม เช่น ถนนชำรุด แสงสว่างไม่เพียงพอ ทางโค้ง เป็นต้น ดังนั้นการป้องกันอุบัติเหตุต้องแก้ที่สาเหตุของปัญหาดังกล่าว

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

.....

.....

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

.....

.....

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

สถานการณ์ที่ 4

การเล่นเกมเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่ง ซึ่งให้ความบันเทิงเป็นหลัก เสริมสร้างความสุขในช่วงเวลาว่างได้ดี แต่บางครั้งก็ทำให้เกิดโทษและกลายเป็นการติดเกมตามมา ซึ่งการติดเกมทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น เล่นเกมมากจนรบกวนกิจกรรมอื่นๆ ในชีวิตประจำวัน ความคิดจะวกวนอยู่กับเรื่องเกมตลอดเวลา ถ้าเกิดมีสิ่งมาขัดขวางการเล่นจะรู้สึกหงุดหงิด ฉุนเฉียว เป็นต้น การดูแลและแก้ปัญหานี้ คือ ผู้ปกครองต้องพยายามฝึกให้เด็กควบคุมตัวเองให้ได้ เช่นการตั้งกฎกติกาในเรื่องของระยะเวลาในการเล่นเกมของเด็ก เป็นต้น โดยทั่วไปการเล่นเกมเป็นกิจกรรมเพื่อความบันเทิงเท่านั้น หากใช้งานในระดับที่พอดี ก็ถือเป็นการพักผ่อน แต่ถ้าหากเด็กคนไหนไม่สามารถแบ่งเวลาในการเล่นได้ เสพติดหรือหมกหมุ่นมากเกินไป ก็อาจก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆตามมาดีกมากมาย

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

.....

.....

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

.....

.....

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

สถานการณ์ที่ 5

การกลั่นแกล้ง หรือที่ปัจจุบันนิยมเรียกกันว่า การบูลลี่ (bullying) เป็นพฤติกรรมก้าวร้าวประเภทหนึ่ง ซึ่งหมายถึงการ กระทำให้บุคคลที่อ่อนแอกว่าได้รับ

อันตรายทางร่างกายหรือรู้สึกเจ็บปวดทางจิตใจจากการกระทำอย่างซ้ำ ๆ ด้วยความตั้งใจ โดยจุดเริ่มต้นของการกลั่นแกล้งมักเกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น เพศ เชื้อชาติ และรูปลักษณ์ภายนอก ในปัจจุบันการกลั่นแกล้งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ การกลั่นแกล้งทางร่างกาย การกลั่นแกล้งทางวาจา การกลั่นแกล้งทางสังคม และการกลั่นแกล้งบนโลกออนไลน์ (cyberbullying) ซึ่งหากการกลั่นแกล้งนั้นเกิดขึ้นในหมู่เยาวชนจะยิ่งมีผลกระทบทางลบที่รุนแรงทั้งต่อผู้ถูกกระทำและผู้กระทำ สำหรับผู้ถูกกระทำ การกลั่นแกล้งอาจทำให้พวกเขาขาดสมาธิในการเรียนรู้ ไม่อยากมาโรงเรียน จนส่งผลกระทบต่อผลการเรียนรู้ รวมถึงเกิดปมด้อยภายในจิตใจที่อาจส่งผลในระยะยาวทำให้พวกเขามีปัญหาในการดำเนินชีวิตเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ในขณะที่ผู้กระทำเองก็มีแนวโน้มที่จะเติบโตไปเป็นผู้ใหญ่ที่มีพฤติกรรมไม่เหมาะสมในอนาคต ซึ่งสิ่งที่น่ากังวลก็คือ ขณะนี้เยาวชนทั่วโลกต่างกำลังเผชิญกับปัญหาการกลั่นแกล้งใน

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

.....

.....

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

.....

.....

