

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

MJo 130030

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2564

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยวดี อินสำราญ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแกลง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรคำ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

- ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ผู้วิจัย : นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม
- ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก
- ปีการศึกษา : 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 39 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการคิดเชิงระบบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว การทดสอบที่แบบกลุ่มไม่อิสระต่อกัน สหสัมพันธ์อย่างง่าย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ มีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.95 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) เท่ากับ 0.90 ซึ่งการคิดเชิงระบบช่วยสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีขึ้นได้ถึงร้อยละ 90

คำสำคัญ: แผนผังมโนทัศน์; การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์; การคิดเชิงระบบ; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Learning Management with Concept Mapping on Digestive System to Enhance Systems Thinking and Learning Achievement for Grade 11th Students

Author : Miss Piyapan Plasom

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisor : Assistant Professor Dr.Somsanguan Passago

Year : 2021

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to compare students' systems thinking before and after receiving the learning management with concept mapping 2) to compare the learning achievement on digestive system after receiving the learning management with concept mapping with the 70 percent criteria and 3) to study correlation between students' systems thinking and their learning achievement after receiving the learning management with concept mapping on digestive system. The sample were 39 of grade 11th students, in the second semester of the 2020 academic year, at Anukoolnaree School, Kalasin Province, from cluster random sampling. The research instruments were lesson plans, the system thinking ability test and the learning achievement test. The data analysis statistics were mean, percentage, standard deviation, and hypothesis testing statistics were dependent-sample t-test, one-sample t-test, simple correlation analysis and multiple correlation analysis.

The research results were as follows; 1) after the learning management with concept mapping, student had systems thinking significantly higher than before the learning at the .05 significant level. 2) After learning management with concept mapping on digestive system, students had learning achievement significantly higher than the 70 percent criteria at the .05 significant level. 3) The students' systems thinking and learning achievements after the learning management with concept mapping revealed the positive

correlation at .05 significant level, the correlation coefficient (r) equal to 0.95 and coefficient predictive value (R^2) equal to 0.90. The system thinking could be supported the learning achievement on digestive system of grade 11th students up to 90 percent.

Keywords: Concept Mapping, Learning Management with Concept Mapping, Systematic Thinking, Learning Achievement



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized Thai characters.

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ กรรมการ และอาจารย์ ดร.นุกูล กุดแกลง กรรมการ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แจงแนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ทุกขั้นตอน จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้ ประธานสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่กรุณาชี้แจงแนะนำแนวทางให้คำปรึกษา ตรวจสอบความเรียบร้อยและแก้ไขความบกพร่องต่าง ๆ ของ วิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ชูยกระตื่อง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ เครื่องมือวิจัย ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ให้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอบพระคุณ นายเอกรักษ์ สารปริง ผู้อำนวยการโรงเรียนอนุกุลนารี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และ อนุญาตให้ดำเนินการทำวิจัย ขอบพระคุณ นายคมสันย์ วรรณจักร์ ครูพี่เลี้ยง และคณะครูทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และขอขอบใจนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี ทำให้ วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอบพระคุณ นายสมศักดิ์ ปลาโสม และนางสมพันธ์ ปลาโสม ที่ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษา และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมล้าถึงพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง ตลอดจนครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	8
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560	8
2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์	16
2.3 การคิดเชิงระบบ	38
2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	54
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	64
2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	73
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	74
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	74
3.2 เครื่องมือวิจัย	74
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	75
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	83
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	84

หัวเรื่อง	หน้า
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	84
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	89
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	95
5.1 สรุป.....	95
5.2 อภิปรายผล	96
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	98
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก	107
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ	108
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	112
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ	144
ภาคผนวก ง คະແນនស៊ែប	158
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	163
ประวัติผู้วิจัย	164

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม.....	15
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์.....	75
3.2 ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบมาตราส่วนการประเมินค่า 5 ระดับ.....	77
3.3 การสร้างแบบวัดการคิดเชิงระบบ.....	79
3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	81
3.5 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design.....	83
4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์.....	90
4.2 ผลคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์เป็นรายด้าน.....	91
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ แผนผังมโนทัศน์ เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ ร้อยละ 70.....	92
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	93
ค.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ แผนผังมโนทัศน์ จำนวน 3 ท่าน.....	145
ค.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน.....	148
ค.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดเชิงระบบ จำนวน 15 ข้อ.....	149
ค.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงระบบ จำนวน 15 ข้อ.....	150
ค.5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน.....	151
ค.6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ.....	152

ตารางที่	หน้า
ค.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ.....	156
ง.1 คะแนนแบบวัดการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน	159
ง.2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน.....	161



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างผังจินตทัศน์	21
2.2 ผังความคิดรวบยอด	21
2.3 แผนภูมิเวนน์	22
2.4 ผังที-ชาร์ท	22
2.5 ผังก้างปลา	23
2.6 ผังใยแมงมุม	23
2.7 ผังลำดับขั้นตอน	24
2.8 ผังวัฏจักร	24
2.9 ผังชั้นบันได	25
2.10 ผังรอบด้าน	25
2.11 แผนภูมิวงกลม	25
2.12 ผังมองต่างมุม	26
2.13 แผนภูมิเป้าหมาย	26
2.14 ผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์	27
2.15 ผังแมงมุมเรื่องการวัด	27
2.16 ผังลำดับขั้นตอนการสอนแบบจุลภาค	28
2.17 ผังก้างปลาหาสาเหตุของการประทุติมิตระเบียวินัยของนักเรียน	28
2.18 ผังวัฏจักรการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์	29
2.19 ผังแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ 3 ด้าน	29
2.20 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี	30
2.21 ผังพล็อตไดอะแกรม	30
2.22 แสดงวงจรการคิดเชิงระบบ	45
2.23 ลำดับขั้นกระบวนการคิดเชิงระบบ	46
2.24 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	55
2.25 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	55
2.26 กรอบแนวคิดในการวิจัย	73
4.1 แผนภาพการแจกแจงปกติ	94

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครอง ตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และเป็นกำลังของชาติ ให้มีความรู้และ ทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ เต็มศักยภาพ หรือเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4) ทั้งนี้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ได้ระบุความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่าช่วยส่งเสริม ให้มนุษย์มีความรู้ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มีการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ ทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และมีประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้มาใช้ในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เข้ามาสู่ชีวิต ช่วยให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข ดังนั้นการที่จะส่งเสริมและพัฒนา ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้า จึงจำเป็นต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษา ให้มีคุณภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) ในสังคมที่กำลังเผชิญปัญหากับความซับซ้อน ของปัญหามากขึ้นและอย่างต่อเนื่อง การคิดเชิงระบบจะเป็นจุดเปลี่ยนมุมมองในการมองปัญหาต่าง ๆ ในสังคมรวมทั้งการมองโลกและการดำเนินชีวิต (วิทยา สุหฤตดำรง และศิริศักดิ์ เทพจิต, 2550, น. 63)

การคิดเชิงระบบเป็นการมองให้เห็นภาพโดยรวมทั้งหมด มีกรอบที่มองเห็นความสัมพันธ์ ที่เกี่ยวข้องกันมากกว่าจะเห็นแค่เชิงเหตุเชิงผล เห็นแนวโน้มรูปแบบของความเปลี่ยนแปลงมากกว่า จะเห็นแค่ฉาบฉวยหรือผิวเผิน ซึ่งการคิดเชิงระบบเป็นเครื่องมือในการบูรณาการแนวคิดในการจัดการ ให้เป็นองค์รวมกันมากขึ้น ใช้มองปัญหาโดยจะพิจารณาปัญหาเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ระบบ ในแนวคิด ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และด้านการป้อนกลับของเรื่องราว (Kreutzer, 2001, p. 22) โดยพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจกับสถานการณ์นั้น ๆ ให้ได้ว่าปัจจัย สาเหตุของการเกิดสถานการณ์นั้นมีปัจจัยสาเหตุย่อยอะไรบ้าง จากนั้นพิจารณาว่าปัจจัยสาเหตุย่อยนั้น มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงในลักษณะความเป็นเหตุเป็นผลกันอย่างไรบ้าง ทั้งนี้รูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้น อาจจะทำให้เกิดสถานการณ์ที่ขยายวงกว้างขึ้น หรืออาจจะก่อให้เกิดสถานการณ์แบบสมดุลที่ไม่มี

การขยายผลที่กว้างขวางมากขึ้นก็ได้ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสาเหตุย่อย ส่งผลทำให้รูปแบบพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง และในที่สุดจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงระดับสถานการณ์ (สุวิทย์ มูลคำ, 2551, น. 137) ในการอธิบายและสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมระบบให้ไปสู่ทิศทางที่ต้องการ จำเป็นต้องพัฒนาเกี่ยวกับความตระหนักในความซับซ้อนของปัญหา ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นเงื่อนไขที่จะเป็นพลังนำไปสู่ความเปลี่ยนแปลง การคิดเชิงระบบให้มีความสำคัญกับการเชื่อมโยงและ จัดโครงสร้างขององค์ประกอบในเรื่องที่ศึกษา จึงเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาในระดับขั้นพื้นฐานและ ส่งผลต่อการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น (Assaraf and Orion, 2005, pp. 518-560)

อย่างไรก็ตาม จากรายงานของคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ พบว่าการจัดการเรียนการสอนที่ยังขาดความเชื่อมโยงกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง รวมทั้งยังขาดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544, น. 27) แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดการคิดเชิงระบบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่สำคัญในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ดังปรากฏในผลการประเมิน PISA 2018 ที่รายงานสัดส่วนของนักเรียนที่มีสมรรถนะวิทยาศาสตร์ในระดับสูง โดยนักเรียนที่มีสมรรถนะในระดับนี้จะต้องมีความสามารถในการระบุดองค์ประกอบของสถานการณ์ที่ซับซ้อนในชีวิต สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เหมาะสมตลอดจนการแสดงออกว่ามีความคิดเป็นวิทยาศาสตร์ และมีความเป็นเหตุผลในระดับสูง ผลการประเมินพบว่า ประเทศไทยมีคะแนน PISA 2018 วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในลำดับที่ 66 จากทั้งหมด 79 ประเทศ โดยคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยเท่ากับ 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานนานาชาติ ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 43 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น. 1-3) สอดคล้องกับ รายงานผลการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุกุลนารี ปีการศึกษา 2562 ที่พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เท่ากับ 28.60 คะแนน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.20 คะแนน เมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปีการศึกษา 2562 กับปีการศึกษา 2561 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลง ร้อยละ 4.09 จากคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2561 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.82 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562, น. 1-13) จากผลการประเมินดังกล่าวชี้ให้เห็นว่านักเรียนโรงเรียนอนุกุลนารียังขาดการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ ได้อย่างเป็นระบบ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้มีเหตุผลและมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าแผนผังมโนทัศน์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ ในการพัฒนานักเรียน ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของ Ausubel (1960, pp. 267-272) ซึ่งทฤษฎีนี้เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย และเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ ถ้าสิ่งที่เรียนรู้ใหม่นั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งทำให้การเรียนนั้นมีความหมาย แต่ถ้านักเรียนจะต้องเรียนสิ่งใหม่โดยไม่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมหรือนักเรียนไม่มีพื้นฐานมาก่อน การเรียนรู้ชนิดนั้นจะไม่มีมีความหมาย เป็นการเรียนแบบท่องจำ (Rote Learning) ซึ่งจะทำให้ลืมง่ายและ ไม่สามารถนำไปใช้ได้ในการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทั้งนี้ Ausubel (1968, pp. 7-9) กล่าวว่าการที่นักเรียน ได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว โดยมีการจัดลำดับความคิดเพื่อเชื่อมโยงความคิด ให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เป็นการเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย ซึ่งแผนผังมโนทัศน์จะช่วยให้ นักเรียน เกิดความเข้าใจเรื่องที่สร้างได้ชัดเจน และมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และ มโนทัศน์ย่อย จากการศึกษาค้นคว้าการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด และความรู้ที่มีอยู่แล้วเข้ากับกิจกรรมอื่น ๆ ที่เรียนมา ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน และ จะประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, น. 33-36) ทำให้เห็นภาพรวมทั้งหมด ซึ่งช่วยในการพัฒนาความเข้าใจในภาพรวม นอกจากนี้ยังช่วยทำให้สามารถคิดหรือมองปัญหาที่ซับซ้อน ได้อย่างทะลุปรุโปร่ง (สมาน ลอยฟ้า, 2542, น. 5) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงขึ้น (Fatokun and Eniayeju, 2014, pp. 1218-1223; Cheema and Mirza, 2013, pp. 125-132) ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ มีผลการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ อยู่ในระดับดี (สุมนา โสทธิผลอนันต์, 2560, น. 208) และนักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงระบบ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์, 2560, น. 64)

จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ แผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะส่งเสริมการคิดเชิงระบบ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สูงขึ้น และแผนผังมโนทัศน์จะช่วยให้ นักเรียนสามารถเขียนสรุปความสัมพันธ์ของความรู้ที่ได้ จากการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ เข้าใจง่ายมากขึ้น ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่ได้ จากการจัดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน โดยมีครูเป็นผู้ผลักดันเพื่อให้เกิดการพัฒนา มโนทัศน์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีทักษะการคิดที่มีประสิทธิภาพ ในศตวรรษที่ 21 และนำการจัดการเรียนไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีผลที่สูงขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การคิดเชิงระบบของนักเรียนที่เรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.3 การคิดเชิงระบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 13 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 483 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 39 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) การคิดเชิงระบบ
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ

1.4.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผนการเรียนรู้ เวลารวม 13 ชั่วโมง ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่

- 1) การย่อยอาหารของสัตว์ จำนวน 6 ชั่วโมง
- 2) การย่อยอาหารของมนุษย์ จำนวน 7 ชั่วโมง

1.4.3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอมือเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

1.4.3.3 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

แผนผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนผังหรือแผนภาพที่แสดงมโนทัศน์ใหญ่ไว้ตรงกลาง แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงด้วยคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมอย่างมีลำดับขั้นตอนจากมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์รองและมโนทัศน์ย่อย โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้แผนผังมโนทัศน์ 5 ประเภท ดังนี้ 1) แผนผังมโนทัศน์ชนิดกระจายออก 2) แผนผังแสดงความสัมพันธ์ 3) แผนผังความคิด 4) แผนผังลำดับขั้นตอน และ 5) แผนผังที่ชาร์ท โดยให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ด้วยแอปพลิเคชัน Coggle

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ หมายถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้วนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว

2. **ขั้นเสริมมนทัศน์พื้นฐาน** เป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนที่เคยได้เรียนมาแล้ว โดยการทดสอบก่อนเรียน พิจารณาจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของคำถาม ถ้านักเรียนตอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การบรรลุวัตถุประสงค์ ไม่ต้องเสริมมนทัศน์พื้นฐานก่อนเรียน แต่ถ้านักเรียนตอบได้จำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 จะถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์การบรรลุวัตถุประสงค์ จึงเสริมมนทัศน์พื้นฐานก่อนเรียน

3. **ขั้นสอน** เป็นการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงเนื้อหาต่าง ๆ ในบทเรียน จากนั้นให้นักเรียนระดมมนทัศน์สำคัญจากบทเรียน และเรียงลำดับมนทัศน์ที่หลักไปสู่มนทัศน์ย่อย แล้วจัดกลุ่มมนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน และหาค่าเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมนทัศน์เข้าด้วยกัน จากนั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมนทัศน์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมนทัศน์หลักไปจนถึงมนทัศน์ที่เฉพาะ

4. **ขั้นสรุปด้วยแผนผังมนทัศน์** เป็นการคัดเลือกแผนผังมนทัศน์ที่นักเรียนสร้าง มาวิจารณ์และให้คะแนน แล้วให้ดูแผนผังมนทัศน์ที่ครูเตรียมมา

5. **ขั้นประเมินผล** เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การตอบคำถาม และแผนผังมนทัศน์ที่นักเรียนสร้าง เพื่อประเมินความเข้าใจและความถูกต้องของแผนผังมนทัศน์ที่นักเรียนสร้าง

การคิดเชิงระบบ หมายถึง การจัดองค์ประกอบให้เห็นภาพโดยรวมทั้งหมดและองค์ประกอบย่อย ๆ มีกรอบที่มองเห็นความสัมพันธ์และเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นขั้นตอน และแต่ละองค์ประกอบนั้นจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งการคิดเชิงระบบเป็นเครื่องมือในการบูรณาการแนวคิดในการจัดการให้เป็นองค์รวมกันมากขึ้นในการมองปัญหา วัดการคิดเชิงระบบโดยกำหนดเป็นสถานการณ์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผล จำนวน 15 ข้อ โดยจะพิจารณาปัญหาเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. **ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก** หมายถึง การพิจารณาระบบใดระบบหนึ่งหรือทั้งระบบที่มีส่วนประกอบที่เป็นระบบย่อยซ้อนกันอยู่ เพื่อให้เห็นระดับในแนวลึกของระบบที่ประกอบไปด้วย 1) ระดับปรากฏการณ์ 2) ระดับแนวโน้มและแบบแผน 3) ระดับโครงสร้าง และ 4) ระดับภาพจำลองของความคิด

2. **ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล** หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการเชื่อมความสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน เป็นการค้นหาความเป็นเหตุเป็นผลด้วยการตั้งคำถาม ซึ่งทำให้เกิดปัจจัยหรือองค์ประกอบนั้น การค้นหาคำตอบต้องเกิดจากการมีการตั้งคำถาม คิดไตร่ตรอง อธิบายความคิด อธิบายเรื่องที่ซับซ้อนด้วยการแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงว่าอะไรสู่อะไร มีผลลัพธ์ออกมาอย่างไรบ้าง ด้วยถ้อยคำที่กระชับ และเข้าใจง่าย

3. **ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว** หมายถึง การตอบสนองจากผลของการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบวงจร ซึ่งแต่ละองค์ประกอบส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบถัดไป จนกระทั่งองค์ประกอบสุดท้าย ป้อนผลกระทบกลับมาถึงองค์ประกอบแรกของระบบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้ด้านวิชาการ และทักษะที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนภายหลังจากได้ศึกษาอบรมในเรื่องนี้มาแล้ว ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวิจัยครั้งนี้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของ Bloom (1965, p. 201) 6 ด้าน ดังนี้ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้สนใจในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิดเชิงระบบ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

1.6.2 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่องการจัดการการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

3. การคิดเชิงระบบ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 4) มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

2.1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 4) มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 5) มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 6) มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้เกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 7) มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะที่เป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

2.1.6 มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาให้นักเรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 8) จึงกำหนดให้นักเรียน เรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพนักเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้ มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพการศึกษา โดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษาและการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาให้นักเรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

2.1.7 ตัวชี้วัด

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 9) กำหนดตัวชี้วัด ระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึง มาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจง และมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพนักเรียน

ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)

ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

2.1.8 คุณภาพนักเรียนหลังจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 น. 9-12) กำหนดคุณภาพ นักเรียนหลังจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
3. เข้าใจกระบวนการความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุ ในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพแสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์พร้อมเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.9 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3-5) ดังนี้

1. สาระการเรียนรู้แกนกลาง (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

2. สาระเพิ่มเติม

สาระที่ 1 ชีววิทยา

สาระที่ 2 เคมี

สาระที่ 3 ฟิสิกส์

สาระที่ 4 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

2.1.10 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ โครงสร้างและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์และมนุษย์ การทำงานของปอดและการวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ ศึกษาระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดในสัตว์ โครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ เซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ หมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh ส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง โครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลือง ศึกษากลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ การสร้างภูมิคุ้มกันก่อเองและมีภูมิคุ้มกันรับมา และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ ในการกำจัดของเสีย ออกจากร่างกายของสัตว์ โครงสร้างและหน้าที่ของไต กลไกการทำงานของหน่วยไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกายของมนุษย์ และความผิดปกติของไตจากโรคต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น. 211)

ตารางที่ 2.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม. 5	<p>1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์</p> <p>2. สังเกต อธิบายการกินอาหารของไฮดรา และพลาเนเรีย</p> <p>3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์</p>	<p>- รา มีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในพุดแวคิวโอลโดยเอนไซม์ในไลโซโซม</p> <p>- ฟองน้ำ ไม่มีทางเดินอาหารแต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์ แล้วย่อยภายในเซลล์ โดยเอนไซม์ในไลโซโซม</p> <p>- ไฮดราและพลาเนเรียมีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์จะกินอาหารและขับกากอาหารออกทางเดียวกัน</p> <p>- ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ และสัตว์มีกระดูกสันหลังจะมีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์</p> <p>- การย่อยอาหารของมนุษย์ประกอบด้วย การย่อยเชิงกลโดยการบดอาหารให้มีขนาดเล็ก และการย่อยทางเคมีโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กจนเซลล์สามารถดูดซึม และนำไปใช้ได้</p> <p>- สารอาหารที่ย่อยแล้ว วิตามินบางชนิด และธาตุอาหารจะถูกดูดซึมที่ วิลลัสเข้าสู่หลอดเลือดฝอย แล้วผ่านตับก่อนเข้าสู่หัวใจ ส่วนสารอาหารประเภทลิพิดและวิตามินที่ละลายในไขมันจะถูกดูดซึมเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<ul style="list-style-type: none"> - การย่อยอาหารของมนุษย์เกิดขึ้นที่ช่องปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก - อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้จะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่ น้ำ ธาตุอาหาร และวิตามินบางส่วนดูดซึมเข้าสู่ผนังลำไส้ใหญ่ที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (น. 153-154)* โดย กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 13 ชั่วโมง

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

2.2.1 ความหมายของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์ มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Concept Mapping และมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยแตกต่างกันไป คือ แผนผังมโนมติ แผนผังมโนมิติ แผนผังมโนทัศน์ กรอบมโนทัศน์ และแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งคำดังกล่าวจะมีความหมายเดียวกัน และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า แผนผังมโนทัศน์ มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายไว้ ดังนี้

วิชรา เล่าเรียนดี (2554, น. 61) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า แผนผังมโนทัศน์หรือบางแห่งเรียกว่า แผนผังความคิด ซึ่งมีลักษณะเป็นแผนผังหรือแผนภาพที่สร้างขึ้นจากความเข้าใจหรือสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักกับมโนทัศน์ย่อยหรือระหว่างแผนผังมโนทัศน์ด้วยกันหรือสาระสำคัญและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การเชื่อมโยงอาจจะมีทิศทางเดียว 2 ทิศทางหรือมากกว่าอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนโดยมีคำเชื่อมหรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนทัศน์

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 177) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า แผนที่ชนิดนี้ใช้ในการเขียนแสดงความคิดรวบยอดไว้กึ่งกลาง ลากเส้นให้สัมพันธ์กับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ที่สำคัญ ร่องลงไปหรือซับซ้อน