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking)

สถานการณ์	ข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน
1 - 5	1	2 หมายถึง สามารถระบุปัญหาได้ครบถ้วนชัดเจน (ตามแนวคำตอบ)
		1 หมายถึง ระบุปัญหาได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
		0 หมายถึง ระบุปัญหาไม่ถูกต้อง
	2	2 หมายถึง สามารถระบุสาเหตุสำคัญได้ครบถ้วนชัดเจน (ตามแนวคำตอบ)
		1 หมายถึง ระบุสาเหตุได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
		0 หมายถึง ระบุสาเหตุไม่ถูกต้อง
	3	2 หมายถึง สามารถระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วนตามแนวคำตอบ
		1 หมายถึง ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แต่ไม่ครบถ้วน ตามแนวคำตอบ
		0 หมายถึง ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องไม่ถูกต้อง
	4	2 หมายถึง สามารถเขียนวงจรความสัมพันธ์ได้ครบถ้วนตามแนวคำตอบ
		1 หมายถึง เขียนวงจรความสัมพันธ์ได้แต่ไม่ครบถ้วนตามแนวคำตอบ
		0 หมายถึง ไม่สามารถเขียนวงจรความสัมพันธ์ได้

แนวคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

ภัยแล้งของพื้นที่จังหวัดพิจิตร

2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

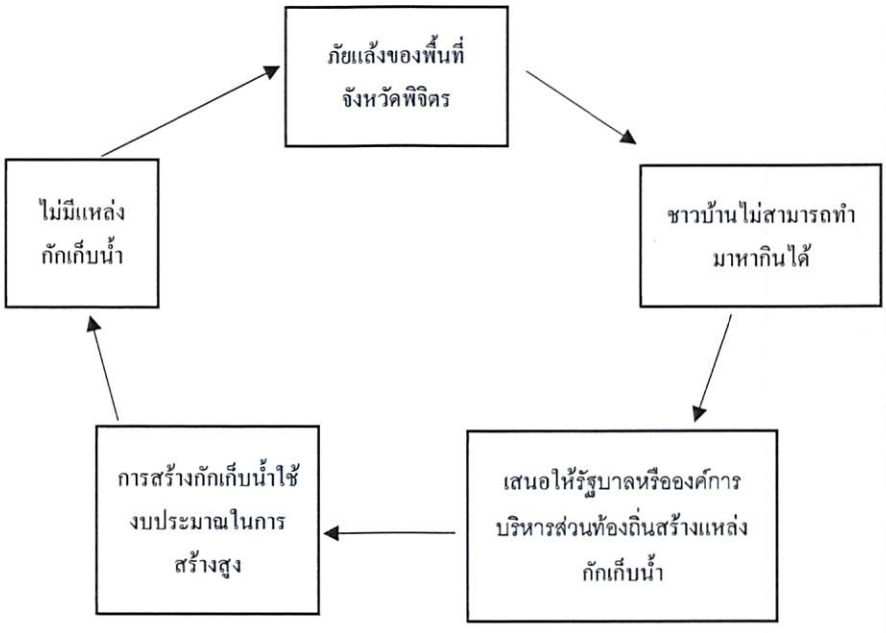
ไม่มีแหล่งในการกักเก็บน้ำ

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- การสร้างเขื่อน หรือขุดสระ ขุดคลอง ลอกแม่น้ำ ในการกักเก็บน้ำ ใช้งบประมาณในการทำสูง

- รัฐบาลหรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นยังไม่มีนโยบายในการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา



สถานการณ์ที่ 2

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

ขยะมีปริมาณที่สูงขึ้น

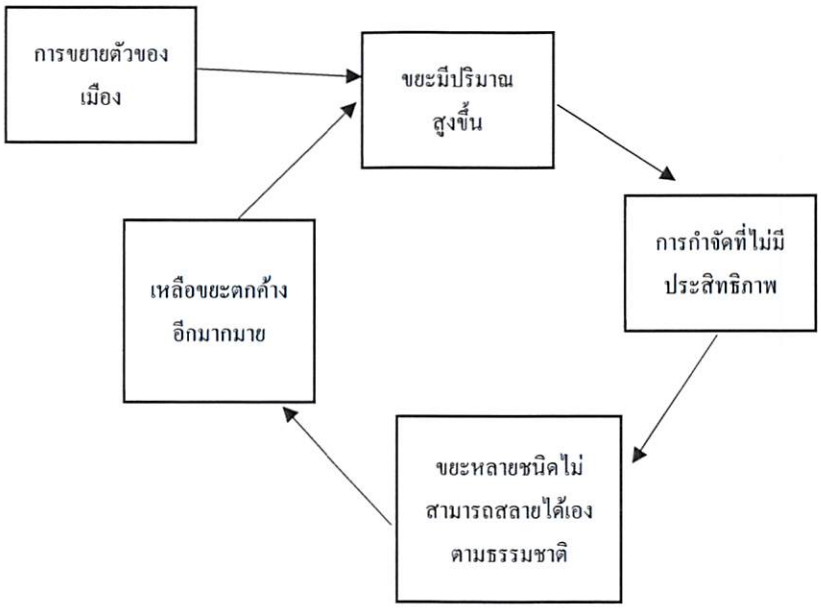
2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

- ขยะบางชนิดไม่ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ ทำให้เหลือขยะตกค้าง

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- การกำจัดขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพ การฝังกลบ เผา ซึ่งส่งผลให้เกิดควันและมลพิษตามมา
- การขยายตัวของเมือง การเพิ่มขึ้นของประชากร

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา



สถานการณ์ที่ 3

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

อุบัติเหตุจราจรเพิ่มสูงขึ้น

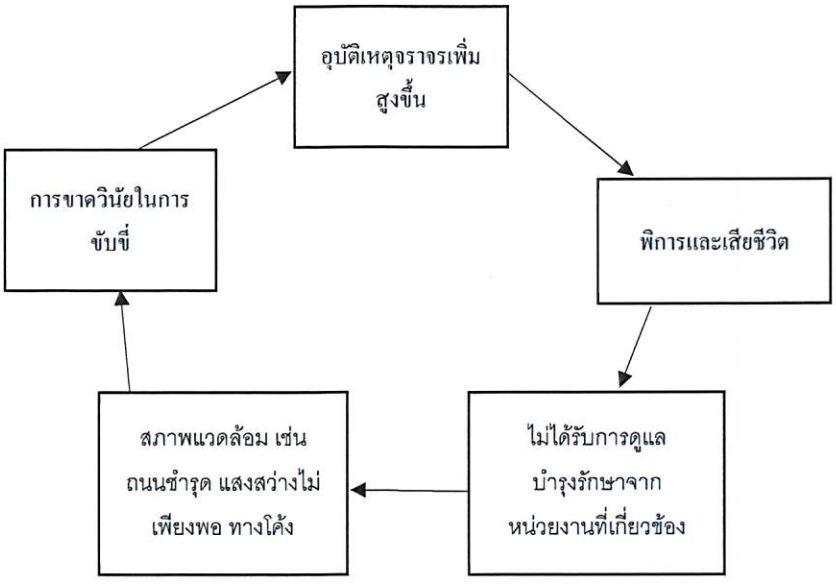
2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

การขาดวินัยในการขับขี่ ฝ่าฝืนกฎระเบียบ

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

สภาพแวดล้อม เช่น ถนนชำรุด แสงสว่างไม่เพียงพอ ทางโค้ง ทำให้ความปลอดภัยในการขับขี่รถบนท้องถนนลดน้อยลง เนื่องจากไม่ได้รับการดูแลบำรุงรักษาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา



สถานการณ์ที่ 4

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

การติดเกมของเด็ก

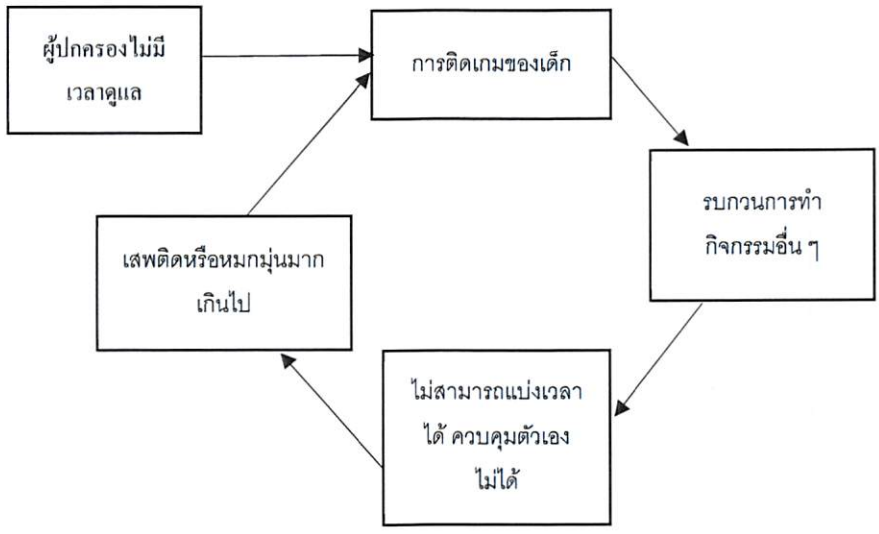
2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