ทศนา แคมมณี (2561, น. 393) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง

Novak and Gowin (1984, p. 15) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า เป็นสิ่งใช้แทนความสัมพันธ์อย่างมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ในรูปของประพจน์ (Proposition) มโนทัศน์เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้คำเชื่อม เช่น ท้องฟ้ามีสีน้ำเงิน เป็นประพจน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างท้องฟ้าและสีน้ำเงิน ซึ่งให้ความหมาย 2 อย่าง คือ ท้องฟ้าและสีน้ำเงิน แต่เมื่อนักเรียนได้เรียนประพจน์นี้แล้วจะเกิดความหมายที่แตกต่างกันในภายหลัง เช่น ท้องฟ้าคืออากาศ และอากาศไม่มีสี แต่วัตถุที่อยู่ในอากาศสะท้อนกับแสงอาทิตย์ทำให้เกิดสีทำให้มองดูเป็นสีน้ำเงิน

Cliburn (1987, p. 426) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้เสนอกรอบแนวคิด และความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันเป็นระบบ

Farmer and Wolft (1991, p. 93) ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ว่า เป็นแนวทางที่ใช้แสดงเหล่ามโนทัศน์และความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันของเหล่ามโนทัศน์ ดังนั้นมโนทัศน์ต่าง ๆ จึงถูกเชื่อมโยงกันด้วยคำศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้สามารถเข้าใจองค์ความรู้ส่วนสำคัญที่เป็นความหมายเฉพาะได้ชัดเจน ดังนั้นทุก ๆ แผนผังมโนทัศน์จึงมีทั้งส่วนข้อมูลและส่วนที่เป็นการออกแบบ

จากการศึกษาความหมายของแผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แผนผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนผังหรือแผนภาพที่แสดงมโนทัศน์ใหญ่ไว้ตรงกลาง แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงด้วยคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมอย่างมีลำดับขั้นตอนจากมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์รองและมโนทัศน์ย่อย

2.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแผนผังมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

กำพล ดำรงวงศ์ (2540, น. 65-66) กล่าวว่า แผนผังมโนทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel ซึ่งมีแนวคิดว่าครูควรจะสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ความรู้เดิมนี้อยู่ในโครงสร้างของความรู้ (Cognitive Structure) เป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมอง และมีการจัดระบบระเบียบเป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่อย่างมีลำดับ ดังนั้นการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมอง ซึ่ง Ausubel เรียกว่า กระบวนการดูซึม

(Subsumption) และเรียกมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงว่า ซับซูเมอร์ (Subsumer) แต่ถ้าไม่นำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้อิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning)

การสร้างแผนผังมโนทัศน์ ซึ่ง Novak ได้พัฒนาขึ้นมาขึ้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel 3 ประการ คือ

1. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) เป็นโครงสร้างที่มีอยู่ในสมองจะมีการจัดลำดับมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและทั่วไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ และมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการจำแนกความแตกต่างแบบก้าวหน้า (Progressive Differentiation) จากหลักการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel ที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมเกิดเป็นความสัมพันธ์ใหม่จึงทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุดจะเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าโดยจัดให้มีมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้เสียก่อนแล้วจึงจัดมโนทัศน์ที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงอยู่ถัดลงมาจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการการเรียนรู้ที่มีความหมายและเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative Reconciliation) จากหลักการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดังนั้นถ้า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ให้เข้ากับมโนทัศน์เดิมแล้วจะทำให้เกิดความสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น

Ausubel (1960, pp. 267-272) ให้ความหมายของทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของ Ausubel ทฤษฎีนี้เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ถ้าสิ่งที่เรียนรู้ใหม่นั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งทำให้การเรียนนั้นมีความหมาย แต่ถ้านักเรียนจะต้องเรียนสิ่งใหม่โดยไม่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมหรือเรียนไม่มีพื้นฐานมาก่อน การเรียนรู้ชนิดนั้นจะไม่มี ความหมาย เป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) ซึ่งจะช่วยให้ลืมนง่ายและไม่สามารถนำไปใช้ได้

Ausubel แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยการรับรู้ที่มีความหมาย (Meaning Deception Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วน แล้วให้นักเรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

2. การเรียนรู้โดยการรับรู้แบบท่องจำ (Rote Reception Learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ ๆ อย่างครบถ้วนและนักเรียนท่องจำไว้

3. การเรียนรู้โดยการค้นพบที่มีความหมาย (Meaningful Discovery Learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนค้นหาคำตอบเองและนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

4. การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำ (Rote Discovery Learning) เป็นการเรียนที่นักเรียนค้นพบด้วยตนเองแต่ท่องจำ

การเรียนรู้หรือการค้นพบถือเป็นขั้นแรกของการเรียนรู้ ถ้านักเรียนตั้งใจจะให้ข้อมูลที่ได้รับมาเกิดความคงทนจำได้นานจะต้องนำไปสัมพันธ์กับสิ่งที่รู้มาก่อนแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

Ausubel and Robinson (1969, p. 47) มีความเชื่อไว้ในสมองของมนุษย์ มีการจัดการความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ว่ามีระบบในลักษณะที่เป็นโครงสร้างที่เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้าง และครอบคลุมลงมาจนถึงมโนทัศน์ย่อยที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนสามารถนำการเรียนรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว โดยความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ที่มีความหมายจะถูกเก็บไว้ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งอันเป็นผลจากการดูซึมกับความรู้เดิมที่มีอยู่ และจะช่วยขยายความรู้เดิมหรือมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ กระบวนการเชื่อมโยง (Subsumption) ดังกล่าวนี้นี้มี 3 แบบ คือ ความสัมพันธ์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่ช่วยขยายความชัดเจนของความรู้เดิมให้มากขึ้น (Derivative Subsumption) ความสัมพันธ์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่ช่วยขยายขอบเขต (Concepts are Extended) ของความรู้เดิมให้กว้างขึ้น (Correlative Subsumption) และความสัมพันธ์สิ่งที่เรียนใหม่ช่วยทำให้เกิดการจดจำและทำให้เกิดการจำแนกความแตกต่างของความรู้เดิม (Obliterative Subsumption)

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการใช้แผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดขึ้นได้ดังนี้ 1) มีการเรียนรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเองจะทำให้มีความจำดีและจำได้ในระยะยาว แล้วต้องนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว ซึ่งจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย 2) นักเรียนสามารถนำการเรียนรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วอย่างเป็นระบบในลักษณะที่เรียกว่าโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมลงมาจนถึงมโนทัศน์ย่อยที่เฉพาะเจาะจง และ 3) นักเรียนจะต้องมีโครงสร้างของความรู้ ซึ่งเป็นความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายนี้เป็นหลักการที่สำคัญที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

2.2.3 ประเภทของแผนผังมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของแผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

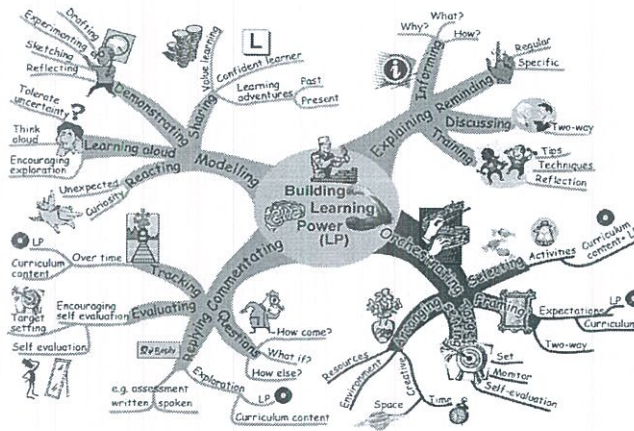
ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556 น.338-356) ได้กล่าวถึงแผนผังมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นผังกราฟิกชนิดหนึ่ง ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลหรือสาระสำคัญของข้อมูล มีหลายชนิดหลายรูปแบบ สามารถแยกตามจุดประสงค์ในการนำเสนอข้อมูลได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลหรือสาระสำคัญของข้อมูล เช่น ผังความคิด (Mind Mapping) แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นต้น
2. แผนผังมโนทัศน์ที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล เช่น เวนน์ ไดอะแกรม (Venn Diagram) ผังทีชาร์ท (T-Chart) แผนภูมิแท่ง (Bar-Chart) แผนภูมิตาราง (Table-Chart) เป็นต้น
3. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน เช่น ผังก้างปลา (Fishbone Map) ผงใยแมงมุม (Spider Web) เป็นต้น
4. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการเรียงลำดับข้อมูล เหตุการณ์ หรือขั้นตอนต่าง ๆ เช่น ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) ผังวัฏจักร (Circle Map) ผังขั้นบันได (Ranking Ladder) ผังแบบต่อเนื่อง (Spectrum) เป็นต้น
5. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลหรือหมวดหมู่ของความคิด เช่น แผนภูมิวงกลม (Pie Chart) ผังมองต่างมุม (Thinking at Right Angles) แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นต้น

แผนผังมโนทัศน์ที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียน มีดังนี้

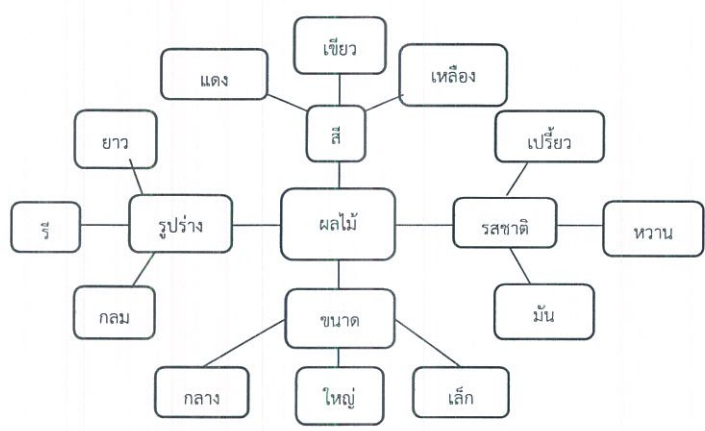
1. แผนผังความคิดที่แสดงความคิดรวบยอดของข้อมูล

1.1 ผังจินตนาการ (Mind Map) เป็นผังแสดงโครงสร้างสาระความคิดจินตนาการต่าง ๆ ในภาพรวมซึ่งเป็นภาพกว้างมักใช้สัญลักษณ์และรูปภาพเพื่อจำแนกหรือจัดเรียงลำดับความสำคัญของสาระหรือข้อมูล โดยจะลากเส้นในลักษณะต่าง ๆ ทั้งที่เป็นเส้นตรง เส้นโค้ง ทั้งที่มีลูกศรกำกับหรือไม่มีก็ได้เพื่อแสดงการเชื่อมโยงของข้อมูลและความคิดต่าง ๆ โดยจะมีคำเชื่อมหรือไม่มีก็ได้ การใช้ผังจินตนาการมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดจินตนาการ แล้วสร้างเป็นภาพความคิดการแสดงตัวแทนความหมายของความคิดนั้น อาจแสดงด้วยข้อความที่เป็นวลี คำ ประโยคหรือภาพลักษณะก็ได้ ทั้งนี้ Buzan ได้เสนอแนะว่าการเขียนผังจินตนาการที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดควรต้องใช้ภาพที่สื่อความหมายประกอบคำมีเส้น ซึ่งเชื่อมความคิดต่าง ๆ ที่เป็นเส้นโค้งและควรใช้สีในการวาดภาพ 3-5 สี ทั้งนี้เพราะสมองจะจำได้จากภาพ สี และเส้นโค้ง เนื่องจากเซลล์สมองมีเส้นใยประสาทเป็นเส้นโค้ง



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างผังจินตทัศน์. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

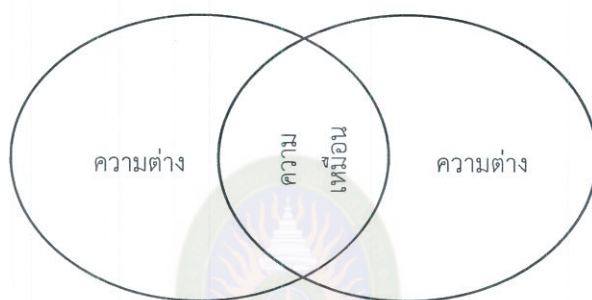
1.2 ผังมโนทัศน์หรือผังความคิดรวบยอด (Concept Map) นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการศึกษาค ผังมโนทัศน์จะแสดงความคิดของเรื่องราวต่าง ๆ โดยการจัดหมวดหมู่ตามลำดับความสำคัญของข้อมูล โดยแยกเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อย รวมไปถึงตัวอย่าง ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นภาพที่ชัดเจนได้ยิ่งขึ้น แต่ละมโนทัศน์จะมีรูปทรงเรขาคณิตล้อมรอบ โดยมีมโนทัศน์หลักอยู่ตรงกลางหรือบนสุด มโนทัศน์รองจะอยู่ถัดไป และวงนอกสุดจะเป็นมโนทัศน์เฉพาะ แต่ละมโนทัศน์จะมีเส้นต่าง ๆ ทั้งเส้นตรง เส้นโค้ง มีลูกศรกำกับหรืออาจไม่มีลูกศรกำกับก็ได้ เพื่อแสดงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงข้อมูล โดยจะมีค่าเชื่อมกำกับหรือไม่มีก็ได้ โดยปกติจะไม่นิยมใช้ลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ เพราะว่าอาจทำให้สับสนได้ เนื่องจากผังมโนทัศน์ได้แสดงลำดับขั้นก่อนหลังไว้แล้ว การสร้างผังมโนทัศน์ควรเขียนซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อปรับปรุงแผนผังให้ประณีต ชัดเจน กะทัดรัด มีการปรับปรุงฝึกฝนตนเองโดยการทำให้หลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาข้อบกพร่องในการทำผังมโนทัศน์



ภาพที่ 2.2 ผังความคิดรวมยอด. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

2. แผนผังมโนทัศน์ที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล เป็นผังที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างหรือความเหมือนของข้อมูลหรือความคิด

2.1 เวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลอย่างน้อย 2 สิ่ง เพื่อเปรียบเทียบว่าข้อมูลมีความเหมือนและมีความแตกต่างกันอย่างไร เพื่อหาจุดต่างและจุดร่วมของสิ่งต่าง ๆ โดยลักษณะเป็นวงกลม 2 วง มีส่วนหนึ่งของวงกลมที่ทับซ้อนกัน ส่วนที่ทับซ้อนกันของวงกลมนี้ให้เป็นตัวแทนของความคิดหรือข้อมูลที่เหมือนกันหรือเป็นจุดร่วมระหว่างข้อมูลทั้งสอง และส่วนที่เหลือของวงกลมซึ่งไม่ได้ทับซ้อนกันนั้น คือส่วนที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกัน



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิเวนน์. ปรับปรุงจาก *การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่* (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

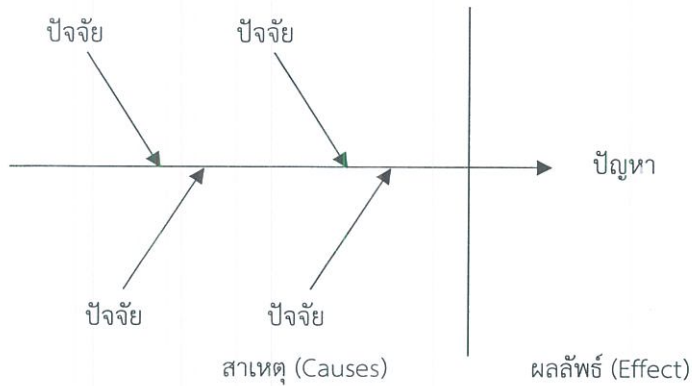
2.2 ผังที-ชาร์ท (T-Chart) เป็นผังที่แยกข้อมูลหรือความคิดออกเป็น 2 ส่วน โดยมีจุดประสงค์เพื่อแสดงความแตกต่างของความคิดหรือข้อมูลที่ศึกษาหรืออยู่มุมมองของความคิดทั้ง 2 ด้าน และแสดงเหตุผลของความคิดหรือความจริงที่เป็นอยู่

ความคิดเห็นในด้านหนึ่ง	ความคิดที่ต่างออกไป

ภาพที่ 2.4 ผังที-ชาร์ท. ปรับปรุงจาก *การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่* (น. 338-356) โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

3. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผลกัน

3.1 ผังก้างปลา (Fishbone Map) เป็นผังที่แสดงข้อมูลที่เป็นผลหรือปัญหาที่เกิดขึ้น และจะแสดงให้เห็นถึงความคิดและการวิเคราะห์แยกย่อยเพื่อหาสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดผลต่อปัญหานั้น ๆ อย่างรอบด้าน ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยของปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

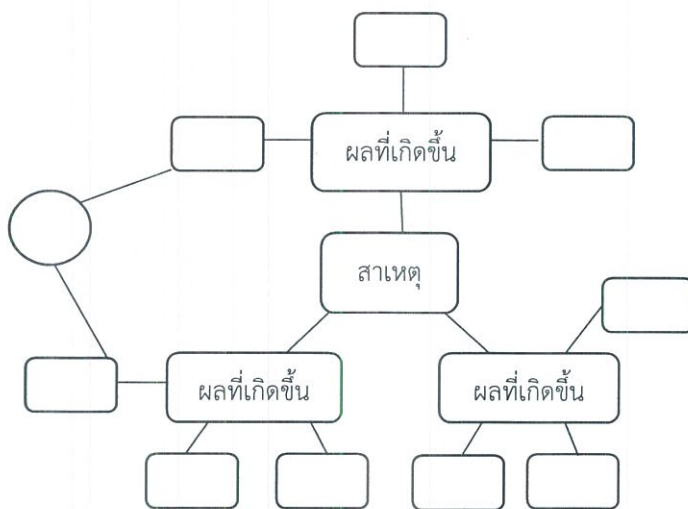


ภาพที่ 2.5 ผังก้างปลา. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356)

โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

3.2 ผังใยแมงมุม (Spider Web) มีลักษณะเหมือนผังมโนทัศน์ต่างกันว่าผังมโนทัศน์

จะแสดงความคิดรวบยอดของข้อมูลของความคิด ส่วนผังใยแมงมุมจะแสดงถึงที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลตามมาจากสิ่งอื่น ๆ แสดงความเชื่อมโยงของข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกัน



ภาพที่ 2.6 ผังใยแมงมุม. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356),

โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

4. แผนผังมโนทัศน์ที่แสดงการเรียงลำดับข้อมูล เหตุการณ์หรือขั้นตอน ต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่แสดงให้เห็นจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด ซึ่งสำหรับจุดสิ้นสุดอาจมีต่อเนื่องเรื่อยไป ๆ หรืออาจไม่มีจุดสิ้นสุดก็ได้ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดไกล ๆ คิดเป็นขั้นตอน



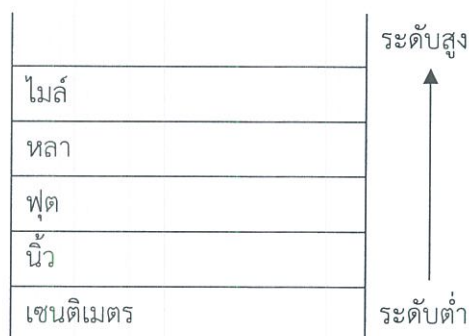
ภาพที่ 2.7 ผังลำดับขั้นตอน. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

4.2 ผังวัฏจักร (Circle Map) เป็นผังลำดับขั้นตอนแบบหนึ่ง แต่ขั้นตอนต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลตามลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม แสดงให้เห็นจุดเริ่มต้นและจุดจบวนเวียนอยู่เช่นนั้นเรื่อย ๆ ไป



ภาพที่ 2.8 ผังวัฏจักร. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

4.3 ผังขั้นบันได (Ranking Ladder) เป็นผังที่ใช้แสดงข้อมูลเพื่อเรียงลำดับของสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งขนาด รูปร่าง จำนวน ระยะทาง ที่บอกลักษณะ ความมาก-น้อย ใหญ่-เล็ก สูง-ต่ำ หนัก-เบา สั้น-ยาว ยาก-ง่าย ไกล-ใกล้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.9 ผังชั้นบันได. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

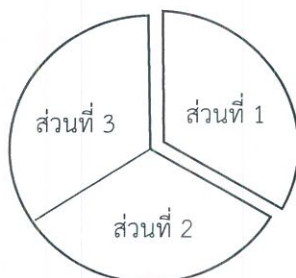
4.4 ผังรอบด้าน (Spectrum) เป็นผังที่แสดงความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทั้งบุคคล สถานที่ เหตุการณ์ และสถานการณ์หลาย ๆ ด้านที่มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันทั้งทางด้านบวกและลบ ส่วนที่ดีและส่วนที่ไม่ดี เพื่อแสดงมุมมองรอบด้าน ไม่ใช่มองอะไรเพียงด้านเดียว



ภาพที่ 2.10 ผังรอบด้าน. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

5. แผนผังโน้ตทัศน์ที่แสดงการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลหรือหมวดหมู่ของความคิด

5.1 แผนภูมิวงกลม (Pie Chart) เป็นผังที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลโดยการจัดหมวดหมู่หรือจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ หรือเซ็ทย่อย



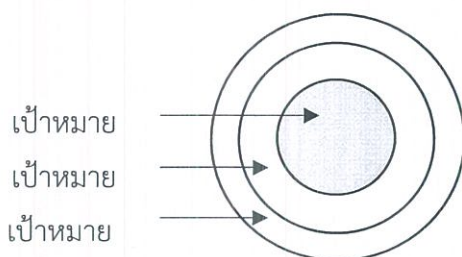
ภาพที่ 2.11 แผนภูมิวงกลม. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

5.2 ผังมองต่างมุม (Thinking at Right Angles) บางครั้งเรียกว่า TaRA เป็นการนำเอาตัวอักษรตัวแรกของคำว่า Thinking at Right Angles มาเขียนเป็นคำใหม่ ผังนี้มีลักษณะเป็นเส้น 2 เส้นที่ชนกันเป็นรูปมุมฉาก ตรงปลายเส้นทั้ง 2 มีลูกศรเพื่อแสดงความคิดที่แตกต่างกันออกไป ปลายลูกศรด้านหนึ่งจะหมายถึงข้อมูลที่เป็นจริง ซึ่งเป็นข้อมูลจากเนื้อหาสาระที่เป็นที่ยอมรับหรือรับรู้กันทั่วไป แต่ปลายลูกศรอีกเส้นหนึ่งจะหมายถึงข้อมูลที่นักเรียนจะต้องคิดให้แตกต่างออกไปไม่ให้เหมือนเดิมหรือคิดในอีกมุมมองหนึ่งหรืออาจแยกเป็นข้อเท็จจริงกับความรู้สึกที่แตกต่างไปจากข้อเท็จจริงที่มีผังมองต่างมุมนี้จะฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้หรือคิดได้หลายแง่มุมที่แตกต่างไปจากเดิม ๆ



ภาพที่ 2.12 ผังมองต่างมุม. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

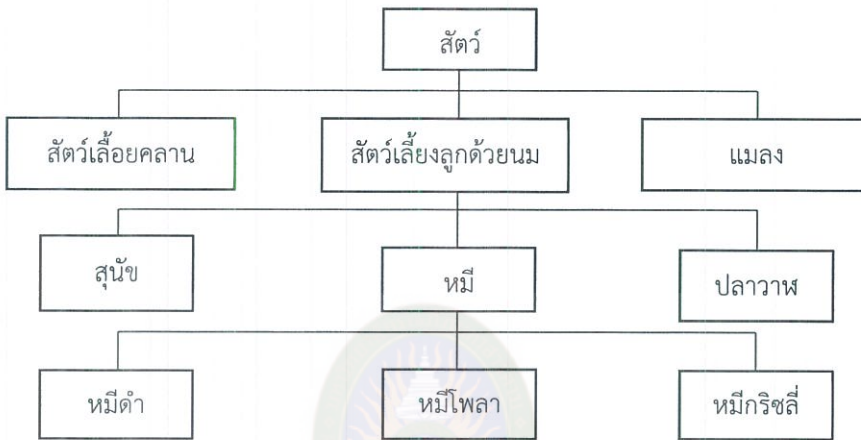
5.3 แผนภูมิเป้าหมาย (Target) เป็นผังที่จำแนกความคิดหรือจำแนกข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยจำแนกเป็นเป้าหมายหลัก เป้าหมายรอง หรือกำหนดสิ่งที่เป็คุณค่าแท้และเทียมของสิ่งต่าง ๆ สิ่งที่เป็นประโยชน์หลักกับประโยชน์รอง หรือสิ่งที่ดีที่สุดกับสิ่งที่เลวที่สุด รองลงมาเป็นแผนภูมิที่จะทำให้นักเรียนสามารถกำหนดประเด็นสำคัญ และจัดลำดับความจำเป็นของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ตรงศูนย์กลางของวงกลม คือเป้าหมายหลัก วงกลมรอบที่สอง คือเป้าหมายรองลงไป และวงกลมนอกสุดเป็นเป้าหมายที่สำคัญน้อยกว่าหรือเป็นเพียงเป้าหมายเสริม



ภาพที่ 2.13 แผนภูมิเป้าหมาย. ปรับปรุงจาก การพัฒนาการคิดฉบับปรับปรุงใหม่ (น. 338-356), โดย ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

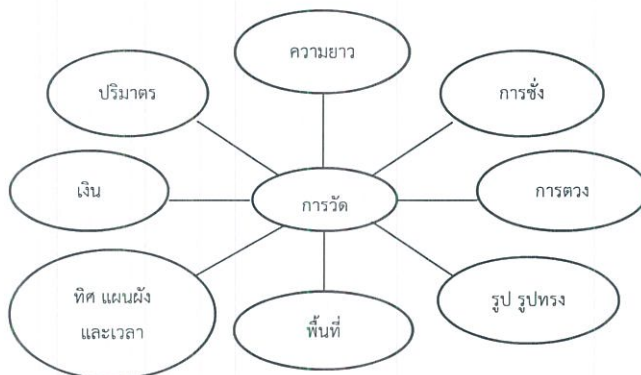
ทศนา แชมมณี (2561, น. 393-400) ได้เสนอตัวอย่างผังมโนทัศน์ที่น่าสนใจซึ่งสามารถนำไปใช้ในลักษณะต่าง ๆ กัน ได้ดังต่อไปนี้

1. ผังมโนทัศน์ (A Concept Map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง



ภาพที่ 2.14 ผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 393), โดย ทศนา แชมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

2. ผังมโนทัศน์แบบแมงมุม (A Spider Map) เป็นผังแสดงมโนทัศน์อีกแบบหนึ่งซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม



ภาพที่ 2.15 ผังแมงมุมเรื่องการวัด. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 394), โดย ทศนา แชมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3.ผังมโนทัศน์แบบลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น



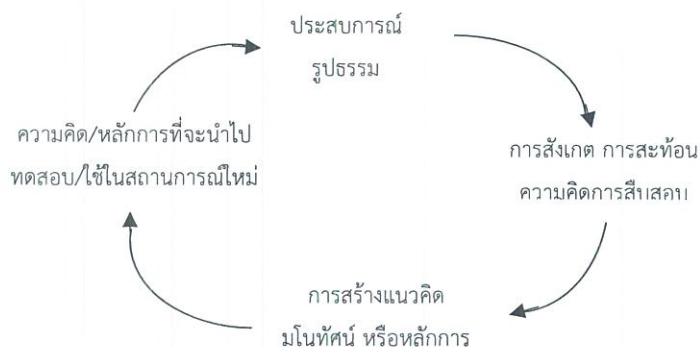
ภาพที่ 2.16 ผังลำดับขั้นตอนการสอนแบบจุลภาค. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 394), โดย ทิศนา แคมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

4. ผังมโนทัศน์แบบก้างปลา (A Fishbone Map) เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยให้เห็นสาเหตุย่อยที่ชัดเจน



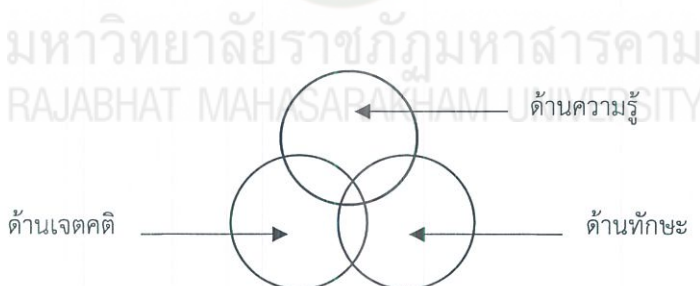
ภาพที่ 2.17 ผังก้างปลาหาสาเหตุของการประพฤติผิดระเบียบวินัยของนักเรียน. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 395), โดย ทิศนา แคมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

5. ผังมโนทัศน์แบบวัฏจักร (A Circle or Cyclical Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน



ภาพที่ 2.18 ผังวัฏจักรการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 396), โดย ทิศนา แชมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

6. ผังวงกลมซ้อนหรือเวินไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังวงกลม 2 วง หรือมากกว่า ที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่เป็นผังที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความต่าง ดังภาพ



ภาพที่ 2.19 ผังแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ 3 ด้าน. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 397), โดย ทิศนา แชมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

7. ผังวีไดอะแกรม (Vee Diagram) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติความรู้และผลิตของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แผนผังรูปตัววีเป็นแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการความคิดกับการสังเกตและวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน ลักษณะของแผนผังเป็นดังนี้



ภาพที่ 2.20 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 398), โดย
 ทิศนา แคมมณี, 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

8. ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram) เป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มีเหตุการณ์ต่อเนื่องกัน ยืดยาวเหมาะสำหรับการสอนอ่าน นักเรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการหาพล็อตเรื่อง ซึ่งก็คือเหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่องและเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอดคือจุดสำคัญที่สุดของเรื่องแล้วเหตุการณ์ก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่อง



ภาพที่ 2.21 ผังพล็อตไดอะแกรม. ปรับปรุงจาก *ศาสตร์การสอน* (น. 400), โดย ทิศนา แคมมณี,
 2561, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จากการศึกษาประเภทของแผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แผนผังมโนทัศน์มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งในการจัดกระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องคำนึงถึงประเภทหรือจุดประสงค์ของแผนผังมโนทัศน์ว่าต้องการแผนผังมโนทัศน์เพื่อแสดงข้อมูลประเภทใด และลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ ว่าเหมาะสมกับผังมโนทัศน์นั้น ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แผนผังมโนทัศน์ 5 ประเภท ดังนี้ 1) แผนผังมโนทัศน์ชนิดกระจายออก 2) แผนผังแสดงความสัมพันธ์ 3) แผนผังความคิด 4) แผนผังลำดับขั้นตอน และ 5) แผนผังที่ชาร์ท ซึ่งเป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยเส้นและคำเชื่อมโยงด้วยคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมอย่างมีลำดับขั้นตอนจากมโนทัศน์หลักไปยังมโนทัศน์รองและมโนทัศน์ย่อย

2.2.4 ขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์

การสร้างแผนผังมโนทัศน์จะช่วยให้ผู้สร้างเกิดความเข้าใจเรื่องที่เราสร้างได้ชัดเจน มองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์หลักลงไปหามโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อยที่มีความหมายแคบ และเฉพาะเจาะจงมากขึ้น มีผู้กล่าวถึงการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

วิมลรัตน์ สุทธโรจน์ (2551, น. 173) ได้อธิบายขั้นตอนในการเขียนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. การสร้างภาพศูนย์กลาง การทำภาพให้น่าสนใจ มีดังนี้

1.1 ภาพควรมีสี่ไม่น้อยกว่า 3 สี

1.2 ขนาดของภาพไม่ควรมีขนาดใหญ่จนเกินไป ขนาดพอเหมาะประมาณ 2 ตารางนิ้ว

ภาพไม่จำเป็นต้องมีภาพเดียว อาจมีหลาย ๆ ภาพ หรือหลาย ๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น

1.3 ถ้าเป็นภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหวก็จะดี

1.4 ไม่ควรจระใสกรอบภาพศูนย์กลาง เพราะกรอบอาจจะเป็นการสกัดกั้นการไหลของความคิด

2. การหาคำสำคัญ (Key Word) คำสำคัญควรมีลักษณะ ดังนี้

2.1 ควรเป็นคำเดียว วลี หรือข้อความสั้น ๆ

2.2 ควรเป็นคำที่สื่อความหมายได้ดี แสดงถึงจุดเน้น กระตุ้นความสนใจง่ายต่อการจำ

3. การหาความคิดรองหรือการแตกกิ่ง ควรทำดังนี้

3.1 เป็นคำสำคัญที่รองลงไป หรือเป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญ คำคุณศัพท์ เป็นการลงรายละเอียด

3.2 ควรเขียนบนเส้นที่ต่อออกไป แต่เส้นจะเรียวยาวไปเรื่อย ๆ

3.3 ถ้าต้องการเน้นอาจทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ ใส่กล่อง หรือขีดเส้นใต้ เป็นต้น

3.4 คำ ภาพ เส้น บนสาขาเดียวกันควรใช้สีเดียวกัน

3.5 การแตกกิ่งควรแตกทิศเฉียงมากกว่าแตกบน-ล่าง

3.6 การแตกกิ่งไม่ควรให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง ควรแตกกิ่งเพื่อให้ได้ภาพผังมโนทัศน์ที่สมดุล

วีชรา เล่าเรียนดี (2554, น. 25-49) กล่าวว่าครูควรฝึกให้นักเรียนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์พื้นฐาน และสามารถฝึกใช้ประโยชน์จากแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนรู้ ทำความเข้าใจพร้อมกับฝึกทักษะการคิดที่เชื่อมโยงหลากหลาย ซึ่งมีแนวทางการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

1. เขียนชื่อเรื่องที่จะเรียนรู้ตรงกลางหน้ากระดาษ แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบคำนั้น

2. จากชื่อเรื่องในวงกลมลากเส้นตรงออกจากวงกลมโดยรอบ เขียนหัวเรื่องย่อยบนเส้นหรือใต้เส้นจากชื่อเรื่องในวงกลม

3. ลากเส้นต่อจากเรื่องย่อยแต่ละเรื่อง กำกับด้วยคำเชื่อมโยงบนเส้น

4. สำหรับข้อเท็จจริงแต่ละประเด็นอาจแยกย่อยและโยงเส้นย่อยได้อีก

Novak (1984, p. 17) ได้กล่าวถึงการสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยสรุปได้ 5 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกร การเลือกที่จะสร้างแผนผังมโนทัศน์อาจนำมาจากตำราสรุปจดคำบรรยาย คำอธิบายก่อนการปฏิบัติการ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุมโนทัศน์สำคัญ โดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญ ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอกมโนทัศน์เหล่านี้ลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับมโนทัศน์สำคัญ ซึ่งได้เขียนลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วมาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่มมโนทัศน์ นำมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน โดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกันและจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 4 จัดระบบ เมื่อจัดกลุ่มมโนทัศน์แล้วนำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรืออาจหามโนทัศน์ อื่น ๆ มาเพิ่มเติมได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อจัดระบบที่สำคัญ แล้วนำมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกัน โดยการลากเส้นเชื่อมโยงและมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น หลังจากใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมโยงนี้ อาจเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในชุดเดียวกันหรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ที่ต่างกันได้

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ขั้นตอนที่สำคัญ และนำมาสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ มีดังนี้

1. นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ และยกตัวอย่างคำที่เป็นมโนทัศน์
2. นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากตำราหรือสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ โดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคสำคัญ แล้วลอกลงในกระดาษแผ่นเล็ก
3. นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์ที่ได้เขียนลงในกระดาษแผ่นเล็ก เรียงจากมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รองลงไปจนถึงมโนทัศน์ย่อย ๆ และมโนทัศน์เฉพาะ รวมทั้งตัวอย่างอื่น ๆ
4. นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ระดับเดียวกันและจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิด
5. นักเรียนจัดระบบมโนทัศน์ตามลำดับความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งอาจเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
6. นักเรียนใช้เส้นและคำเชื่อม เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
7. นักเรียนตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นให้ความถูกต้องเหมาะสม

2.2.5 รูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์

จากการศึกษาแนวทางการนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีผู้ศึกษาและกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 131-132) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นการเตรียมตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนสังเกต แล้วฝึกจำแนกตัวอย่างการมีจำนวนพอที่จะทำให้ นักเรียนสังเกตและจำแนกได้ เนื้อหาที่สอนเป็นรูปธรรม ตัวอย่างที่ใช้ควรเป็นรูปธรรม ถ้าเนื้อหาเป็นนามธรรมควรใช้ตัวอย่างเป็นเรื่องสั้น ๆ ตัวอย่างที่เลือกมาใช้ฝึกจำแนกต้องมี 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน อีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

2. ขั้นชี้แจงวิธีเรียน โดยการสาธิตวิธีการให้นักเรียนเข้าใจ

3. ขั้นเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและมโนทัศน์ที่ไม่ต้องการสอน

4. ขั้นนักเรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนจากการสังเกตตัวอย่างทั้งหมด

5. ขั้นนักเรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ครูสอน โดยให้นักเรียนนำรายการคุณสมบัติเฉพาะมาเรียบเรียงเป็นคำจำกัดความ และครูควรแนะนำวิธีเขียนแผนผังที่ถูกต้อง

6. ขั้นอภิปรายร่วมกัน สรุปวิธีเรียนรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมจนได้คำจำกัดความ

Jones, et al. (1989, pp. 20-25, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2561, น. 234) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ครูเสนอตัวอย่างการจัดข้อมูลด้วยผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์

2. ครูแสดงวิธีการสร้างผังมโนทัศน์

3. ครูชี้แจงเหตุผลของการใช้ผังมโนทัศน์นั้นและอธิบายวิธีการใช้

4. นักเรียนฝึกการสร้างและใช้ผังมโนทัศน์ในการทำความเข้าใจเนื้อหาเป็นรายบุคคล

5. นักเรียนเข้ากลุ่มและนำเสนอผังมโนทัศน์ของตนแลกเปลี่ยนกัน

Clark (1991, pp. 526-534, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2561, น. 234-235) กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีขั้นตอนการเรียนการสอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนสอน

1.1 ครูพิจารณาลักษณะของเนื้อหาที่จะสอนสาระนั้น และวัตถุประสงค์ของการสอนเนื้อหาสาระนั้น

1.2 ครูพิจารณาและคิดหาผังมโนทัศน์หรือวิธีหรือระบบในการจัดระเบียบเนื้อหาสาระนั้นๆ

1.3 ครูเลือกผังมโนทัศน์ หรือวิธีการจัดระเบียบเนื้อหาที่เหมาะสมที่สุด

1.4 ครูคาดคะเนปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นแก่นักเรียนในการใช้ผังมโนทัศน์นั้น

2. ชั้นสอน

2.1 ครูเสนอผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาแก่นักเรียน

2.2 นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและนำเนื้อหาสาระใส่ลงในผังมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตน

2.3 ครูซักถาม แก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน หรือขยายความเพิ่มเติม

2.4 ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพิ่มเติม โดยนำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้วให้นักเรียนใช้ผังมโนทัศน์เป็นกรอบในการคิดแก้ปัญหา

2.5 ครูให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน

Joyce, et al. (1992, pp. 159-161, อ้างถึงใน ทิศนา ข้ามมณี, 2561, น. 235-236) ได้เสนอรูปแบบการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์โดยนำรูปแบบการเรียนการสอนของ Clark มาปรับใช้โดยเพิ่มเติมเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ครูชี้แจงจุดมุ่งหมายของบทเรียน

2. ครูนำเสนอผังมโนทัศน์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหา

3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิมเพื่อเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่

4. ครูเสนอเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

5. ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่เรียนกับผังมโนทัศน์ และให้นักเรียนนำเนื้อหาสาระใส่ลงในผังมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตน

6. ครูให้ความรู้เชิงกระบวนการโดยชี้แจงเหตุผลในการใช้ผังมโนทัศน์และวิธีใช้ผังมโนทัศน์

7. ครูและนักเรียนอภิปรายการใช้ผังมโนทัศน์กับเนื้อหา

8. ครูซักถาม ปรับความเข้าใจ และขยายความจนนักเรียนเกิดความเข้าใจ

Joyce and Weil (1996, pp. 161-178) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูเตรียมข้อมูลสำหรับให้นักเรียนฝึกหัดจำแนก

1.1 ครูเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

1.2 ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ครูจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่ต้องการนั้น

1.3 ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้น ๆ ที่ครูแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่นักเรียน

1.4 ครูเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ครูอธิบายกติกาในการเรียนให้นักเรียนรู้และเข้าใจตรงกัน ครูชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรม โดยอาจสาธิตวิธีการและให้นักเรียนลองทำตามทีครูกบอกจนกระทั่งนักเรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ครูเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

การนำเสนอข้อมูลตัวอย่างนี้ทำได้หลายแบบ แต่ละแบบมีจุดเด่น-จุดด้อย ดังต่อไปนี้

3.1 นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งชุด โดยบอกให้นักเรียนรู้ว่าเป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนครบหมดทั้งชุดเช่นกัน โดยบอกให้นักเรียนรู้ว่าข้อมูลชุดหลังนี้ไม่ใช่สิ่งที่จะสอน นักเรียนจะต้องสังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุดและคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกันเทคนิควิธีนี้สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ได้เร็ว แต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

3.2 เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบเทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างมโนทัศน์ได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3.3 เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูลโดยให้นักเรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างที่จะสอน เมื่อนักเรียนตอบ ครูจะเฉลยว่าถูกหรือผิด วิธีนี้นักเรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปที่ละขั้นตอน

3.4 เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่นักเรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยครูจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้นักเรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้นอีก

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนจากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้น ๆ นักเรียนจะต้องพยายามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่สิ่งนี้นักเรียนต้องการสอนและทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิด นักเรียนก็จะต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิม ด้วยวิธีนี้นักเรียนจะค่อย ๆ สร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน เมื่อนักเรียนได้รายการของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ครูให้นักเรียนช่วยกันเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

จากการศึกษารูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ผู้วิจัยพบว่ามีขั้นตอนการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์เป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นนำ สร้างความสนใจของนักเรียนและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาใหม่
 2. ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์พื้นฐาน ครูจะต้องทำการตรวจสอบมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะให้นักเรียนเรียนรู้ ซึ่งอาจทำได้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหรือการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ
 3. ขั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐาน ในกรณีที่นักเรียนยังขาดมโนทัศน์พื้นฐานครูจะต้องเสริมให้นักเรียนซึ่งจะใช้วิธีการอธิบายโดยใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบ
 4. ขั้นสอน สร้างกรอบความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ โดยการให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกับครู เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามตามประเด็นที่กำหนดไว้ แล้วให้นักเรียนอ่านเนื้อหาจากใบความรู้เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เนื้อหาให้เต็มมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ย่อย จากนั้นจึงให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ของตนเอง
 5. ขั้นสรุป ครูคัดเลือกกรอบตัวอย่างมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น แล้วให้นักเรียนที่ได้รับคัดเลือกมานำเสนอให้เพื่อนฟัง ครูและนักเรียนช่วยกันวิจารณ์ให้ข้อเสนอแนะและสรุปเนื้อหาจากกรอบมโนทัศน์
 6. ขั้นการประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น อาจพิจารณาให้คะแนนกรอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น การทดสอบ การซักถาม เป็นต้น
- ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนแผนผังมโนทัศน์ที่มีขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐาน ขั้นสอน ขั้นสรุปด้วยแผนผังมโนทัศน์ และขั้นประเมินผล

2.2.6 ประโยชน์ของการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์

การนำแผนผังมโนทัศน์ไปใช้ในการศึกษามีอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, น. 200) ได้กล่าวถึงประโยชน์ในการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู จัดลำดับเนื้อหาที่จะสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการ
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยดูจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น
3. ใช้แผนผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากสิ่งที่เรียน จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น เพราะเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด ทำให้นักเรียนจดจำไปได้นาน

ณัฐมน เดชมา (2555, น. 23) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู โดยใช้สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน แล้วนำไปวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน และใช้ในการจัดลำดับเนื้อหาสาระที่จะสอน
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนสรุปทบทวน หรือสิ่งที่เรียนหรือตอบข้อสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เพื่อแสดงความเข้าใจในการเขียนตอบ
3. ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ในการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนอย่างมีระบบหรือนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในเรื่องวางแผนการนำเสนอและเขียนรายงาน

Mason (1992, p. 54) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จะถูกนำเสนออย่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เป็นการเรียงลำดับตามความหมายอย่างกว้างไปสู่ความหมายย่อยหรือความหมายเฉพาะเจาะจงลงไปอีก
2. สามารถใช้บ่งชี้ความรู้แรกเริ่ม และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งครูและนักเรียน
3. มีลักษณะเฉพาะในการนำเสนอผลการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างกันและน่าสนใจ
4. การทำงานร่วมกันของกลุ่มทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

จากการศึกษาประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ที่ใช้ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยสรุปประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ได้ ดังนี้

1. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู โดยใช้สำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน แล้วนำไปจัดลำดับเนื้อหาที่จะสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการ
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนสรุปทบทวน แล้วดูจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น
3. ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับนักเรียน โดยสรุปความหมายจากสิ่งที่เรียน จะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ในการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนอย่างมีระบบเพราะเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด
4. ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดบันทึกสิ่งต่าง ๆ แล้วนำมาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์ ทำให้จดจำได้ง่ายขึ้น ข้อความเป็นระเบียบ ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่านและประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป
5. ใช้แผนผังมโนทัศน์ในการวางแผนการเขียนรายงาน และการนำเสนอผลการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างกันและน่าสนใจ
6. ใช้แผนผังมโนทัศน์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ ตามความหมายอย่างกว้างไปสู่ความหมายย่อยหรือความหมายเฉพาะเจาะจง ที่มีอยู่ในความคิดของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนกำลังคิดอะไร และกำลังคิดจะทำอะไร เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.3 การคิดเชิงระบบ

2.3.1 ความหมายของการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) ถือว่าเป็นแนวคิดใหม่ จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มีผู้ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบไว้ ดังนี้

ชัยวัฒน์ ธีระพันธุ์ (2552, น. 15) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงระบบ หมายถึงการคิดแบบไม่แยกส่วน คิดแบบองค์รวม คิดเห็นสรรพสิ่งทั้งหลายเป็นอนิจจัง มีขึ้นมีลง มีดีมีชั่ว เห็นว่าตนเป็นส่วนหนึ่งของปัญหา

มาเรียม นิลพันธุ์ (2553, น. 12) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงระบบ หมายถึงการคิดเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่อง และแต่ละองค์ประกอบนั้นจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนด

ทิตนา แชมมณี (2561, น. 201) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงระบบ หมายถึงการจัดระบบด้วยวิธีการเชิงระบบ (System Approach) ได้แก่ การจัดองค์ประกอบของระบบในกรอบความคิดของตัวป้อนกระบวนการ กลไกควบคุม ผลผลิต ข้อมูลป้อนกลับ และนำเสนอดังของระบบนั้นในรูปแบบของระบบที่สมบูรณ์

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2562, น. 24) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงระบบ หมายถึงพฤติกรรม การรู้คิดโดยยึดทฤษฎีระบบเป็นหลักในการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในขอบเขตของระบบ ทำให้เข้าใจลักษณะองค์รวมทั้งหมดของระบบ และสามารถอธิบาย ทำนาย ปรับปรุง และควบคุมระบบดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถมองเห็นทั้งภาพรวมทั้งหมดและรายละเอียดย่อย ๆ ของเรื่องราวประเด็นปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Arnold and Wade (2015, pp. 669-678) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงระบบ หมายถึงชุดของทักษะการคิดวิเคราะห์หลากหลายรูปแบบที่ถูกประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อทำความเข้าใจ พยากรณ์ ปรับปรุง และควบคุมระบบ ให้ระบบทำงานตามหน้าที่ของตนและสร้างผลลัพธ์ที่พึงพอใจเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาความหมายการคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบ เป็นการ จัดองค์ประกอบให้เห็นภาพโดยรวมทั้งหมดและองค์ประกอบย่อย ๆ มีกรอบที่มองเห็นความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นขั้นตอน และแต่ละองค์ประกอบนั้น จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งการคิดเชิงระบบเป็นเครื่องมือในการบูรณาการแนวคิดในการ จัดการให้เป็นองค์รวมกันมากขึ้น

2.3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547, น. 71-77) เสนอเกี่ยวกับวิธีคิดเชิงระบบ คือวิธีคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นลำดับขั้นและอย่างครบถ้วนโดยใช้วิธีคิด 10 มิติ ในส่วนที่เกี่ยวข้องเป็นเครื่องมือเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ของการคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) หมายถึง ความตั้งใจที่จะพิจารณาตัดสินเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยการไม่เห็นคล้อยตามข้อเสนอ แต่ตั้งคำถามท้าทายหรือโต้แย้งสมมติฐาน ข้อสมมติที่อยู่เบื้องหลังและพยายามเปิดแนวทางความคิดออกสู่ทางต่าง ๆ ที่แตกต่างจากข้อเสนอแนะนั้นเพื่อให้สามารถได้คำตอบที่สมเหตุสมผลมากกว่าข้อเสนอเดิม การคิดวิพากษ์เป็นกระบวนการคิดที่มีเป้าหมายเพื่อนำไปสู่การค้นหาข้อเท็จจริงและความจริง การเปลี่ยนแปลงใหม่เพื่อให้ได้สิ่งที่ดีกว่า ถูกต้องเหมาะสมกับการดำเนินชีวิตและบริบทแวดล้อมมากกว่า ที่สำคัญคือเกิดผลดีแก่ชีวิตและสังคมส่วนรวมมากกว่า

2. ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง การจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งและหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

3. ความสามารถในการคิดเชิงสังเคราะห์ (Synthesis Thinking) หมายถึง ความสามารถในการดัดองค์ประกอบต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

4. ความสามารถในการคิดเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Thinking) หมายถึง การพิจารณาเทียบเคียงความเหมือนและ/หรือความแตกต่างระหว่างสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจสามารถอธิบายเรื่องนั้นได้อย่างชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการคิดการแก้ปัญหาหรือการหาทางเลือกเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

5. ความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Thinking) หมายถึง ความสามารถในการประสานข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องหนึ่งเรื่องใดได้อย่างไม่ขัดแย้ง แล้วนำมาสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือกรอบความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น

6. ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง การขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่สู่ความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อนเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

7. ความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ (Applicative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการนำสิ่งที่มีอยู่แล้วไปปรับใช้ประโยชน์ในบริบทใหม่ได้อย่างเหมาะสม โดยยังคงหลักการของสิ่งเดิมไว้

8. ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ (Strategic Thinking) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดแนวทางที่ดีที่สุดในเงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

เป็นความคิดที่นำเราไปสู่ชัยชนะตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยรู้วิธีเตรียมความพร้อมเพื่อเอาชนะอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นด้วยการคิดวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน วิเคราะห์ประเมินจุดอ่อน จุดแข็งของฝ่ายตนและฝ่ายตรงกันข้าม การประเมินความได้เปรียบเสียเปรียบของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น รวมทั้งการคาดการณ์อนาคตที่เกิดขึ้นอันจะนำไปสู่การกำหนดทางเลือกกลยุทธ์ที่มีโอกาสประสบความสำเร็จมากที่สุดตามเป้าหมายที่วางไว้

9. ความสามารถในการคิดเชิงบูรณาการ (Integrative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าหาแกนหลักได้อย่างเหมาะสม เพื่ออธิบายหรือให้เหตุผลสนับสนุนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

10. ความสามารถในการคิดเชิงอนาคต (Futuristic Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์สิ่งที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอย่างมีหลักเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจภาพและคาดการณ์ภาพอนาคตได้ ช่วยให้เราขยายกรอบการมองชีวิตให้กว้างออกไป หากรู้ว่ามีส่วนสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร เราก็จะสามารถคาดการณ์ได้ว่าจะมีผลกระทบต่อกันในอนาคตอย่างไร และจะต้องเตรียมพร้อมในการรับมืออย่างไร

การคิดในลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ต้องใช้ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้การคิดเชิงระบบนั้นสำเร็จได้ การเรียนรู้และฝึกทักษะการคิดทั้งหมดนี้ เพื่อให้สามารถนำไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะคิดอย่างเป็นระบบเพื่อให้การคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นไปอย่างสมดุลและเกิดผลลัพธ์ทางการคิดที่ก่อประโยชน์สูงสุด

ปิยนาด ประยูร (2548, น. 37-52) นำเสนอแนวคิดสำคัญของวิธีคิดเชิงระบบ ซึ่งสามารถนำไปปฏิบัติได้เป็นกฎ 5 ข้อ ของวิธีคิดเชิงระบบหรือการคิดแบบองค์รวม ดังนี้

1. การคิดเชิงระบบ คือการคิดเชิงเครือข่าย (Networks) สามารถนำองค์ประกอบของระบบต่าง ๆ มาเชื่อมโยงปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันได้ การเชื่อมโยงเครือข่ายของระบบนั้นเป็นคุณสมบัติของระบบที่มีชีวิต ซึ่งทำให้เกิดความสัมพันธ์แบบเครือข่าย การคิดเชิงระบบจึงต้องมองเห็นถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันภายในระบบนั้น

2. ระบบต่าง ๆ จะซ้อนกันในระบบใหญ่ยังมีระบบย่อยลงมาเป็นชั้น จะเห็นได้ว่าระบบซ้อนระบบนั้นมีความเชื่อมโยงกันหมด การที่จะเข้าใจสิ่งใดได้จึงต้องเห็นความเชื่อมโยงนั้น นอกจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงแล้ว ระบบยังมีการซ้อนกันเป็นชั้นและเชื่อมโยงต่อกัน สามารถส่งผลกระทบถึงกันหมด เพียงจะกระทบมากหรือน้อยไม่เท่าเทียมกัน

3. การคิดเชิงระบบ คือการคิดแบบสัมพันธ์กับบริบท คิดถึงสัมพันธ์ภาพระหว่างตัวเรากับระบบสิ่งแวดล้อมต้องทำความเข้าใจกับสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบสิ่งนี้ เพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์คุณสมบัติของสิ่งนั้นหรือระบบนั้นได้อย่างถูกต้อง การวิเคราะห์คุณสมบัติของบริบท

ก็เพื่อให้เข้าใจระบบทั้งหมด แต่เลือกวิเคราะห์ว่าบริบทไหนจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ แล้วตัดบริบทที่ไม่จำเป็นออกไปบ้าง เพื่อให้ขอบเขตการวิเคราะห์นั้นชัดเจนขึ้น

4. การคิดเชิงระบบจะต้องจับความสัมพันธ์หรือการปฏิสัมพันธ์ให้ได้ หัวใจอยู่ที่การเชื่อมความสัมพันธ์ป้อนกลับ (Feedback) ระหว่างองค์ประกอบหรือส่วนต่าง ๆ เส้นแห่งความสัมพันธ์สำคัญมาก เพราะหากเป็นวิธีคิดแบบกลไกหรือคิดแบบแยกส่วนจะทำให้มองเป็นปัญหาคือปัญหาแล้วแก้ให้ตรงจุด เช่น ถ้าจะแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์ วิธีคิดแบบกลไกก็จะแก้ที่คอมพิวเตอร์ คือการมองไปที่เส้นความสัมพันธ์ พบว่ามีเรื่องวัฒนธรรมถูกทำลาย คนหันไปหาวัฒนธรรมใหม่ ซึ่งนำไปสู่การทำลายสิ่งแวดล้อมและนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ลดลงทำให้คนทำมาหากินลำบากขึ้น สิ่งตามมาคือปัญหาสังคมและปัญหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามีไม่พอ การแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการทำให้คนมีการศึกษามากขึ้น แก้เรื่องระบบนิเวศไม่ให้ถูกทำลายซึ่งสำคัญมาก การมองต้องมองเห็นเส้นทางความสัมพันธ์นี้ว่ามีความสำคัญมากกว่าตัวปัญหาเอง

5. วิธีคิดเชิงระบบ คือการคิดอย่างเป็นกระบวนการระบบที่มีชีวิตจะมีการเคลื่อนไหวไม่หยุดนิ่ง มีการเติบโต มีพัฒนาการ มีวิวัฒนาการ โครงสร้างของระบบที่มีชีวิตจึงไม่เคยแยกออกจากกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการพัฒนา กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการเติบโต กระบวนการเป็นหลักเกณฑ์สำคัญของการอธิบายระบบ กระบวนการระบบนั้นอยู่ในกิจกรรมของระบบ อยู่ในองค์ประกอบของระบบ ดังนั้นกระบวนการจึงช่วยให้การเชื่อมโยงของส่วนประกอบต่าง ๆ ต่อเนื่องกันจากกันไม่ได้ และกระบวนการเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เราเข้าใจระบบมากขึ้นได้

คุณสมบัติของวิธีคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) มีวิธี ดังนี้

1. ระบบเปิด โดยเฉพาะระบบที่มีชีวิตเป็นองค์รวมของส่วนประกอบต่าง ๆ คุณสมบัติของระบบนั้นที่แสดงคุณภาพหรือคุณลักษณะรวม ไม่สามารถจะยกหรือแยกส่วน (Reduction) ไปสู่ชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบแต่ละชิ้นได้

2. ระบบต่าง ๆ จะซ้อนกันเป็นลำดับจากระบบใหญ่มาเป็นระบบย่อย จากระบบย่อยมาสู่ระบบเล็กเรื่อยไป

3. วิธีคิดเชิงระบบ เป็นวิธีคิดที่เชื่อมโยงกับบริบท (Context) หรือสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบสิ่งนั้น เราจะไม่สามารถเข้าใจหรือวิเคราะห์คุณสมบัติของสิ่งนั้นหรือระบบนั้นได้อย่างถูกต้อง ถ้าไม่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับบริบทรอบตัวระบบนั้น แต่ขณะเดียวกันก็มีการขีดเส้นแบ่งระหว่างระบบและบริบทด้วย

4. เป็นวิธีคิดที่เป็นเครือข่ายของความสัมพันธ์เชื่อมโยง ไม่ได้้อยู่อย่างโดด ๆ แยกส่วน และหัวใจอยู่ที่การเชื่อมสัมพันธ์ย้อนกลับ (Feedback) ระหว่างองค์ประกอบหรือส่วนต่าง ๆ

5. วิธีคิดเชิงระบบ คือการคิดอย่างเป็นกระบวนการ (System Thinking is a Process of Thinking)

ประจักษ์ ปฏิทัศน์ (2562, น. 5) ได้กล่าวถึงทฤษฎีระบบว่า หมายถึง แนวคิดหรือกฎที่เป็นศาสตร์ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวมทั้งหมด (Whole) โดยเชื่อว่าระบบต่าง ๆ เกิดขึ้นจากองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไป องค์ประกอบแต่ละส่วนมีคุณสมบัติ เป้าหมาย พฤติกรรม และหน้าที่ของตนเอง การมีความสัมพันธ์ การปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และกันระหว่างองค์ประกอบทั้งหมด เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะองค์รวมทั้งหมดของระบบ สภาวะองค์รวมทั้งหมดมีคุณสมบัติ มีเป้าหมาย มีพฤติกรรม และหน้าที่ที่แตกต่างไปจากคุณสมบัติ เป้าหมาย พฤติกรรม และหน้าที่ขององค์ประกอบแต่ละส่วนที่มีในระบบทั้งหมด

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เป็นวิธีคิดแบบองค์รวมเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นลำดับขั้นและอย่างครบถ้วน ซึ่งเป็นกรอบสำหรับการมองความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันมากกว่าจะเป็นการมองเป็นเหตุเป็นผลกันในแนวคิดรวมถึงการมองถึงโครงสร้างที่อยู่ภายใต้เรื่องนั้น ๆ ซึ่งไม่ใช่เหตุการณ์ทั่วไป ตลอดจนการมองแบบแผนของการเปลี่ยนแปลงมากกว่าดูที่เฉพาะภาพสุดท้ายของเรื่องนั้น เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ของการคิดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.3.3 กระบวนการคิดเชิงระบบ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงระบบไว้ ดังนี้

มนตรี แยมกลีกร (2546, น. 34-37) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงระบบภาคปฏิบัติการ ดังนี้

1. จัดระเบียบปัญหา (Formulating the Problem) ขั้นแรกของการคิดเชิงระบบ จำเป็นต้องกำหนดปัญหาและจัดระเบียบความคิดเกี่ยวกับปัญหาให้มีความชัดเจนก่อน การระดมสมองกับบุคคลที่มีประสบการณ์หรือความเข้าใจสัมผัสกับปัญหานั้น ๆ มาหรืออีกลักษณะหนึ่งคือพิจารณาในทำนองเดียวกันเป็นเชิงเปรียบเทียบปัญหาเพื่อพิจารณาความแตกต่างที่อาจจะเกิดขึ้นจากมุมมองที่ต่างกัน การจัดระเบียบความคิดเกี่ยวกับปัญหาควรกระทำโดยกลุ่ม และต้องพยายามมีการแลกเปลี่ยนมุมมองตลอดจนทบทวนปัญหาหลาย ๆ ครั้ง จนปัญหามีความชัดเจนจริง ๆ

2. ระบุตัวแปร (Identifying Variables) หลังจากที่ได้กำหนดปัญหาชัดเจน ขั้นต่อไปคือการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและควรเป็นตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญต่อปัญหานั้นจริง ๆ แนวทางการระบุตัวแปร มีดังนี้

- 2.1 เขียนรายการตัวแปรที่มีความเป็นไปได้ในเบื้องต้นลงไปก่อน โดยเขียนทั้งตัวแปรที่เป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

- 2.2 พิจารณารวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้มีความสมเหตุสมผลรัดกุมมากขึ้น

- 2.3 ลักษณะของตัวแปรที่จะระบุจะต้องเป็นชื่อที่มีความชัดเจนตรงไปตรงมา โดยตัวแปรที่จะระบุจะต้องเป็นคำนามหรือกลุ่มของคำนาม จะไม่ระบุคำที่เป็นกริยาหรือกลุ่มของคำกริยามาเป็นตัวแปรและคำที่ใช้เป็นคำที่มีลักษณะกลาง (Neutral) หรือคำที่มีลักษณะเชิงบวก

(Positive Term) นอกจากนั้นตัวแปรอาจเป็นทั้งตัวแปรที่ระบุจำนวนที่เป็นรูปธรรมได้ชัดเจน และตัวแปรที่อาจสัมผัสไม่ได้ เช่น ขวัญ ความพึงพอใจ เป็นต้น

3. เขียนกราฟแสดงพฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง (Drawing Behavior Over Time Graphs) หลังจากที่มีการระบุปัญหาได้อย่างชัดเจน มีการระบุตัวแปรแล้วขั้นต่อไปคือการพิจารณาเขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อให้มองเห็นทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยให้เส้นกราฟแนวนอนเป็นมิติของเวลา จากนั้นร่างเส้นกราฟแล้วพิจารณาความสัมพันธ์ของเส้นกราฟในแต่ละตัวแปรว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง ลักษณะของการเลือกกำหนดเวลาของปัญหาที่จะนำข้อมูลของแต่ละตัวแปรมาเขียนกราฟ มีข้อพึงปฏิบัติคือจะต้องนำข้อมูลตั้งแต่ข้อมูลที่เป็นจุดเริ่มต้นของปัญหา (Earliest) ข้อมูลก่อนหน้าจุดปัจจุบัน (Earlier) ข้อมูล ณ ปัจจุบัน (Now) และข้อมูลที่ทำนายหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (Future)

4. สร้างแผนภาพวงจรสาเหตุ (Building Causal Loop Diagrams) เมื่อสร้างกราฟแสดงรูปแบบพฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลาได้แล้วภารกิจขั้นต่อไป คือการเขียนตัวแทนโครงสร้างระบบด้วยการใช้แผนภาพแทนความคิด (Causal Loop Diagrams : CLD) ซึ่งแผนภาพดังกล่าวจะทำให้มองเห็นความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อาจจะเกิดขึ้นได้ลักษณะโครงสร้างของแผนภาพวงจรสาเหตุมีองค์ประกอบที่รวมกันอยู่ในหลายลักษณะ คือจะมีวงจรข้อมูลย้อนกลับหนึ่งวงจรหรือมากกว่าเป็นกระบวนการเสริม (Reinforcing Process) หรือเป็นกระบวนการสมดุล (Balancing Process) จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเหตุและผลที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือเป็นกระบวนการถ่วงเวลา (Delays)

มานะ ศรีสุวรรณ (2549, น. 132) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงระบบ จะต้องโยงความสำคัญไปยังการสันนิษฐานเบื้องต้นว่าคิดอย่างไรและแก้ปัญหาได้อย่างไร การตัดสินใจจะดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการที่สร้างขึ้นมา ฉะนั้นจึงพร้อมที่จะสำรวจความคิดของตนด้วยตัวเองเพื่อที่จะนำความคิดเชิงระบบมาใช้ใน 4 ลักษณะ กล่าวคือ

1. เพื่อแก้ปัญหาโดยตรง ซึ่งมิใช่เพียงการแก้ปัญหาเท่านั้น หากแต่ยังลบความคิดที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อไปอีกด้วย ความคิดเชิงระบบนั้นเป็นสิ่งที่มากกว่าการคิดในแนวข้าง (Lateral Thinking) เพราะหมายถึงการคิดทั้งแนวตั้งแนวนอนเชิงลึก และการคิดเป็นวงกลมอีกด้วย
2. เพื่อท้าทายและตรวจสอบวิธีการคิดที่เป็นอยู่
3. เพื่อเป็นการตระหนักว่าความคิดของคนเราจริง ๆ แล้วนั้นก็เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาที่เผชิญปัญหาไม่ใช่สิ่งที่อยู่อย่างใดก็อยู่อย่างนั้น หากแต่เป็นสิ่งที่ได้รับการรังสรรค์รวมขึ้นมา กับสถานการณ์หนึ่ง ๆ รวมถึงความคิดว่าคิดอย่างไรกับเหตุการณ์นั้น ๆ โอนส์ไตน์เคยกล่าวไว้ว่า “เราเป็นส่วนประกอบหนึ่งในปัญหาของเราและเราก็ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยระดับความคิดเดียวกับระดับที่สร้างปัญหานั้นขึ้นมา”

4. สามารถที่จะมองความเชื่อและวิถีที่จะปฏิบัติได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นด้วยการปรับเอาความคิดเชิงระบบเข้ามาสู่ระบบความคิดของตัวเอง เพราะในตัวความเชื่อนั้นก็ถือว่าเป็นระบบอย่างหนึ่งเช่นกัน

มกราพันธ์ จุฑะรสก (2551, น. 38) ได้เสนอไว้ว่า ก่อนที่จะตอบคำถามจะคิดเป็นระบบได้อย่างไร ต้องเข้าใจกระบวนการพื้นฐาน โดยตอบคำถามว่าระบบคืออะไร การที่จะเข้าใจคุณสมบัติของความเป็นระบบ ต้องตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ชัดเจน คือสิ่งที่เราเห็นเป็นกองหรือเป็นระบบ หลักการพิจารณา คือ

1. กอง กับ ระบบ ประกอบด้วยสองส่วนหรือมากกว่าเสมอ แต่ความเป็นกอง เช่น กองข้าวสาร ไม่ว่าจะเอาออกหรือเพิ่มเข้าไปก็ไม่มีเปลี่ยนแปลงในทางคุณภาพ แต่หากเป็นระบบ หากเราเอาบางส่วนออกไปมันจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เอาแบตเตอรี่ออกจากรถยนต์ รถยนต์ไม่สามารถขับได้ ระบบร่างกาย หากทำถูกตัดออกไปจากขา เท้านั้นก็ยอมเดินไม่ได้

2. ความเป็นองค์รวมเหนือกว่าความเป็นผลรวม ผลรวมหมายถึงคุณสมบัติของ ระบบรวมหรือคุณภาพของระบบใหญ่ แตกต่างไปจากคุณสมบัติของส่วนย่อย การวัดคุณภาพ ของระบบใหญ่ ไม่ได้วัดจากปริมาณของส่วนย่อยที่เพิ่มเข้าไป เช่น คุณสมบัติของวงดนตรี การบรรเลงได้ เพราะไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนนักดนตรีในวงมาก แต่ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ควบคุมวงประสานกันกับนักดนตรีและระหว่างนักดนตรีด้วยกันเอง

3. จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของระบบคืออะไร ระบบต่าง ๆ ล้วนมีจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของตนในความสัมพันธ์กับระบบใหญ่ที่ตนเป็นส่วนหนึ่ง เช่น ในระบบต่าง ๆ มีระบบครอบครัว อยู่ในระบบชุมชน อยู่ในระบบสังคม เป็นต้น

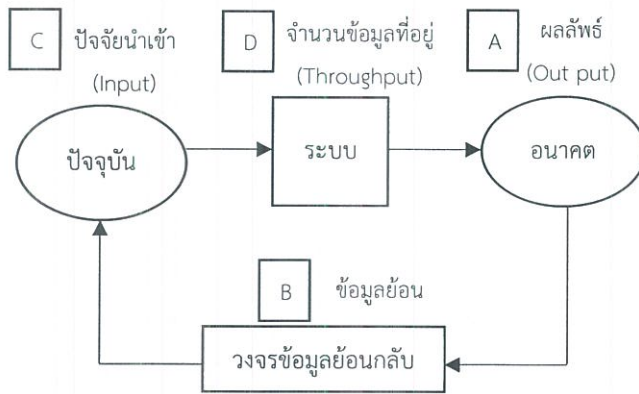
4. นักคิดเชิงระบบ (System Thinker) จะมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นวงจรที่สามารถวกกลับมาหากันได้ (Feedback)

5. คำถามที่ต้องหาคำตอบเสมอ คือสิ่งที่เราประสบนั้นจะเกิดครั้งเดียวหรือพฤติกรรมของระบบจะทำให้เราเข้าใจว่าความเป็นระบบเกี่ยวข้องกันทั้งหมด เช่น ระบบราชการ มีการขึ้นต่อกันและกัน การทำงานจะได้ผลต้องร่วมกันทำตามเป้าหมายที่กำหนด แต่การเรียนรู้วิธีคิดเชิงระบบ ต้องสนใจภาษาที่สื่อออกมา ดังนั้นพฤติกรรมของระบบมิใช่เหตุที่เกิดครั้งเดียวเพราะมีความเกี่ยวเนื่องของระบบย่อย

Anderson and Johnson (1997, pp. 37-76) ได้นำเสนอกระบวนการทำงานเชิงระบบ ดังนี้

1. จัดระเบียบแก่นของปัญหาให้มีความชัดเจน
2. บรรยายเรื่องราวพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น
3. เลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา
4. กำหนดชื่อตัวแปรให้ชัด โดยต้องไม่สับสนว่าใช้คำนามหรือกลุ่มของคำนามเป็นตัวแสดงตัวแปร
5. เขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง

6. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อาจจะมีความเกี่ยวพันกัน ดังวงจรการคิดเชิงระบบของศูนย์ยุทธศาสตร์การจัดการ (Centre for Strategic Management, 1999, p. 46)



ภาพที่ 2.22 แสดงวงจรการคิดเชิงระบบ. ปรับปรุงจาก *Systems Thinking Basics: From Concepts to Causal Loop* (pp. 37-76), From Anderson, V., and Johnson, L., 1997, Waltham: Pegasus Communication.

Sweeney (1999, p. 1) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงระบบเป็นแขนงวิชาที่มองปัญหาแบบองค์รวม และทำความเข้าใจกับการสร้างสรรค์รูปแบบระบบและเหตุการณ์รอบตัว การคิดเชิงระบบยังเสนอกรอบการทำงานสำหรับการมองปัญหา การตั้งคำถามและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เพราะการคิดเชิงระบบใช้เครื่องมือที่ทรงพลังในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา แต่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างมาก

Senge (2000, p. 79) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงระบบ มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละคนในการมองระบบ ได้แก่ การคิดเชิงระบบแนวกว้าง (System-Wide Thinking) การคิดเชิงระบบเปิด (Open Systems Thinking) การคิดเชิงระบบของมนุษย์ (Human Systems Thinking) การคิดเชิงระบบเพื่อการดำรงชีวิต (living Systems Thinking) การคิดเชิงระบบที่เกี่ยวข้องกับการย้อนกลับ (Feedback-Related Systems Thinking) กระบวนการคิดเชิงระบบ (Process Systems Thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ปรับระบบรูปแบบการคิดที่มององค์กรเป็นแหล่งข้อมูล โดยการศึกษาโครงสร้างการสื่อสารที่แท้จริงและรูปแบบพฤติกรรมที่ควรเปลี่ยนแปลงขององค์กร

Richmond (2000, p. 4) ได้เสนอไว้ว่า วิธีการคิดเชิงระบบที่จะนำไปสู่การปฏิบัติ มีกระบวนการที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุประเด็นปัญหาให้ชัดเจนหรือการนิยามปัญหาให้เด่นชัดว่าปัญหาคืออะไร (Specify Problem/Issue)
2. การกำหนดสมมติฐานหรือสร้างแบบจำลอง (Construct Hypothesis or Model)
3. การทดสอบสมมติฐานหรือทดสอบแบบจำลอง (Test Hypothesis or Model)
4. การปฏิบัติการเพื่อนำการเปลี่ยนแปลงหรือสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจ (Implement Change/Communicate Understanding)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ 2.23 ลำดับขั้นกระบวนการคิดเชิงระบบ. ปรับปรุงจาก *Systems Thinking Basics*:

From Concepts to Causal Loop (น.37-76), โดย Anderson, V., and Johnson, L., 1997, Waltham: Pegasus Communication.

จากการศึกษากระบวนการคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การคิดเชิงระบบเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กับความคิดหลายแบบ เช่น การคิดขั้นสูง การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงเหตุผล เป็นต้น ความคิดต่าง ๆ มารวมในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงส่วนประกอบย่อย ๆ อย่างสัมพันธ์กันเป็นขั้นตอน มองเห็นภาพรวมของปัญหาทั้งหมดได้ นอกจากนั้นการคิดเชิงระบบทำให้เป็นคนตัดสินใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีสติ รอบคอบ มีระเบียบ มีการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน เป็นการป้องกันการล้มเหลวของการทำงานและทำให้งานประสบความสำเร็จภายใต้การคิดเชิงระบบ

2.3.4 การวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบ

การวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบ เป็นการกำหนดเกณฑ์หรือแนวทางในการวัดความสามารถที่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางและเกณฑ์การให้คะแนนจากพฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการคิดเชิงระบบจากผลงานการวิจัยทางการคิดเชิงระบบของนักการศึกษา ดังนี้

มนตรี แยมกลีกร (2546, น. 197-199) ได้กำหนดการประเมินกระบวนการคิดเชิงระบบ โดยใช้แบบตรวจวัดกระบวนการคิดเชิงระบบและกำหนดระดับการให้คะแนน 3 ระดับ (Rubric Score) ดังนี้

- 1 หมายถึง แสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้เล็กน้อย
- 2 หมายถึง แสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้ในระดับปานกลางหรือระดับผ่าน
- 3 หมายถึง แสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้ในระดับมากหรือระดับดี

โดยกำหนดพฤติกรรมที่สะท้อนถึงกระบวนการคิดเชิงระบบ ดังนี้

1. สังเคราะห์สถานการณ์
 - 1.1 แนวทางในการตอบมีประเด็นถูกต้องเหมาะสมตามประเด็น 80 %
 - 1.2 แนวทางในการตอบมีประเด็นถูกต้องเหมาะสมตามประเด็น 50 %
 - 1.3 แนวทางในการตอบมีประเด็นถูกต้องเหมาะสมน้อยกว่า 50 %
2. การจัดระเบียบความคิด
 - 2.1 มีวิธีการจัดแบ่ง แยกแยะ จัดกลุ่ม เรียงลำดับองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างชัดเจน
 - 2.2 มีวิธีการจัดแบ่ง แยกแยะ จัดกลุ่ม เรียงลำดับองค์ประกอบต่าง ๆ มีความชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมีบางส่วนขาดความชัดเจน
 - 2.3 ขาดแหล่งอ้างอิง ข้อมูลขาดความสมบูรณ์เป็นส่วนใหญ่
3. ความสมเหตุสมผลของการคิด
 - 3.1 มีความสมเหตุสมผลระหว่างเหตุกับผลในทุกกรณี
 - 3.2 มีความสมเหตุสมผลระหว่างเหตุกับผลบางกรณี (เป็นส่วนน้อย) ที่ยังขาดความชัดเจน
 - 3.3 ขาดความสมเหตุสมผลระหว่างเหตุกับผลในทุกกรณีหรือเป็นส่วนใหญ่
4. เป้าหมายของการคิด
 - 4.1 ประเด็นเนื้อหาของการคิดมีทิศทางที่ชัดเจน
 - 4.2 ประเด็นเนื้อหาของการคิดมีทิศทางบ้าง แต่ยังมีบางประเด็นที่ขาด
 - 4.3 ประเด็นเนื้อหาของการคิดยังไม่มีทิศทางสับสน

5. ความต่อเนื่องของความคิด

5.1 การเชื่อมโยงประเด็นย่อยเข้าด้วยกันเป็นวงจรต่อเนื่องครบวงจรกลมกลืน เป็นอย่างดีชัดเจน

5.2 การเชื่อมโยงประเด็นย่อยเข้าด้วยกันเป็นวงจรต่อเนื่องครบวงจรยังขาดความกลมกลืน หรือยังขาดความชัดเจนเป็นบางส่วน

5.3 การเชื่อมโยงประเด็นย่อยเข้าด้วยกัน ยังไม่เป็นวงจรต่อเนื่องครบวงจรและ/หรือ ยังขาดความกลมกลืนและขาดความชัดเจน

6. การระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในวงจรสาเหตุ

6.1 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ถูกต้องทั้งหมด

6.2 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผิดพลาดเป็นบางส่วนน้อย

6.3 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผิดพลาดเป็นส่วนใหญ่

7. ระบุลักษณะวงจรสาเหตุ

7.1 ระบุวงจรสาเหตุถูกต้องทั้งหมด

7.2 ระบุวงจรสาเหตุถูกต้อง แต่ไม่ทั้งหมดหรือไม่ระบุเลย

7.3 ระบุวงจรสาเหตุผิดหรือไม่ระบุเลย

8. การออกแบบโครงสร้างวงจรสัมพันธ์

8.1 วงจรสัมพันธ์สามารถสื่อสารความคิด เข้าใจง่าย โครงสร้างถูกต้อง

8.2 วงจรสัมพันธ์สามารถสื่อสารความคิด เข้าใจยาก โครงสร้างบางส่วนแสดงความสัมพันธ์

ไม่ถูกต้อง

8.3 วงจรสัมพันธ์สามารถสื่อสารความคิด ไม่สามารถสื่อสารความคิดได้ โครงสร้าง ผิดหมดหรือเป็นส่วนใหญ่

มกราพันธ์ จูฑะรสก (2551, น. 38) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดการคิดเชิงระบบนิยมใช้แบบทดสอบ เช่น วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการพื้นฐานของการคิดอย่างเป็นระบบ วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก วัดการคิดเชิงระบบด้วยกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล วัดการคิดเชิงระบบด้วยการป้อนกลับของเรื่องราว ซึ่งแต่ละแบบมีรายละเอียด ดังนี้

1. การวัดการวิเคราะห์ระบบในแนวลึก จะพิจารณาระบบใดระบบหนึ่งทั้งระบบที่มีส่วนประกอบที่เป็นระบบย่อยซ้อนกันอยู่ เพื่อให้เห็นระดับในแนวลึกของระบบ (Senge, 1993, p. 112) ดังต่อไปนี้

1.1 ระดับปรากฏการณ์ เหตุการณ์ที่ปรากฏในสังคมปัจจุบัน เช่น เหตุการณ์ความไม่สงบในภาคใต้ช่วงปีใหม่หรือช่วงสงกรานต์ เหตุการณ์ที่ปรากฏคืออุบัติเหตุรถชน เป็นต้น

1.2 ระดับแนวโน้มน้ำและแบบแผน แบบแผนพฤติกรรมของเหตุการณ์ คือสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าหากแบบแผนเป็นเช่นนี้ ปรากฏการณ์จะเป็นเช่นไร แบบแผนจึงเหมือนการไหลของน้ำจะเห็นว่าบางช่วงแม่น้ำจะไหลวนหรือเปลี่ยนทิศทางได้เพราะมีหินหรือสิ่งกีดขวางอยู่ใต้น้ำมาปรับเปลี่ยนทางเดินของน้ำ หินใต้น้ำจึงเปรียบเสมือนโครงสร้างซึ่งอยู่ในระดับถัดไป ส่วนแบบแผน การไหลของน้ำก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้างนี้ ทำให้เราเห็นการไหลของน้ำว่ามีทั้งไหลเชี่ยวและไหลเรื่อย หรือววนเป็นบางช่วง การสังเกตแบบแผนของเหตุการณ์อีกอย่างหนึ่ง เช่น การจذبบันทึกสถิติต่าง ๆ ของบุคลากรทางการแพทย์ และพยาบาล ความถี่ของการป่วยของโรคต่าง ๆ หรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ในแต่ละช่วงเวลา สถิติเหล่านี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคตเพื่อที่จะวางแผนรองรับได้ ซึ่งเป็นการนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงรุก

1.3 ระบบโครงสร้าง จากการอธิบายแบบแผนการไหลของน้ำเกิดจากโครงสร้างใต้น้ำ คือ หินความลาดชัน ความขรุขระ พื้นดินใต้น้ำ รวมไปถึงสิ่งที่เป็นกรอบกำหนดความคดเคี้ยว ดังนั้นโครงสร้างจึงเป็นตัวกำหนดแบบแผนพฤติกรรม และสิ่งที่แสดงออกมาให้เห็น เช่น การพุดถึงโครงสร้างของระบบราชการทำให้ข้าราชการทำงานไม่เต็มศักยภาพ อาจจะเป็นเพราะการทำงานภายใต้โครงสร้างที่มีกฎระเบียบมากมาย ไม่ยืดหยุ่น หรืออาจซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม บางหน่วยงานโครงสร้างที่ดูภายนอกแล้วเหมือนกัน แต่ภายในอาจยืดหยุ่นต่างกัน

1.4 ระดับภาพจำลองความคิด วิธีคิดหรือแบบจำลองความคิด เกิดจากสัมชานหรือโครงสร้างเป็นการเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ จากนั้นหล่อหลอมออกมาเป็นวิธีคิด เป็นเรื่องของความเชื่อ นิสัย และพฤติกรรมของบุคคล วิธีคิดของคนก็มีผลต่อโครงสร้างเช่นเดียวกัน

2. กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล เป็นหลักการสำคัญของวิธีคิดอย่างเป็นระบบ คือความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบในระบบนั้น พิจารณาว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร ซึ่งความเชื่อมโยง เรียกว่าเส้นสัมพันธ์ คำถามที่จะต้องตอบว่าส่วนประกอบของแต่ละองค์ประกอบนั้น ๆ เชื่อมโยงกันได้อย่างไร นักเรียนจะต้องเรียนรู้ในเชิงของระบบ (Learning as System) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงตนเอง อาศัยความรู้และประสบการณ์ ซึ่งนักเรียนจะต้องพิจารณาตนเองว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร เรียนรู้อะไร และครูจะรู้ได้อย่างไรว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล ดังนั้นเส้นสัมพันธ์จะต้องถูกนำมาใช้เพื่อให้ทั้งครูและนักเรียนได้เรียนรู้ความคิดของกันและกัน โดยใช้ความเป็นเหตุและเป็นผล เพราะวิธีคิดอย่างเป็นระบบจะไม่มองข้ามความเป็นเหตุเป็นผล ไม่สนับสนุนให้เชื่อโดยไม่มีเหตุผลและเชื่อเพียงปรากฏการณ์ที่เห็น แต่สอนให้เข้าใจกับระบบด้วยเหตุและผล (ปิยนถ ประยูร, 2548, น. 71)

3. การป้อนกลับของเรื่องราว เป็นการตอบสนองจากผลของการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นการเชื่อมต่อ 2 ทาง (Two Way Link) การป้อนกลับเป็นแบบวงจรการคิดในลักษณะที่มีการป้อนกลับจึงเป็นเหมือนการคิดเป็นแบบวงกลม (Thinking in Circles) การค้นพบวงจรป้อนกลับ (Feedback Loop) ซึ่งเป็นแนวคิด Cybernetics เกี่ยวกับการเชื่อมโยงของระบบในลักษณะ

ที่แต่ละองค์ประกอบส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบถัดไปจนกระทั่งถึงองค์ประกอบสุดท้าย ป้อน ผลกระทบ กลับ มาถึงองค์ประกอบแรกของระบบ เรียกว่าการป้อนกลับ เช่น สื่อมวลชน เมื่อสื่อสารไปยังผู้รับสารแล้วจะมีการป้อนกลับ จากผู้รับสารว่าเป็นอย่างไร การป้อนกลับซึ่งเป็นการสื่อสาร 2 ทาง ในกระบวนการเรียนรู้ระหว่างครูและนักเรียนก็เช่นกัน เมื่อครูได้บรรยายเนื้อหาให้กับนักเรียนแล้วจำเป็นต้องให้นักเรียนป้อนกลับมามีความคิดเห็นอย่างไร การให้ข้อมูลป้อนกลับจะช่วยประเมินการคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี แต่ในสังคมไทยมักจะมีปัญหาในการกล้าแสดงความคิดเห็นของนักเรียน ดังนั้นครูควรกระตุ้น สร้างบรรยากาศที่เป็นมิตรเพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และบอกกับนักเรียนเสมอว่าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว (ปิยนาด ประยูร, 2548, น. 80) ดังนี้

3.1. วงจรป้อนกลับ (Feedback Loop) วงจรป้อนกลับ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหรือระหว่างสิ่งต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นทางเดียว (One Way) เพียงแต่การป้อนกลับไม่ได้ป้อนกลับอย่างเฉียบพลัน แต่อาจเป็นการป้อนกลับแบบเงียบ ๆ แล้วผลของการป้อนกลับก็จะมีผลแตกต่างกัน คำวิจารณ์ใด ๆ ที่มีอยู่ประจำในชีวิตนั้นจริง ๆ แล้วก็คือข้อมูลที่อยู่ในกระบวนการของการป้อนกลับ

3.2 การป้อนกลับแบบเพิ่มกำลังทวีคูณ (Reinforcing Feedback) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการป้อนกลับของระบบได้เพิ่มขยายมากกว่าตอนต้น การขยายกำลังออกไปในทิศทางเดียวกันยังมีการป้อนกลับมากขึ้นเท่าใดก็ทำให้ยิ่งขยายกำลังไปเรื่อย ๆ

3.3 การป้อนกลับแบบสมดุล (Balancing Feedback) เป็นการป้อนกลับตรงกันข้ามกับการป้อนกลับแบบเพิ่มกำลังทวีคูณ เพราะจะไม่ทำให้เกิดการบานปลาย แต่จะทำให้ผลกระทบน้อยลงและกลับคืนสู่สมดุลหรือเป็นการป้อนกลับแบบสมดุล

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2553, น. 206-210) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในกระบวนการคิดเชิงระบบไว้ ดังนี้

1. ระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 ระบุตัวแปรที่มีลักษณะเป็นคำถามถูกต้อง ชัดเจนครบทุกตัวแปรที่กำหนดได้ 4 คะแนน
 - 1.2 ระบุตัวแปรที่มีลักษณะเป็นคำถามถูกต้องมากกว่าครึ่งหนึ่ง และยังมีบางตัวแปรกำหนดผิด ไม่มีลักษณะเป็นตัวแปร ได้ 3 คะแนน
 - 1.3 ระบุตัวแปรไม่ถูกต้องเลยหรือผิดเป็นส่วนมาก ได้ 2 คะแนน
 - 1.4 ไม่มีการระบุตัวแปรและผิดเป็นส่วนมาก ได้ 1 คะแนน
2. เขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลา

2.1 เขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลาได้ครบทุกตัวแปรและมีความสมเหตุสมผลเป็นไปได้อย่างสอดคล้องกับบริบทของเรื่องนั้น ได้ 4 คะแนน

2.2 เขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลาได้ไม่ครบทุกตัวแปร แต่ความสัมพันธ์ที่กำหนดไม่ถูกต้อง ขาดความสมเหตุสมผล เป็นไปไม่ได้หรือไม่สอดคล้องกับบริบทของเรื่องนั้น ได้ 3 คะแนน

2.3 เขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลาได้ แต่ขาดความสมเหตุสมผล ไม่เหมาะสมกับบริบทของเรื่องนั้นเป็นส่วนมาก ได้ 2 คะแนน

2.4 เขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลาไม่ได้เลย หรือเขียนได้แต่ไม่ถูกต้องขาดความสมเหตุสมผล ไม่เหมาะสมกับบริบท ได้ 1 คะแนน

3. การใช้ตัวแปรสร้างแผนภาพวงจรสาเหตุ (Causal Loop Diagram: CLD)

3.1 สร้างแผนภาพวงจรสาเหตุโดยใช้ตัวแปรที่ระบุได้ครบถ้วน และ/หรือเพิ่มเติมอย่างสมเหตุสมผล ได้ 3 คะแนน

3.2 สร้างแผนภาพวงจรสาเหตุโดยใช้ตัวแปรที่ระบุได้ไม่ครบถ้วนและ/หรือเพิ่มเติมอย่างไม่สมเหตุสมผล ได้ 2 คะแนน

3.3 สร้างแผนภาพวงจรสาเหตุโดยไม่ใช้ตัวแปรที่ระบุไว้เลยหรือใช้น้อยมาก ได้ 1 คะแนน

4. การระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในวงจรสาเหตุ

4.1 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ถูกต้องทั้งหมด ได้ 4 คะแนน

4.2 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผิดพลาดเป็นส่วนน้อย ได้ 3 คะแนน

4.3 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผิดพลาดเป็นส่วนมาก ได้ 2 คะแนน

4.4 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

5. การระบุลักษณะวงจรสาเหตุ

5.1 ระบุวงจรสาเหตุถูกต้องทั้งหมด ได้ 2 คะแนน

5.2 ระบุวงจรสาเหตุผิดหรือไม่ถูกต้องเลย ได้ 1 คะแนน

6. การออกแบบโครงสร้างวงจรความสัมพันธ์

6.1 วงจรความสัมพันธ์สามารถสื่อสารความคิดเข้าใจง่าย โครงสร้างถูกต้อง ได้ 3 คะแนน

6.2 วงจรความสัมพันธ์สามารถสื่อสารความคิดเข้าใจยาก โครงสร้างบางส่วนแสดงความสัมพันธ์ไม่ถูกต้อง ได้ 2 คะแนน

6.3 วงจรความสัมพันธ์สามารถสื่อสารความคิด ไม่สามารถสื่อความคิดได้โครงสร้างผิดพลาดหรือเป็นส่วนใหญ่ ได้ 1 คะแนน

7. การวางแผนนำเสนอผลการคิดต่อที่ประชุมกลุ่ม

7.1 กำหนดขั้นตอนการนำเสนอที่สามารถเข้าใจและยอมรับได้ ได้ 3 คะแนน

- 7.2 กำหนดขั้นตอนการนำเสนอที่ไม่ชัดเจน ได้ 2 คะแนน
- 7.3 ไม่สามารถจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอของตนเองได้ชัดเจน ได้ 1 คะแนน
8. จัดเตรียมสื่อและสิ่งจำเป็นต่อการนำเสนอ
- 8.1 จัดเตรียมสื่อและสิ่งจำเป็นต่อการนำเสนอครบถ้วน ได้ 3 คะแนน
- 8.2 จัดเตรียมสื่อและสิ่งจำเป็นต่อการนำเสนอไม่ครบ ได้ 2 คะแนน
- 8.3 ไม่มีการจัดเตรียมสื่อและสิ่งจำเป็นต่อการนำเสนอ ได้ 1 คะแนน
9. ปฏิบัติตามขั้นตอนการนำเสนอที่วางแผนไว้
- 9.1 ปฏิบัติตามขั้นตอนการนำเสนอที่วางแผนไว้ทุกขั้นตอน ได้ 3 คะแนน
- 9.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้บางขั้นตอน แต่เป็นส่วนใหญ่ (\geq ร้อยละ 70) ได้ 2 คะแนน
- 9.3 ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ หรือปฏิบัติเป็นส่วนน้อย (ไม่ถึงร้อยละ 30) ได้ 1 คะแนน
10. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มย่อย
- 10.1 มีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อนมากกว่าร้อยละ 80 ที่มีการนำเสนอ ได้ 3 คะแนน
- 10.2 มีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีการนำเสนอ ได้ 2 คะแนน
- 10.3 ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อนหรือมีส่วนร่วมน้อยกว่าร้อยละ 50 ที่มีการนำเสนอ ได้ 1 คะแนน
11. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มใหญ่
- 11.1 มีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อนมากกว่าร้อยละ 80 ที่มีการนำเสนอ ได้ 3 คะแนน
- 11.2 มีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อนมากกว่าร้อยละ 50 ที่มีการนำเสนอ ได้ 2 คะแนน
- 11.3 ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์งานของเพื่อนหรือมีส่วนร่วมน้อยกว่าร้อยละ 50 ที่มีการนำเสนอ ได้ 1 คะแนน
12. การประเมินผลงานการคิดเชิงระบบ
- 12.1 สามารถสะท้อนและวิจารณ์ผลงานการคิดเชิงระบบของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอได้อย่างสมเหตุสมผล ในระดับที่เป็นตัวอย่างได้ ได้ 3 คะแนน
- 12.2 สามารถสะท้อนและวิจารณ์ผลงานการคิดเชิงระบบของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอได้อย่างสมเหตุสมผล ในระดับพอใช้ได้ ได้ 2 คะแนน

12.3 สามารถสะท้อนและวิจารณ์ผลงานการคิดเชิงระบบของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอได้อย่างสมเหตุสมผล ในระดับที่ยังไม่สมเหตุสมผล และยังมีจุดอ่อนมาก ได้ 1 คะแนน

13. พยายามแก้ปัญหา อุปสรรคในการคิด

13.1 เปลี่ยนวิธีคิดด้วยตนเอง เมื่อพบว่าแนวทางการคิดของตนเองไม่เหมาะสม ได้ 3 คะแนน

13.2 ทำตามที่คนอื่นเสนอแนะ เมื่อพบว่าแนวทางการคิดของตนเอง ไม่เหมาะสม ได้ 2 คะแนน

13.3 ไม่แก้ปัญหาหรือปรับเปลี่ยนใด ๆ เลย ได้ 1 คะแนน

14. ระบุจุดอ่อนและจุดแข็งของวงจรการคิดของตน

14.1 แสดงความคิดเห็นวิพากษ์ชิ้นงานผลการคิดของตนเองทั้งที่เป็นจุดอ่อนและจุดแข็งอย่างมีเหตุผลยอมรับได้ ได้ 3 คะแนน

14.2 ระบุจุดอ่อนและจุดแข็งของวงจรการคิดของตนเอง โดยไม่อธิบายรายละเอียด ได้ 2 คะแนน

14.3 ไม่สามารถระบุจุดอ่อนและจุดแข็งของวงจรการคิดที่ตนเองคิดขึ้นมาได้ หรือระบุได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้ 1 คะแนน

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบสามารถวัดจากพฤติกรรมที่สะท้อนถึงกระบวนการคิดเชิงระบบ ดังนี้ การวิเคราะห์ระบบในแนวคิด การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล การป้อนกลับของเรื่องราว การสังเคราะห์สถานการณ์ การจัดระเบียบความคิด ความสมเหตุสมผลของการคิด เป้าหมายของการคิด ความต่อเนื่องของความคิด การระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในวงจรสาเหตุ การระบุลักษณะวงจรสาเหตุ การออกแบบโครงสร้างวงจรสัมพันธ์ การระบุตัวแปรที่เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องกับปัญหา การเขียนกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ของตัวแปรกับระยะเวลา การใช้ตัวแปรสร้างแผนภาพวงจรสาเหตุ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในวงจรสาเหตุการระบุลักษณะวงจรสาเหตุ การออกแบบโครงสร้างวงจรความสัมพันธ์ การวางแผนนำเสนอผลการคิดต่อที่ประชุมกลุ่ม การจัดเตรียมสื่อและสิ่งจำเป็นต่อการนำเสนอการปฏิบัติตามขั้นตอน การนำเสนอที่วางแผนไว้ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มย่อย การมีส่วนร่วม ในกิจกรรมของกลุ่มใหญ่ การประเมินผลงานการคิดเชิงระบบ การพยายามแก้ปัญหา อุปสรรคในการคิด และการระบุจุดอ่อนและจุดแข็งของวงจรการคิดของตน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการวัดและประเมินผลการคิดเชิงระบบตามแบบวัด 3 ด้าน คือ กระบวนการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด กระบวนการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และการป้อนกลับของเรื่องราว เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นที่เป็นเหตุผล และเชื่อมโยงองค์ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อคิดหาคำตอบให้สัมพันธ์กับแนวคิดการคิดเชิงระบบ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความคิดเชิงระบบอยู่ในระดับใด

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ปารีสสา ผ่องพันธ์งาม (2550, น. 33) สรุปความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ด้านวิชาการและทักษะที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนภายหลังจากได้ศึกษาอบรมในเรื่องนี้มาแล้ว และเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ยุพา กุมากร (2550, น. 18) สรุปความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนหรือผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และรวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และนำไปใช้ ซึ่งต้องอาศัยการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2552, น. 329) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดที่ได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2557, น. 150) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการสอบที่มุ่งให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

Wilson (1971, p. 46) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้และผลสำเร็จในการเรียนรู้ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถ

Good (1973, pp. 12-13) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการสะสมความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ทุกด้านเข้าด้วยกัน

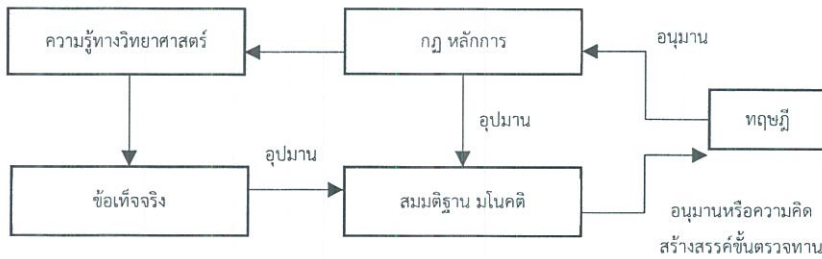
จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้ด้านวิชาการและทักษะที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนภายหลังจากได้ศึกษาอบรมในเรื่องนี้มาแล้วและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายขององค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

สมจิตร สงวนไพบูลย์ (2550, น. 101) ได้เสนอไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน



ภาพที่ 2.24 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ปรับปรุงจาก รายงานการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบเครือข่ายสถานศึกษา (น.101), โดย สมจิต สงวนไพบูลย์, 2550, กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก.

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.25 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปรับปรุงจาก รายงานการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบเครือข่ายสถานศึกษา (น. 101) โดย สมจิต สงวนไพบูลย์, 2550, กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก

ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงไร ยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะนิสัยที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการเสาะแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีความละเอียดถี่ถ้วนอดุสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใต้ง่าย โดยปราศจากข้อเท็จจริงสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเอง
5. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้

ชนิษฐา บุญภักดี (2552, น. 8) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีองค์ประกอบ 2 ประการ ได้แก่ 1) องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา 2) องค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญา ผู้อำนวยการค้นคว้าเรื่องเด็กแห่งมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ สหรัฐอเมริกา ได้สรุปถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญา ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและลักษณะทางร่างกาย

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา มารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดูและฐานะเศรษฐกิจทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในหมู่เดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งทางบ้านและทางโรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ ทักษะคติของนักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางด้านที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญามีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีอยู่หลายประการทั้งที่อยู่ภายในตัวนักเรียนและที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งบางองค์ประกอบจะส่งเสริมการเรียนรู้ บางองค์ประกอบอาจเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

พัฒมณี ดวงเนตร (2552, น. 9) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า การจัดการศึกษาในปัจจุบันถือเอาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงสภาพความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการจัดการศึกษา ดังนั้นภาระหน้าที่สำคัญประการหนึ่งของครูคือการส่งเสริมและจัดปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาให้ถึงขีดสุดตามศักยภาพของตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้เรียนรู้อย่างเต็มที่และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงหรือต่ำมีอยู่ 2 ประการ คือ องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา

จากการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีองค์ประกอบอยู่ 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และลักษณะทางร่างกาย

2. ด้านความรู้ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา-มารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว

3. วัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดู และฐานะเศรษฐกิจทางบ้าน

4. ความสัมพันธ์ในหมู่เดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งทางบ้านและทางโรงเรียน

5. การพัฒนาตนเอง ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ ทักษะคตินักเรียนต่อการเรียน

6. การปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

2.4.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ประวิตร ชูศิลป์ (2551, น. 25-26) กล่าวถึง เกณฑ์วัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้มากน้อย เพียงใดใน 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คำนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำสื่อและความหมายของข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2552, น. 110-114) กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิชาการตามหลักของ คลอเฟออร์ วัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน

2. ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและการดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ

3. ด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ คารินและซันดีได้เสนอวิธีการวัดผู้ที่มีพฤติกรรมด้านเจตคติวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกต โดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบมาตราประมาณค่า

Bloom (1965, p. 201) กล่าวถึงลำดับขั้นของที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม ด้านความรู้ความคิด ไว้ 6 ขั้น ดังนี้ คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยตรง ในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรือ อาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่า การท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้รวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ วิธีการ นำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็น องค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึง การแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจน หลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องของการเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจ ทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิด หรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผน อยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้

การประเมินผลสรุป (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน การสอนแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน มักทำปลายภาคการศึกษา และตัดสินผลการเรียน โดยมีเกณฑ์ตัดสินที่ชัดเจน เช่น การตัดสินแบบอิงกลุ่ม (เกรด A, B, C, D, F) การตัดสินแบบอิงเกณฑ์ (60 เปอร์เซ็นต์ สอบผ่าน) เป็นต้น โดยทั่วไปของการวัดสิ่งใดก็ตาม มักจะต้องกำหนดเป้าหมายหรือสิ่งที่วัดให้ชัดเจนว่าจะประเมินอะไรและประเมินอย่างไร

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดและ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการวัด 6 ด้าน และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนตามแนวคิดของ Bloom (1965, p. 201) ซึ่งประกอบไปด้วย ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2.4.4 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

เยาวดี รวงชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556, น. 16) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งเป็นข้อเขียน (Pencil Test) และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง (Performance Test)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, น. 165) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งสำหรับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของนักเรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ครูทราบว่า นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถ ถึงระดับมาตรฐานที่ครูกำหนดไว้หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ ความสามารถดีเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนที่เรียนด้วยกัน

พิชิต ฤทธิ์จัญญู (2557, น. 96) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ไพศาล วรคำ (2562, น. 239) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ (Knowledge) และทักษะ (Skill)

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถของนักเรียน ด้านเนื้อหาหรือวิชาต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้วให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

2.4.5 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2556, น. 53) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับ ตัดสินว่าครุมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบ มุ่งสร้าง เพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนก ผู้สอบ ตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบ ในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบ อาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถ ของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556, น. 20-26) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. จำแนกตามขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่วัด เช่น วัดเนื้อหาวิชาทางคณิตศาสตร์หรือ ทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น

2. จำแนกตามลักษณะหน้าที่ทั่วไปของแบบทดสอบ โดยแบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ แบบทดสอบเพื่อการสำรวจผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบเพื่อวัดความพร้อม

3. จำแนกตามคำตอบที่ใช้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่ที่ใช้กันมัก เป็นแบบทดสอบประเภทข้อเขียนและที่ใช้กันค่อนข้างมาก ได้แก่ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

สมนึก ภัททิยธนี (2560, น. 73-96) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือ ข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบ แบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัด ได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือ ข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือ ข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ใช้นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้ ข้อสอบอัตนัย ข้อสอบปรนัย ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบย่อยอาหาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.4.6 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

อรนุช ศรีสะอาด และคณะ (2550, น. 38-39) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้ชัดเจนว่าจะสอบใคร อยู่ระดับชั้นใดเพื่ออะไร
2. วิเคราะห์หลักสูตรและทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร
3. กำหนดชนิดของแบบทดสอบและศึกษาวิธีเขียน
4. เขียนข้อสอบตามชนิดของแบบทดสอบ โดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ตรวจทานข้อสอบโดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา มุ่งวัดเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ ภาษาที่ใช้ชัดเจนถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งอาจตรวจทานข้อสอบโดยผู้ออกข้อสอบเองกรณีนี้ผู้ออกข้อสอบควรจะได้พักสมองระยะหนึ่งเพื่อไม่ให้หมกมุ่นหรือให้มีจิตใจและสมองปลอดโปร่งและการตรวจทานข้อสอบอีกกรณีหนึ่งคือ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไข

6. ทดลองใช้และวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อพัฒนาข้อสอบให้มีคุณภาพ
7. พิมพ์แบบทดสอบ ควรเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายากหรือเรียงตามเนื้อหาก็ได้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2557, 97-98) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ในตารางวิเคราะห์

หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ครูมุ่งหวังจะเกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาดารงวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบชนิดนั้น ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นตอนการดำเนินการที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ไพศาล วรคำ (2562, น. 250-251) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาการวิจัยเพื่อกำหนดตัวแปรที่ต้องการวัด และเลือกชนิดของแบบทดสอบที่จะใช้วัดตัวแปรนั้น ๆ

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการวัด

3. กำหนดนิยามเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ต้องการวัดว่าตัวแปรนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง (นิยามเชิงทฤษฎี) และแต่ละองค์ประกอบสามารถวัดได้อย่างไรบ้าง (นิยามเชิงปฏิบัติการ)

4. ทำตารางโครงสร้างแบบทดสอบ เพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาพฤติกรรมหรือความสามารถ รูปแบบคำถามที่ต้องการวัด เช่น ตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่วิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญในมิติของเนื้อหาเกี่ยวกับพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบความถนัด ซึ่งวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญในมิติของความสามารถกับรูปแบบคำถาม

5. เขียนข้อคำถามตามลักษณะและจำนวนในโครงสร้างแบบทดสอบ

6. พิจารณาปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้เหมาะสม เช่น การใช้ภาษา สัญลักษณ์ รูปภาพให้เข้าใจง่าย กระชับและชัดเจน

7. นำเสนอผู้เชี่ยวชาญให้พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

8. ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ หรือตามที่ผู้วิจัยเห็นสอดคล้องกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

9. นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กประมาณ 3-5 คน ที่ระดับความสามารถแตกต่างกัน เช่น เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อพิจารณาตามความเหมาะสมในการใช้ภาษาว่าสามารถสื่อสารกับผู้ตอบได้ตรงกันหรือไม่ แล้วนำมาปรับปรุงการใช้ภาษาในแบบทดสอบต่อไป

10. นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ประมาณ 100 คน เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และการประมาณค่าความเชื่อมั่น

11. ถ้าค่าสถิติของแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ดี ก็สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ แต่หากมีข้อใดที่คุณภาพยังไม่ถึงเกณฑ์ก็ต้องนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้นก่อนนำไปใช้จริงหรือผู้วิจัยออกข้อสอบให้มากกว่าความต้องการใช้จริง แล้วค่อยทำการคัดเลือกข้อที่มีคุณภาพมาใช้ก็ได้

จากการศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้ วิเคราะห์ปัญหา กำหนดจุดประสงค์ วิเคราะห์หลักสูตร และทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดชนิดของแบบทดสอบและศึกษาวิธีเขียน เขียนข้อสอบตามชนิดของแบบทดสอบ ตรวจสอบข้อสอบ ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้เหมาะสม นำเสนอผู้เชี่ยวชาญให้พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ ทดลองใช้และวิเคราะห์ข้อสอบ และจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อประกอบการวิจัย ดังนี้

2.5.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์

เกษศิรินทร์ เซ็นบัว (2555, น. 72-81) ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาจำนวนนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ 3) ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระบางวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ จำนวนร้อยละ 86 .00 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบมีความคงทนในการเรียนรู้

สุภัทรพงศ์ รวงผึ้งรุ่งโรจน์ (2555, น. 77) เปรียบเทียบความสามารถทางการคิดรวบยอดทางการเรียนวรรณคดีไทย ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ กับการสอนตามแนวคิดนักเรียนสร้างความรู้เอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่ง "วิทย์สถาวร" จังหวัดระยอง มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทย ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามแนวคิดนักเรียนสร้างความรู้เอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่ง "วิทย์สถาวร" จังหวัดระยอง 2) เปรียบเทียบความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนแก่ง "วิทยสถาวร" จังหวัดระยอง และ 3) เปรียบเทียบความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทยก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การสอนตามแนวคิดนักเรียนสร้างความรู้เองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่ง "วิทยสถาวร" จังหวัดระยอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่ง "วิทยสถาวร" จังหวัดระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 50 คน รวม 100 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ จำนวน 5 แผน แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนตามแนวคิดนักเรียนสร้างความรู้เอง จำนวน 5 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทย ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์กับการสอนตามแนวคิดนักเรียนสร้างความรู้เอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนที่สอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถทางการคิดรวบยอดในการเรียนวรรณคดีไทยของนักเรียนที่สอนโดยใช้การสอนตามแนวคิดนักเรียนสร้างความรู้เอง พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นาสียะห์ สาหาค (2558, น. 90) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านเขาหิน อำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 19 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับดี 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ระดับดีเยี่ยม

ชนาธิป โทตรภวานนท์, สรียัพร สว่างเมฆ และวันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ (2560, น. 976-984) ศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังความคิด เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต มีเป้าหมายเพื่อสำรวจความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต รายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 28 คน เป็นชาย 1 คน และหญิง 27 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนผังความคิด ผลการวิจัยพบว่า ตัวบ่งชี้ที่ 1 การระบุองค์ประกอบย่อยของระบบที่อยู่ในระดับทางชีวภาพเดียวกัน นักเรียนระบุได้ถูกต้องครบถ้วนร้อยละ 51.85 ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนร้อยละ 29.62 และได้ถูกต้องบ้างร้อยละ 14.81 ตัวบ่งชี้ที่ 2 การระบุความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงโมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่ระดับทางชีวภาพเดียวกัน นักเรียนระบุได้ถูกต้อง ครบถ้วนร้อยละ 48.15 ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนร้อยละ 25.93 ได้ถูกต้องบ้างร้อยละ 18.52 และได้ไม่ถูกต้องร้อยละ 3.70 แต่ไม่พบองค์ประกอบหรือการระบุที่บ่งบอกถึงตัวบ่งชี้ที่ 3 การเชื่อมโยงโมโนทัศน์ของชีววิทยาที่ต่างระดับทางชีวภาพได้ และตัวบ่งชี้ที่ 4 การคิดไป-กลับระหว่างโมโนทัศน์หรือแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจริงในแผนผังความคิดของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นในแต่ละส่วนของโมโนทัศน์มากกว่าการเน้นภาพรวมหรือองค์รวมของโมโนทัศน์ทั้งหมด ครูจึงควรปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างโมโนทัศน์ย่อย ๆ อย่างชัดเจน และการนำโมโนทัศน์ไปใช้ในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ทางชีววิทยา โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีการนำแบบจำลองหรือสถานการณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง

สุนนา สโตธิผลอนันต์ (2560, น. 208) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ โดยการใช้การเรียนรู้แบบระดมสมองในการจัดทำผังมโนทัศน์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบโดยการใช้การเรียนรู้แบบระดมสมองในการจัดทำผังมโนทัศน์ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบระดมสมองในการจัดทำผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการประกันคุณภาพการศึกษาของภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จากการเลือกแบบเจาะจง 3 หมู่เรียน จำนวน 101 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน 5 บทเรียน ใบงานสำหรับใช้ฝึกจำนวน 5 ใบงาน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษามีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบระดมสมอง ในการจัดทำผังมโนทัศน์ ผลการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 39.60 และนักศึกษาที่มีความสามารถอยู่ในระดับน้อยคิดเป็นร้อยละ 10.89 และ 2) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก โดยเห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ

2.5.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

บุญเลี้ยง ทุมทอง และสันติ วิจักขณาลัญญ์ (2552, น. 75-82) ศึกษาการสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 มีความมุ่งหมายเพื่อสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 4 และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบ วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 4 ตามรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม จำนวน 4 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 200 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 4 จากการประมวลและสังเคราะห์เอกสารงานวิจัย สามารถสรุปรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบ วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสิ้น 8 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นให้เกิดปัญหา/ให้สถานการณ์ (ขัดแย้งปัญหา) 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหาและแสวงหาข้อมูลหรือจัดระเบียบปัญหา (แสวงหาข้อมูล) 3) ขั้นพัฒนาความคิด (เพิ่มพูนวงจร) 4) ขั้นสื่อสารและปรับปรุงการคิด (สังเคราะห์ความคิด) 5) ขั้นวางแผนการนำเสนอผลการคิดของกลุ่ม (เสนอความคิดกลุ่มใหญ่) 6) ขั้นนำเสนอผลการคิด (เปิดใจร่วมกัน) 7) ขั้นอภิปรายผลการคิด (สร้างสรรค์วิสัยทัศน์) และ 8) ขั้นประเมินกระบวนการคิด (สะท้อนกลับกระบวนการ) และ 2) ส่วนผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบวิชาคณิตศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 4 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < 0.01$)

ทวีศิลป์ กุลนภาดล (2556, น. 9-19) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรี เพื่อ 1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรี 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรี โดยจำแนกตัวแปรตามเพศ และ 3) วิเคราะห์สมการทำนายผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรี โดยมีรูปแบบการคิดเป็นตัวแปรทำนายกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบุรี จำนวน 400 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามรูปแบบการคิดและใช้ข้อทดสอบในการวัดผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการคิดที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 5 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการคิดแบบชอบสร้างกฎเกณฑ์ แบบชำนาญวินิจฉัย แบบคิด

เรียงลำดับ แบบคิดแบบร่วมมือ และแบบเสริมนิยม 2) รูปแบบการคิดที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนักศึกษาชายมีความแตกต่างกันกับของนักศึกษาหญิง และ 3) รูปแบบการคิดที่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ได้แก่ รูปแบบการคิดแบบคิดเรียงลำดับ รูปแบบการคิดแบบชำนาญวินิจฉัย รูปแบบการคิดแบบร่วมมือ รูปแบบการคิดแบบอนุรักษ์นิยม รูปแบบการคิดแบบจัดสรรขาดระเบียบ รูปแบบการคิดแบบชอบสร้างกฎเกณฑ์ และรูปแบบการคิดแบบยึดถือตนเอง

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ (2560, น. 68) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงระบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3) เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงระบบหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากลุ่มผู้ให้ข้อมูลเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทุมหาสารคาม จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.84/75.24 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงระบบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์ (2560, น. 64) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบผสมรวมที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงระบบและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนชีววิทยารูปแบบผสมรวม 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงระบบระหว่างนักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบผสมรวมกับนักเรียนที่เรียนชีววิทยาแบบทั่วไป และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยรูปแบบผสมรวมกับนักเรียนที่เรียนชีววิทยาแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 60 คน

ประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาด้วยรูปแบบผสมรวม จำนวน 32 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาแบบทั่วไป จำนวน 28 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แบบประเมินการคิดเชิงระบบ และ 2) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับพื้นฐาน 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยแผนผังมโนทัศน์การคิดเชิงระบบสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่มีความคงทนในการเรียนรู้หลังทำการทดสอบ 2 ครั้งเมื่อผ่านไป 5 สัปดาห์

ปานวาสน์ มหาลลิต และเรื่องเดช ศิริกิจ (2561, น. 1714-1726) ศึกษาารูปแบบการคิดของนิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาารูปแบบการคิดของนิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กลุ่มตัวอย่างคือนิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) ชั้นปีที่ 1-5 จำนวน 547 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดรูปแบบการคิดที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีจิตในการปกครองตนเอง (Theory of Mental Self- government) ของ Robert J. Sternberg ผลการวิจัยพบว่า 1) นิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) ส่วนใหญ่มีรูปแบบการคิดในมิติด้านหน้าที่ (functions) เป็นแบบปฏิบัติ (executive) มิติด้านรูปแบบ (forms) เป็นแบบลำดับชั้น (hierarchical) มิติด้านระดับ (levels) เป็นแบบมองเฉพาะระดับท้องถิ่น (local) มิติด้านขอบเขต (scopes) เป็นแบบภายนอก (external) และมิติด้านความโน้มเอียง (leanings) เป็นแบบเสรีนิยม (liberal) 2) รูปแบบการคิดในมิติด้านรูปแบบ (forms) และมิติด้านขอบเขต (scopes) มีความสัมพันธ์กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) ที่ระดับ .05 และ 3) รูปแบบการคิดในมิติด้านหน้าที่ (functions) มิติด้านระดับ (levels) และมิติด้านความโน้มเอียง (leanings) ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลักสูตรการศึกษาศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) ที่ระดับ .05

บุญล้อม ดั่งวิเศษ (2562, น. 190-207) ศึกษาการส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา สำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาครู คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

(Purposive Sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการสอน 2) แบบประเมินความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาครู ผลการวิจัย พบว่า 1) หลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา นักศึกษาครูมีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับดีมาก 2) นักศึกษาครูที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญามีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักศึกษาครูที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบอยู่ในระดับมากที่สุด

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.5.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์

Barchok, Too and Ngeno (2013, pp. 530-540) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ Collaborative Concept Mapping (CCM) ที่มีต่อทัศนคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาต่อวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง สอนโดยใช้วิธีการสอน CCM เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มที่สอนโดยใช้วิธีการสอนปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อแบบสอบถามทางเคมี (ATCQ) ผลการวิจัยพบว่า CCM เป็นวิธีการสอนที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อ ATC ของนักเรียน

Cheema and Mirza (2013, pp. 125-132) ศึกษา 1) ผลของการจัดการเรียนรู้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2) ความแตกต่างของแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง 3) แผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 167 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 87 คน เป็นนักเรียนชาย 43 คน นักเรียนหญิง 46 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติ จำนวน 78 คน เป็นนักเรียนชาย 38 คน นักเรียนหญิง 40 คน ที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประถมศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน คือ 40% (30 คะแนน) 32% (24 คะแนน) และ 28% (21 คะแนน) ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้แผนผังมโนทัศน์มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามนักเรียนชายที่สอนผ่านการทำแผนที่มโนทัศน์มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ

Jack (2013, pp. 9-16) ศึกษาความพึงพอใจในการทำแผนผังมโนทัศน์ และความเข้าใจในการเรียนการสอนวิชาเคมี และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 251 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้การออกแบบแฟคทอเรียล $3 \times 2 \times 2 \times 3$ ผลการวิจัยพบว่าการทำแผนผังมโนทัศน์เป็นกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสอนเนื้อหาที่ยากในวิชาเคมี

Osman, Wahidin and Meerah (2013, pp. 666-681) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ และไดอะแกรม vee เพื่อเป็นทักษะการคิดในรายวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 360 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม 1) การจัดการเรียนรู้แผนผังมโนทัศน์ ไดอะแกรม vee และทักษะการคิด 2) การจัดการเรียนรู้แผนผังมโนทัศน์ 3) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทั่วไปที่เรียนระดับมัธยมศึกษา ในประเทศอินโดนีเซีย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบทักษะกระบวนการแบบบูรณาการ (TIPS) เพื่อวัดทักษะการคิดของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าวิธีการที่ 1 เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการฝึกทักษะการคิดของนักเรียนการวิเคราะห์ติดตามผลยังแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ 1 เหมาะสมที่สุดสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถสูง (H) เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง (M) และต่ำ (L)

Fatokun and Eniayeju (2014, pp. 1218-1223) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 162 คน ซึ่งมาจากโรงเรียนวิทยาศาสตร์สองแห่งในรัฐนาซาวาไนจีเรียตอนกลาง ที่เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ การทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนวิชาเคมี (CAPO) การทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนวิชาเคมี (CAPE) การทดสอบประสิทธิภาพทางการเรียนวิชาเคมี (CART) แผนการสอนสำหรับกลุ่มควบคุม (LPCG) และแผนการสอนสำหรับกลุ่มทดลอง (LPEG) ผลการวิจัยพบว่าในกลุ่มทดลองนักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนหญิง ผลการวิเคราะห์ค่า t-test ของแบบทดสอบพบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.5.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

Riess and Mescho (2010, pp. 705-725) ศึกษาการส่งเสริมการคิดเชิงระบบผ่านบทเรียนชีววิทยา ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนพิเศษในวิชาชีววิทยาเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ ร่วมกับการเรียนรู้ผ่านเหตุการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยคือเรื่องระบบนิเวศของป่าไม้ ระเบียบวิธีวิจัยใช้รูปแบบการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองคือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนพิเศษร่วมกับการเรียนรู้ผ่านเหตุการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์กับกลุ่มควบคุมแล้วจึงทำการวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ และวัดการอธิบายเหตุผลเชิงสะท้อนกลับของการคิดเชิงระบบ

โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มทดลองมีคะแนนการอธิบายเหตุผลเชิงสะท้อนกลับของการคิดเชิงระบบเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

Keynan, Assaraf and Goldman (2014, pp. 90-105) ศึกษาเครื่องมือเทคนิคตารางวิเคราะห์ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบของนักเรียน เรื่องนิเวศวิทยา มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของหน่วยการเรียนรู้ทางนิเวศวิทยาเชิงประสบการณ์ต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 20 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ เทคนิคตารางวิเคราะห์ปัญหา (RG) และแบบจำลองลำดับขั้นของการคิดเชิงระบบ (STH) ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคตารางวิเคราะห์ปัญหาเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงเป็นระบบของนักเรียน สำหรับแบบจำลองลำดับขั้นของการคิดเชิงระบบของนักเรียนเป็นเครื่องมือวิจัยที่ช่วยให้นักเรียนประเมินเนื้อหาการเรียนรู้ทางนิเวศวิทยาที่กว้างและซับซ้อนให้แคบลงได้อย่างมีลำดับขั้นตอน

Evagorou, Korfiatis, Nicolaou and Constantinou (2009, pp. 655-674) สำนวจความสามารถของแบบจำลองการโต้ตอบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบจำลองสถานการณ์ต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 (อายุ 11-12 ปี) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบจำลองการโต้ตอบโดยใช้ซอฟต์แวร์ Stagecast Creator เพื่อจำลองระบบนิเวศของบึง ผลการวิจัยพบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดังกล่าวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบได้เป็นอย่างมากในกระบวนการเรียนรู้ที่มีระยะเวลาค่อนข้างจำกัด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีผลต่อความสามารถในการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงระบบที่ดีขึ้น และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย แผนผังมโนทัศน์เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจในการสรุปทฤษฎีในวิชาต่าง ๆ หรือจัดบันทึกในเรื่องราวต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้ได้กับทุกช่วงชั้น

2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังมโนทัศน์ตามทฤษฎีการเรียนรู้ อย่างมีความหมายของ Ausubel (1960, pp. 267-272) เป็นการนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยง กับความรู้ใหม่อย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งเป็นหลักการที่สำคัญที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ โดยมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ตามรูปแบบของ Joyce and Weil (1996, pp. 161-178) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สูงขึ้น และนำการจัดการเรียนไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีผลที่สูงขึ้นต่อไป ซึ่งแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 2.26



ภาพที่ 2.26 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังโน้ตค้น เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 13 ห้อง รวมทั้งสิ้น 483 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังโน้ตค้น เรื่อง ระบบย่อยอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ เวลาเรียนรวม 13 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดการคิดเชิงระบบ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผล จำนวน 15 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกร้อยละ 30 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 30 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

3.3.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ดำเนินการโดยกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ คู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3.1.2 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนอนุกุลนารี โดยศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา แล้วนำมาวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน กิจกรรมการเรียน และวิธีการประเมินผล เพื่อจัดทำแผนการเรียนรู้

3.3.1.3 ศึกษาตำราและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

3.3.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 13 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหาดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	แผนผังมโนทัศน์ที่ใช้	เวลา (ชั่วโมง)
1	กระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหารและสัตว์ที่มีทางเดินอาหาร อาหารแบบไม่สมบูรณ์	1. สืบค้นข้อมูลอธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	- แผนผังมโนทัศน์ ชนิดกระจายออก	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	แผนผังโน้ตทัศน์ที่ใช้	เวลา (ชั่วโมง)
2	กระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์		- แผนผังโน้ตทัศน์ชนิดกระจายออก	2
3	การกินอาหารของไฮดรา	2. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาณาเรีย	- แผนผังความคิด - แผนผังลำดับขั้นตอน	1
4	การกินอาหารของพลาณาเรีย		- แผนผังความคิด - แผนผังลำดับขั้นตอน	1
5	โครงสร้างและหน้าที่ในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	- แผนผังที่ชาร์ท - แผนผังโน้ตทัศน์ชนิดกระจายออก	2
6	กระบวนการย่อยอาหารของมนุษย์		- แผนผังลำดับขั้นตอน - แผนผังโน้ตทัศน์ชนิดกระจายออก	2
7	การดูดซึมสารอาหาร		- แผนผังแสดงความสัมพันธ์ - แผนผังความคิด	1
8	การขับถ่ายของเสียทางลำไส้ใหญ่		- แผนผังลำดับขั้นตอน - แผนผังความคิด	2
รวม				13

3.2.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 3 ท่าน ดังนี้

1) รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม ปร.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรรณู ชุยกะเดื่อง ปร.ด.(วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน ปร.ด.(คอมพิวเตอร์ศึกษา) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทฤษฎีคอมพิวเตอร์

โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบวัดมาตราส่วนการประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 102-103) ดังนี้

ให้คะแนน 5 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ให้คะแนน 4 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมาก

ให้คะแนน 3 คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ให้คะแนน 2 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อย

ให้คะแนน 1 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินตามเกณฑ์การประเมินแบบวัดมาตราส่วนการประมาณค่าเสร็จแล้ว จากนั้นนำมาแปรผลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบมาตราส่วนการประมาณค่า 5 ระดับ

แปลความหมาย	ค่าคะแนนเฉลี่ย
เหมาะสมมากที่สุด	ระหว่าง 4.50-5.00 คะแนน
เหมาะสมมาก	ระหว่าง 3.51-4.50 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ระหว่าง 2.51-3.50 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ระหว่าง 1.51-2.50 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ระหว่าง 1.00-1.50 คะแนน

3.3.1.9 เมื่อตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ มีทั้งหมด 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 3.90-3.95 ซึ่งเป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก (ภาคผนวก ค) ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ($\bar{x} = 3.94$, S.D. = 0.12)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 ($\bar{x} = 3.95$, S.D. = 0.12)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ($\bar{x} = 3.90$, S.D. = 0.14)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ($\bar{x} = 3.93$, S.D. = 0.13)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ($\bar{x} = 3.89$, S.D. = 0.15)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 ($\bar{x} = 3.92$, S.D. = 0.16)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 ($\bar{x} = 3.90$, S.D. = 0.14)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เป็นแผนการสอนที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ($\bar{x} = 3.94$, S.D. = 0.12)

3.3.1.10 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผล รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลภาพสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.3.2 แบบวัดการคิดเชิงระบบ

3.3.2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ

3.3.2.2 กำหนดเป้าหมายของการสร้างแบบวัดการคิดเชิงระบบและออกแบบให้เหมาะสมกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด และเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจะวัด

3.3.2.3 สร้างแบบวัดการคิดเชิงระบบตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยสร้างแบบวัดการคิดเชิงระบบ 3 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล และด้านการป้อนกลับของเรื่องราว โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผล ด้านละ 8 ข้อ รวมทั้งหมด 24 ข้อ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การสร้างแบบวัดการคิดเชิงระบบ

ด้าน	จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	ใช้จริง
การวิเคราะห์ระบบในแนวคิด	8	5
การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	8	5
การป้อนกลับของเรื่องราว	8	5
รวม	24	15

3.3.2.4 นำแบบวัดการคิดเชิงระบบที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ ภาษาที่ใช้ ความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อความคำถามในแต่ละข้อ และความชัดเจนของตัวเลือก

3.3.2.5 นำแบบวัดการคิดเชิงระบบให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (ตามข้อ 3.3.1.6) ตรวจสอบลักษณะข้อความคำถาม ตัวเลือกของคำตอบ และภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความคำถาม ตรวจสอบคุณภาพและสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) แล้วเลือกแบบวัดข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

ให้ +1 คือ ข้อสอบมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ 0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ -1 คือ ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

3.3.2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิดเชิงระบบ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ค) จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ภาษาที่ใช้ ความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละข้อ และความชัดเจนของตัวเลือก

3.3.2.7 นำแบบวัดการคิดเชิงระบบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุคุณนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.3.2.8 ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดการคิดเชิงระบบ โดยวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดเชิงระบบทั้งหมด 24 ข้อ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.85

3.3.2.9 คัดเลือกแบบวัดการคิดเชิงระบบให้เหลือ 15 ข้อ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27-0.85 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.10 นำแบบวัดการคิดเชิงระบบที่คัดเลือกไว้จำนวน 15 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของ Lovett (Lovett's Method) (ไพศาล วรรคมา, 2562, น. 292) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95 (ภาคผนวก ค)

3.3.2.11 นำแบบวัดการคิดเชิงระบบไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุคุณนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและผลการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.3.3.2 ศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนอนุคุณนารีและโครงสร้างรายวิชา เพื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหารายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหารายวิชาเพิ่มเติม 4 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา ซึ่งเป็นการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 4 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเรียนรู้	ด้าน												รวม	
	ความรู้ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า			
	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง
1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างและ กระบวนการย่อยอาหาร ของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์	4	2	6	3	-	-	2	1	-	-	-	-	12	6
2. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาณาเรีย	3	1	3	2	2	1	4	2	-	-	-	-	12	6
3. อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้าง หน้าที่ กระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึม สารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์	5	2	6	3	5	2	5	3	6	3	9	5	36	18
รวม	12	5	15	8	7	3	11	6	6	3	9	5	60	30

3.3.3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แก่ ความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละข้อ ตัวเลือกของคำตอบ ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้กับด้านที่ต้องการวัด และความถูกต้องในการใช้ภาษา

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (ตามข้อ 3.3.1.6) ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถามในแต่ละข้อ ตัวเลือกของคำตอบ ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้กับด้านที่ต้องการวัด และความถูกต้องในการใช้ภาษา โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม ตรวจสอบคุณภาพและสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) แล้วเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

ให้ +1 คือ ข้อสอบมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ 0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

ให้ -1 คือ ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

3.3.3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ภาคผนวก ค) จากนั้น นำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม ในแต่ละข้อ ตัวเลือกของคำตอบ ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้กับด้านที่ต้องการวัด และความถูกต้องในการใช้ภาษา

3.3.3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุกุลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.3.3.8 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิเคราะห์ หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 60 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.27-0.81 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.69

3.3.3.9 คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เหลือ 30 ข้อ พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.41-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.69 (ภาคผนวก ค)

3.3.3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์ หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของ Lovett (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 292) พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.94 (ภาคผนวก ค)

3.3.3.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุกุลนารี ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) (ไพศาล วรรค้ำ, 2562, น. 142) โดยมีรูปแบบดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แบบแผนการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
-	E	O1	X	O2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- E หมายถึง กลุ่มทดลอง
- X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์
- O1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน
- O2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงระบบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4.1.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 13 ชั่วโมง

3.4.1.3 เมื่อสอนเนื้อหาครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงระบบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิม

3.4.1.4 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 เปรียบเทียบการคิดเชิงระบบของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบที่แบบกลุ่มไม่อิสระ (Dependent-Sample t-test)

3.5.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One-Sample t-test)

3.5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 323) ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 325) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-2)$$

- เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 x_i แทน คะแนนของคนที่ i
 n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3) ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 321) ดังนี้

$$\text{Percentage} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-3)$$

- เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ
 N แทน จำนวนทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 269) ดังนี้

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{n} \quad (3-4)$$

- เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 ค่าความยาก (p) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 298) ดังนี้

$$p = \frac{f}{n} \quad (3-5)$$

- เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก
 f แทน จำนวนผู้ตอบถูก
 n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

3.6.2.3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดเชิงระบบ ใช้วิธีของ Brennan (Brennan's Index: B-Index) ใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2562, น. 306-307) ดังนี้

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F} \quad (3-6)$$

เมื่อ	B	แทน	ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน
	f_p	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มผ่านเกณฑ์ โดยกำหนดเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ร้อยละ 70 และแบบวัดการคิดเชิงระบบที่ร้อยละ 70
	f_F	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์
	n_p	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์
	n_F	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

3.6.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดการคิดเชิงระบบ ใช้วิธีของ Lovett (Lovett's Method) ใช้สูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2562, น. 292) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2} \quad (3-7)$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดที่กำหนดเกณฑ์จุดตัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ร้อยละ 70 และแบบวัดการคิดเชิงระบบที่ร้อยละ 70
	X	แทน	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

3.6.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 เปรียบเทียบการคิดเชิงระบบของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มไม่อิสระต่อกัน (Dependent-Sample t-test) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 350) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} \quad df = n-1 \quad (3-8)$$

เมื่อ	t	แทน	สถิติทดสอบที่
	\bar{x}	แทน	ผลต่างเฉลี่ยของคู่คะแนน
	S_d	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างคู่คะแนน
	n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3.2 เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One-sample t-test) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2562, น. 349) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} \quad df = n-1 \quad (3-9)$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อนำไปใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) เป็นการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 82) ดังนี้

$$r = \frac{\sum z_x z_y}{N} \quad (3-10)$$

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y

z_x แทน คะแนนมาตรฐานของค่าตัวแปร x

z_y แทน คะแนนมาตรฐานของค่าตัวแปร y

N แทน จำนวนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างตัวแปรตาม y และตัวแปรอิสระ x ค่าสหสัมพันธ์ R หาได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 126) ดังนี้

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_T} \quad (3-11)$$

เมื่อ R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

SS_{reg} แทน ผลรวมกำลังสอง (Sum of Squares) ของ x ที่เกิดจากการถดถอย

SS_T แทน ผลรวมกำลังสองของทั้งหมดของ y (Total Sum Squares)

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
df	แทน	ชั้นของความอิสระ (Degree of Freedom)
t	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ
r	แทน	สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation)
β	แทน	สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Standardized Regression Weight Validity)
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient Predictive Value)

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงระบบระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานเพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	df	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	39	45	38	23.92	3.67	33.61*	.00
หลังเรียน	39	45	38	34.67	2.23		

* $p < 0.05$ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแผนผังมโนทัศน์ จำนวนนักเรียน 39 คน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงระบบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมอธิบายเหตุผล จำนวน 15 ข้อ พบว่าก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.92 คะแนน หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.67 คะแนน

และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนการคิดเชิงระบบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนมาวิเคราะห์เป็นรายด้านโดยใช้สถิติพื้นฐานเพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลคะแนนการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์เป็นรายด้าน

การคิดเชิงระบบ	n	คะแนนเต็ม	df	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด							
ก่อนเรียน	39	15	38	8.26	1.07	25.49*	.00
หลังเรียน	39	15	38	12.28	1.28		
ด้านการเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล							
ก่อนเรียน	39	15	38	8.05	1.05	25.47*	.00
หลังเรียน	39	15	38	11.64	1.46		
ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว							
ก่อนเรียน	39	15	38	7.49	0.72	18.78*	.00
หลังเรียน	39	15	38	10.92	1.48		

* $p < 0.05$ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 เมื่อวิเคราะห์คะแนนการคิดเชิงระบบเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวคิดมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 8.26 และ 12.28 ตามลำดับ ด้านการเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผลมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 8.05 และ 11.64 ตามลำดับ ด้านการป้อนกลับของเรื่องราวมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 7.49 และ 10.92 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ t-test (Dependent-Sample) ทั้ง 3 ด้านพบว่า มีค่าเท่ากับ 25.49, 25.47 และ 18.78 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการคิดเชิงระบบทั้ง 3 ด้านพบว่านักเรียนมีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานเพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	n	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (30)	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย (23.46)	\bar{x}	S.D.	t	Sig.
นักเรียน ม.5/5	39	21	78.20	23.46	2.09	7.36*	.00

* $p < 0.05$ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าความแตกต่างโดยใช้สถิติ t-test (One-Sample) มีค่าเท่ากับ 7.36 และมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.46 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.20 และเมื่อนำคะแนนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

4.3.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 4.4

4.3.3.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ การคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตัวแปร	\bar{x}	S.D.	r	β	R	R ²
การคิดเชิงระบบ	77.00	7.00	0.95*	0.95	0.95	0.90
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	78.20	8.20				

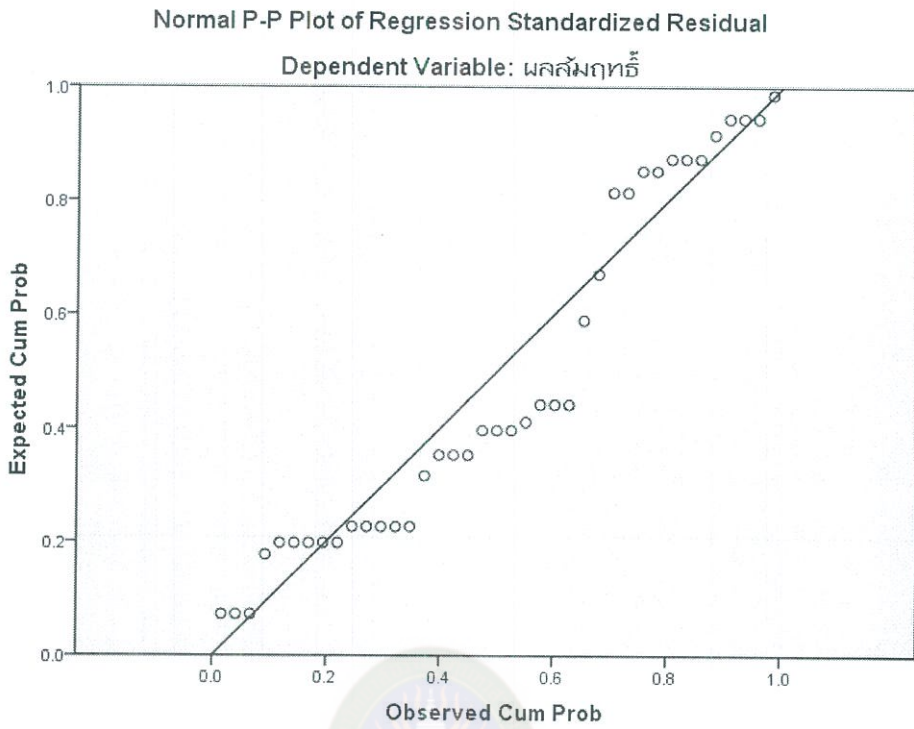
* $p < 0.05$ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของเพียร์สันเชิงเส้น (r) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.95 นั่นคือตัวแปรทั้งสองมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เพื่อศึกษาความถดถอยของค่าความเที่ยงของข้อมูลอย่างมีมาตรฐานด้วยสถิติสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (β) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.95 นั่นคือความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองมีความถดถอยอย่างมีน้ำหนักตามเครื่องมือที่วัด และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแนวโน้มที่มีเป้าหมายที่ระดับ 1.00 ด้วยสถิติสหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.95 นั่นคือในบริบทของกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนนักเรียนร้อยละ 95.00 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ที่มีส่วนสนับสนุนการคิดเชิงระบบ และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์โดยใช้สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R²) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.90 นั่นคือการคิดเชิงระบบช่วยสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ดีขึ้น และสมการที่สร้างขึ้นมาทำนายถูกต้องได้ถึงร้อยละ 90 ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนภาพการแจกแจงปกติ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยเรียงลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ มีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.95 และมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) เท่ากับ 0.90 ซึ่งการคิดเชิงระบบช่วยสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีขึ้นได้ถึงร้อยละ 90

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เรื่องการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอการอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์มีการคิดเชิงระบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากคะแนนการคิดเชิงระบบ ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 23.92 คะแนน จากคะแนนเต็ม 45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.16 แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลให้มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 34.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.04 ซึ่งพบว่าหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ มีการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการคิดเชิงระบบเป็นการมองเห็นภาพโดยรวม ทั้งหมด มีกรอบที่มองเห็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันมากกว่าจะเห็นแค่เชิงเหตุเชิงผล เห็นแนวโน้ม รูปแบบของความเปลี่ยนแปลงมากกว่าจะเห็นแค่ฉาบฉวยหรือผิวเผิน (Steers, 1977, p. 68) สามารถมองเห็นเหตุและผลที่จะเกิดขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถคิดได้ลึกถึงต้นเหตุของปัญหา สามารถเชื่อมโยงสาเหตุเข้ากับผลของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และสามารถมองย้อนกลับมายังจุดเริ่มต้นของปัญหานั้น ๆ ได้ และเมื่อนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และสรุปความรู้เป็นลำดับขั้นตอน สามารถใช้เส้นและคำเชื่อม เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ และบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้ (Ault, 1985, p. 41; อ้างถึงใน สุนีย์ สอนตระกูล, 2535, น. 83) ซึ่งการคิดเชิงระบบเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงเหตุในการจัดการให้เป็นองค์รวมมากขึ้น (วิทยา สุเหตุตารัง และศิริศักดิ์ เทพจิต, 2550, น. 63) สอดคล้องกับที่ บุญล้อม ด้วงวิเศษ (2562, น. 190-207) ศึกษาการส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญา สำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่านักศึกษาครูที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญามีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับที่ สุมนา โสทธิผลอนันต์ (2560, น. 208) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้ การเรียนรู้ในการจัดทำผังมโนทัศน์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร พบว่านักศึกษามีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบภายหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดทำผังมโนทัศน์ ผลการทดสอบความสามารถในการคิด อย่างเป็นระบบอยู่ในระดับดี

5.2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.46 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.20 กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.09 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้นักเรียนได้ลงมือศึกษาหาความรู้ และรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ จนสามารถนำข้อมูลนั้นไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดตั้งคำถาม การหาข้อมูลความรู้ด้วยตนเอง มีการบูรณาการความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เน้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละส่วนออกมาในภาพรวม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับที่ เกษศิรินทร์ เช่นบัว (2555, น. 72-81) ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบ จำนวนร้อยละ 86.00 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับที่ Cheema and Mirza (2013, pp. 125-132) ศึกษาการจัดการเรียนรู้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิม

5.2.3 การคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่ามีความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.95 นั่นคือตัวแปรทั้งสองมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่ามีความสัมพันธ์การพยากรณ์ (R^2) เท่ากับ 0.90 นั่นคือการคิดเชิงระบบช่วยสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ดีขึ้นได้ถึงร้อยละ 90 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในการสืบค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว นักเรียนได้มีกระบวนการคิด ในการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหา กระบวนการของเนื้อหา แสดงภาพรวมของเนื้อหา ความเชื่อมโยงของเนื้อหา องค์ประกอบหลัก รวมถึงองค์ประกอบย่อย ๆ ของเนื้อหา ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งระบบ และอธิบายถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงระบบ เพราะการคิดเชิงระบบมีกรอบที่มองเห็นความสัมพันธ์และเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นขั้นตอน และมีความสัมพันธ์กับความคิดหลายแบบ เช่น การคิดขั้นสูง การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงเหตุผล การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ จึงมีการนำ

ความคิดต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงองค์ประกอบหลักเข้ากับองค์ประกอบย่อย ๆ อย่างสัมพันธ์กันเป็นลำดับขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของปัญหาได้ทั้งหมด และยังทำให้นักเรียนตัดสินใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีสติ มีความรอบคอบ ส่งผลให้การทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้การคิดเชิงระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ตามมาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับที่ ปานวาสน์ มหาลลิต และเรื่องเดช ศิริกิจ (2561, น. 1714-1726) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พบว่ารูปแบบการคิดมีความสัมพันธ์กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) ที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับที่ ทวีศิลป์ กุลนภาดล (2556, น. 9-19) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียน พบว่ารูปแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ควรมีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อน ช่วยทำให้ครูทราบถึงแนวคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ครูที่จะสามารถวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

5.3.2.1 ควรกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจนและควบคุมเวลาให้เป็นไปอย่างเหมาะสม เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก จึงต้องมีการควบคุมเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ ศึกษากับตัวแปรด้านต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสังเคราะห์ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะความสามารถในการคิดที่หลากหลาย และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กำพล ดำรงวงศ์. (2540). *การพัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเพื่อสอนการสร้างผังมโนทัศน์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2547). *วิสัยทัศน์การอาชีวศึกษาใน 5 ปี ข้างหน้า*. วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์, 7(7), 71-77.
- เกษศิรินทร์ เซ็นบัว. (2555). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ชนิษฐา บุญภักดี. (2552). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชนิษฐา หล้าสุดตา. (2554). *การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ (STIM)* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาธิป โทตรภวานนท์, สร้อยพร สว่างเมฆ และวันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ. (2560). *การศึกษาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนผังความคิด เรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต*. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติดินเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13 วิจัยและนวัตกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม* (น. 976-984). พิษณุโลก: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ชัยวัฒน์ ธีระพันธ์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: บริษัทแดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ณัฐมน เดชมา. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสารและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวีศิลป์ กุลนภาค. (2556). ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับผลสัมฤทธิ์การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนักศึกษาครู คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนรินทร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 6(2), 9-19.
- ทศนา แคมมณี. (2561). ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 22). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นาสียะห์ สาหาต. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสอนแบบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). สงขลาครินทร์: มหาวิทยาลัยสงขลาครินทร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2557). พื้นฐานการวิจัยศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- บุญล้อม ด้วงวิเศษ. (2562). การส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้เทคนิคแผนผังทางปัญญาสำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 14(2), 190-207.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2553). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง และสันติ วิจักขณาลัญญ์. (2552). การสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงระบบ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับช่วงชั้นที่ 4. วารสารวิจัย มข. (บศ.), 9(4), 75-82.
- ประจักษ์ ปฏิทัศน์. (2562). การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.

- ประวิตร ชูศิลป์. (2551). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเชาว์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมเชาว์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปานวาสน์ महालเลิศ และเรืองเดช ศิริกิจ. (2561). รูปแบบการคิดของนิสิตหลักสูตรการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, *Veridian E-Journal*, 11(2), 1714-1726.
- ปาริสา ผ่องพินิจงาม. (2550). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (รายงานผลการวิจัย). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยนาด ประยูร. (2548). *วิธีคิดกระบวนการระบบ Systems Thinking*. กรุงเทพฯ: โครงการเสริมสร้างการเรียนรู้เพื่อชุมชนเป็นสุข.
- พัฒนดี ดวงเนตร. (2552). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาบัญชีชั้นกลาง 2 ของนักศึกษาปริญญาตรีปีที่ 2 คณะบัญชี มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- พิชิต ฤทธิ์จรรย์. (2557). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: เฮาส์ออฟเคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2552). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ไพศาล วรคำ. (2562). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2560). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงระบบ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มกราพันธ์ จุฑะรสก. (2551). *การคิดอย่างเป็นระบบ: การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน (Systems Thinking : Teaching Application)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โครงการสวัสดิการวิชาการสถาบันพระบรมราชชนก.
- มนตรี แยมกลีกร. (2546). *การพัฒนา รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มานะ ศรีสุวรรณ. (2549). *กระบวนการคิดเชิงระบบ พบความสำเร็จแบบยากที่จะอธิบาย*. *วารสารการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*, 2(1), 132.

- มาเรียม นิลพันธุ์. (2553). *วิธีวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ยุพา กุมภาว์. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เยาวดี รามชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *คอนสตรัคติวิสต์: Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัชรมา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด Thinking Skills Instructional Models and Strategies* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วิทยา สุฤทธิดำรง และศิริศักดิ์ เทพจิต. (2550). *การคิดเชิงระบบ (System Thinking: เครื่องมือจัดการความซับซ้อนในโลกธุรกิจ*. กรุงเทพฯ: อี.ไอ.สแควร์.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). *นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning Management)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *ผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. สืบค้นจาก http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2562.pdf.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018*. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>.
- สมจิตร สงวนไพบูลย์. (2550). *รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบเครือข่ายสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2560). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กทม.: ประสานการพิมพ์.

สมาน ลอยฟ้า. (2542). การจดบันทึกด้วยการใช้แผนทิมโนทัศน์. *บรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มข.*, 17(2), 1-9.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542*.

กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟิก.

สุนีย์ สอนตระกูล. (2535). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบจัดอบรมโมทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภัทรพงศ์ รวงผึ้งรุ่งโรจน์. (2555). *การเปรียบเทียบความสามารถทางการคิดรวบยอดทางการเรียนวรรณคดีไทย ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยใช้แผนผังโมทัศน์ กับการสอนตามแนวคตินักเรียนสร้างความรู้เอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่ง “วิทยสถานาร” จังหวัดระยอง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุมนา โสทธิผลอนันต์. (2560). *ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้การเรียนรู้แบบประตมสมองในการจัดทำผังโมทัศน์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. วารสารวิชาการครุศาสตร์*, 8(1), 200-208.

สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อรนุช ศรีสะอาด และคณะ. (2550). *การวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กาศสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

อิทธิศักดิ์ ศิริจันทร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบผลานรวมที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงระบบและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Anderson, V. and Johnson, L. (1997). *Systems Thinking Basics: From Concepts to Causal Loop*. Waltham: Pegasus Communication.

Arnold, R. D. and Wade, J. P. (2015). A definition of Systems Thinking: A Systems Approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669-678.

Assaraf, O. B.-Z. and Orion, N. (2005). Development of Systems Thinking Skills in The Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.

Ausubel, D. P. and Robinson, F. G. (1969). *School Learning: An Introduction to Education Psychology*. New York: Holt Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P. (1960). The Use of Advance Organizers in The Learning and Retention of Material. *Journal of Education Psychology*, 51(5), 267-272.

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Barchok, K. H., Too, J. K. and Ngeno, K. J. (2013). Effect of Collaborative Concept Mapping Teaching Strategy on Students' Attitudes Towards Chemistry in Selected Secondary Schools in Kenya. *Asian Journal of Social Sciences and Humanities*, 2(2), 530-540.
- Bloom, B. S. (1965). *Taxonomy of Education Objective Handbook: Cognitive Domain*. New York: David Mc Kay Company.
- Centre for Strategic Management. (1999). *System Thinking and Learning, From Chaos and Complexity to Flagrant Simplicity*. California: Pleasantville Press.
- Cheema, A. B. and Mirza, M. S. (2013). Effect of Concept Mapping on Students' Academic Achievement. *Journal of Research and Reflections in Education*, 7(2), 125-132.
- Cliburn, J. W. (1987). Helping Student Understand Physiologic Interaction: A Concept Mapping Activity. *The American Biology Teacher*, 49(7), 426-427.
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., and Constantinou, C. (2009). An Investigation of The Potential of Interactive Simulations for Developing System Thinking Skills in Elementary School: A Case Study with Fifth- and Sixth-Graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655-674.
- Farmer, J. and Wolf, P. (1991). *Instructional Design: Implications from Cognitive Science*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Fatokun, K. V. F. and Eniayeju, P. A. (2014). The Effect of Concept Mapping-Guided Discovery Integrated Teaching Approach on Chemistry Students' Achievement and Retention. *Academic Journal*, 9(22), 1218-1223.
- Good, C. V. (1973). *The Dictionary of Education* (3th ed.). New York: McGraw Hill Book Company.
- Jack, G. U. (2013). Concept Mapping and Guided Inquiry as Effective Techniques for Teaching Difficult Concepts in Chemistry: Effect on Students' Academic Achievement. *Journal of Education and Practice*, 4(5), 9-16.
- Joyce, B. and Weil, M. (1996). *Models of Teaching* (5th ed.). London: Allyn and Bacon.

- Keynan, A., Assaraf, O. B-Z. and Goldman, D. (2014). The Repertory Grid as A Tool for Evaluating the Development of Students' Ecological System Thinking Abilities. *Studies in Educational Evaluation*, 41, 90-105.
- Kreutzer, J. M. G. (2001). Foreword: Systems Dynamics in Education. *System Dynamic Review*, 9(2), 101-112.
- Mason, C. L. (1992). Concept Mapping: A Tool to Develop Reflective Science Instruction. *Science Education*, 76(1), 51-63.
- Novak, J. D. (1984). *Learning How to Learn*. London: Cambridge University Press.
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. London: Cambridge University Press.
- Osman, K., Wahidin and Meerah, S. M. (2013). Concept Mapping in Chemistry lessons: Tools for inculcating Thinking Skills in Chemistry Learning. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 666-681.
- Richmond, B. (2000). *Toolbox Reprint Series: The Thinking in Systems Thinking Seven Essential Skills*. Sri Lanka: Waltham Pegasus Communications.
- Riess, W. and Mischo, C. (2010). Promoting Systems Thinking Through Biology Lesson. *International Journal of Science Education*, 32(6), 705-725.
- Senge, P. M. (1993). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of The Learning Organization*. London: Century Business.
- Senge, P. M. (2000). *A Fifth Discipline Resource: School That Learn*. New York: Doubleday.
- Steers, R.M. (1977). *Organizational Effectiveness: A Behavioral View*. California: Goodyear Publishing.
- Sweeney, L. B. (1999). *Guidelines for Daily Systems Thinking Practice*. Waltham: Pegasus Communication.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In B. S. Bloom, (Ed.), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning* (pp. 1-923). New York: McGraw-Hill.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๔๖๗๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๘ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพ เนืองเฉลิม

ด้วย นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม รหัสประจำตัว ๖๒๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร. ๐-๔๓๗๑-๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ที่ ศศ.ว๐๒๙๕/๒๕๖๓ ลงวันที่ ๘ สิงหาคม ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน

ด้วย นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม รหัสประจำตัว ๖๒๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษา
 ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
 เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัย
 ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอร้องเรียนเชิญท่านเป็น
 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
 ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัฏฐชัย จันทร์ชุม)
 คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ที่ ศศ.ว๐๒๙๕/๒๕๖๓ ลงวันที่ ๘ สิงหาคม ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอรเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรรณู ชูยกระเดื่อง

ด้วย นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม รหัสประจำตัว ๖๒๘๐๑๐๕๐๐๑๐๖ นักศึกษา
 ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
 เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัย
 ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอรเรียนเชิญท่านเป็น
 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
 ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรณูชัย จันทชุม)
 คณบดีคณะครุศาสตร์



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 32242	ภาคเรียนที่ 2/2563
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบย่อยอาหาร	เวลา 13 ชั่วโมง
เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา	เวลา 1 ชั่วโมง
โรงเรียนอนุกุลนารี	ผู้สอน นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม
ชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/.....ใช้สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563 เวลา.....น.	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา ข้อที่ 4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสาร และการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

2. สังเกต อธิบาย การกินอาหารของไฮดรา และพลาณาเรีย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกระบวนการย่อยอาหารของไฮดราได้ (K)
2. สังเกตการกินอาหารและทางเดินอาหารของไฮดราได้ (P)
3. เขียนแผนผังแสดงการกินอาหาร และกระบวนการย่อยอาหารของไฮดราได้ (P)
4. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ มีวินัยในตนเอง และมีระเบียบรอบคอบ (A)

4. สาระสำคัญ

อาหารที่สัตว์กินเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็กที่เซลล์นำไปใช้ได้สัตว์มีโครงสร้างและกระบวนการในการย่อยอาหารแตกต่างกัน แบ่งเป็น สัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์การย่อยอาหารมีทั้งการย่อยภายนอกเซลล์และการย่อยภายในเซลล์

5. สาระการเรียนรู้

ความรู้ (K)

1. การกินอาหารและทางเดินอาหารของไฮดรา
2. กระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา

ทักษะกระบวนการ (P)

1. ทักษะการสืบค้น
2. ทักษะการสังเกต
3. ทักษะการทดลอง
4. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและการลงข้อสรุป
5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้
2. มีวินัยในตนเอง
3. มีระเบียบรอบครอบ

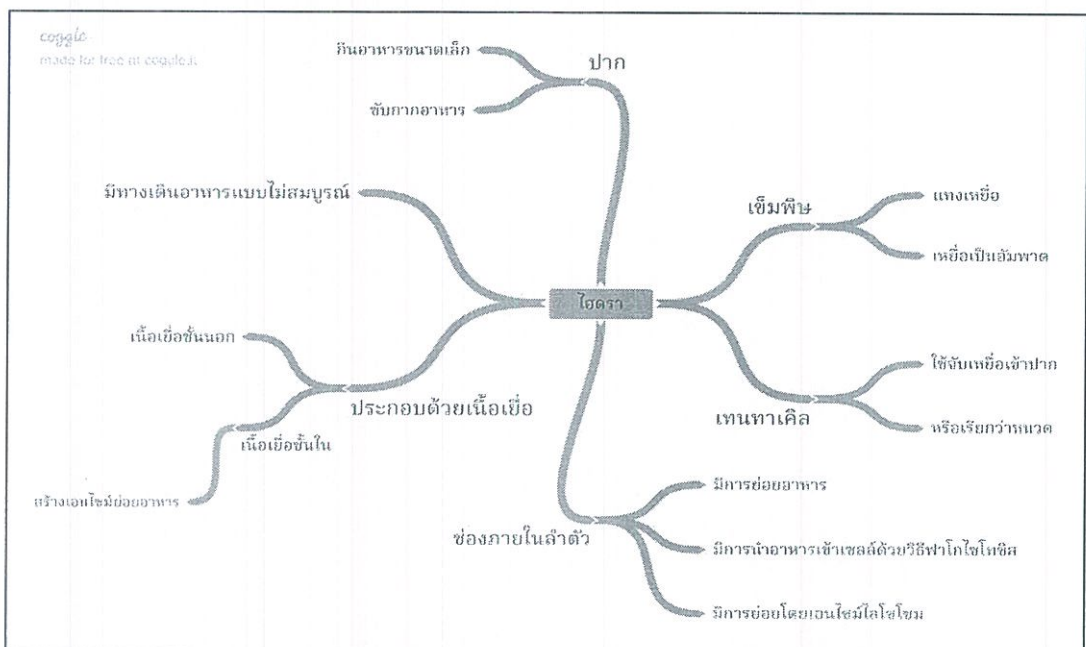
6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

6.1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง ทางเดินอาหารของไฮดรา ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เพื่อให้นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบของโครงสร้างในกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา และเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่จะเรียน เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

6.1.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันสนทนาแสดงความคิดเห็น โดยครูจัดบันทึกสิ่งที่นักเรียนร่วมกันตอบคำถามบนแอปพลิเคชัน Coggle ตามความเข้าใจของนักเรียน เป็นแผนผังความคิด (Mind mapping) ดังนี้

ตัวอย่างแผนผังความคิดแสดงทางเดินอาหารของไฮดรา



6.2 ชั้นเสริมมนต์ศน์พื้นฐาน (5 นาที)

6.2.1 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นข้อคำถาม ถูก – ผิด เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา โดยใช้แอปพลิเคชัน Piker หลักการตอบคือ ถ้าตอบถูกให้เลือก ก ถ้าตอบผิดให้เลือก ข คำถามมี 5 ข้อ