- เด็กไม่สามารถแบ่งเวลาในการเล่นได้
- เสพติดหรือหมกมุ่นมากเกินไป

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- การดูแลของผู้ปกครอง ปล่อยให้เด็กเล่นโดยไม่มีการจำกัดเวลาในการเล่น

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา



สถานการณ์ที่ 5

1) ปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร

การกลั่นแกล้งรัง หรือบูลลี่ (Bully)

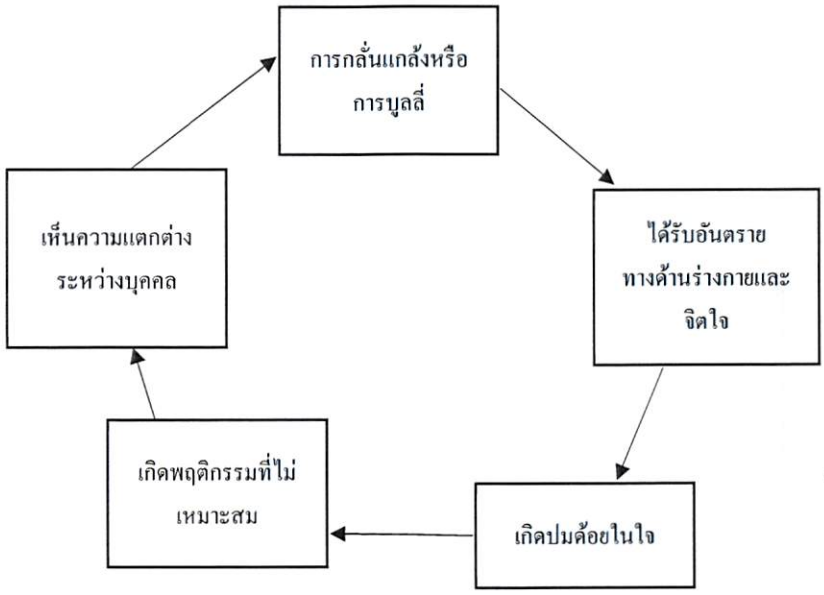
2) จากปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากข้อใด

ความต้องการที่จะระบายอารมณ์โกรธของตัวเองและเพื่อให้ตัวเองรู้สึกมีอำนาจเหนือผู้อื่น

3) มีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ครอบครัวและโรงเรียนยังไม่ให้ความสำคัญของการกลั่นแกล้งกันในโรงเรียน

4) ให้เขียนเขียนวงจรความสัมพันธ์ของเหตุผลกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา



ภาคผนวก ข ขั้นตอนการสร้างเกณฑ์ปกติ

ขั้นตอนการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนจากการทดสอบ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 370 คน มาสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัด โดยการสร้างเกณฑ์ปกติในรูปคะแนน T ปกติ (Normalized T-Score) และทำการขยายคะแนน T ปกติ ให้ครอบคลุมคะแนนดิบทุกคะแนน โดยอาศัยสมการพยากรณ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ รายละเอียดแสดงดังตาราง

ตาราง 12 แสดงการแปลงคะแนนสอบเป็นคะแนน T ปกติ

X (คะแนนดิบ)	f	cf	$cf+\frac{1}{2}f$	PR	T ปกติ
38	8	370	366	98.92	73
37	1	362	361.5	97.70	70
36	14	361	354	95.68	67
35	8	347	343	92.70	65
34	7	339	335.5	90.68	63
33	6	332	329	88.92	62
32	19	326	316.5	85.54	61
31	5	307	304.5	82.30	59
30	26	302	289	78.11	58
29	29	276	261.5	70.68	55
28	18	247	238	64.32	54
27	12	229	223	60.27	53
26	29	217	202.5	54.73	51
25	13	188	181.5	49.05	50
24	9	175	170.5	46.08	49
23	14	166	159	42.97	48

ตาราง 12 (ต่อ)

X (คะแนนดิบ)	f	cf	$cf+\frac{1}{2}f$	PR	T ปกติ
22	7	152	148.5	40.14	47
21	11	145	139.5	37.70	47
20	13	134	127.5	34.46	46
19	7	121	117.5	31.76	45
18	10	114	109	29.46	45
17	6	104	101	27.30	44
16	18	98	89	24.05	43
15	9	80	75.5	20.41	42
14	3	71	69.5	18.78	41
13	4	68	66	17.84	41
12	18	64	55	14.86	40
11	11	46	40.5	10.95	38
10	5	35	32.5	8.78	36
9	4	30	28	7.57	36
8	5	26	23.5	6.35	35
7	8	21	17	4.59	33
6	2	13	12	3.24	32
5	3	11	9.5	2.57	30
2	6	8	5	1.35	28
0	2	2	1	0.27	22

ขั้นที่ 2 หาค่า b และ a เพื่อนำไปสร้างสมการเส้นตรง : $T_c = a + bX$ จากสูตรดังนี้

$$b = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

เมื่อ N = 36 (จำนวน X คะแนนสอบ กับ จำนวน Y คะแนน T ปกติ)

$\sum X$ = 733 (ผลรวมของคะแนนสอบ 36 ตัว)

$\sum Y$ = 1,709 (ผลรวมของคะแนน T ปกติ 36 ตัว)

แทนค่า $$b = \frac{(36)(39{,}424)-(733)(1{,}709)}{(36)(18{,}993)-(733)^2}$$

= 1.137

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

แทนค่า $$a = 47.472 - (1.137)(20.361)$$

$$a = 24.316$$

ดังนั้นสมการเส้นตรงที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์คะแนน T ปกติ (T_c) คือ

$$T_c = 24.316 + 1.137X$$

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่าคะแนน T ปกติ (T_c) จากคะแนนสอบ (X) ตั้งแต่ 0 ถึง 38 คะแนน โดยใช้สมการเส้นตรงที่คำนวณได้จากขั้นที่ 2 รายละเอียดดังตาราง

ตาราง 13 แสดงผลการคำนวณหาคะแนน *T* ปกติ (T_c) จากสมการเส้นตรง

X (คะแนนดิบ)	*Y* (คะแนน T ปกติ)	*XY*	X^2	T_c (คะแนน T ปกติ ที่ปรับแก้)
38	73	2774	1444	68
37	70	2590	1369	66
36	67	2412	1296	65
35	65	2275	1225	64
34	63	2142	1156	63
33	62	2046	1089	62
32	61	1952	1024	61
31	59	1829	961	60
30	58	1740	900	58
29	55	1595	841	57
28	54	1512	784	56
27	53	1431	729	55
26	51	1326	676	54

ตาราง 13 (ต่อ)

X (คะแนนดิบ)	Y (คะแนน T ปกติ)	XY	X^2	T_c (คะแนน T ปกติ ที่ปรับแก้)
25	50	1250	625	53
24	49	1176	576	52
23	48	1104	529	50
22	47	1034	484	49
21	47	987	441	48
20	46	920	400	47
19	45	855	361	46
18	45	810	324	45
17	44	748	289	44
16	43	688	256	43
15	42	630	225	41
14	41	574	196	40
13	41	533	169	39
12	40	480	144	38
11	38	418	121	37
10	36	360	100	36
9	36	324	81	35
8	35	280	64	33
7	33	231	49	32
6	32	192	36	31
5	30	150	25	30
2	28	56	4	27
0	22	0	0	24

ขั้นที่ 4 ขยายคะแนน (Extrapolate) T ปกติ (T_c)

ทำการขยายคะแนน T ปกติ (T_c) จากคะแนนสอบ 39, 40, 4, 3, 1 โดยใช้สมการพยากรณ์ $T_c = 24.316 + 1.137X$ ได้ดังนี้

ตาราง 14 แสดงคะแนน T ปกติ (T_c) ที่ทำการขยาย

คะแนนดิบ	คะแนน T ปกติ
40	70
39	69
4	29
3	28
1	25

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	ณัฐารส ภูคา
วัน เดือน ปี เกิด	3 กรกฎาคม พ.ศ. 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	70/1 หมู่ 11 ตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร.66150
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดวังเรือน อำเภอดงเจริญ จังหวัดพิจิตร 66210
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560	กศ.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร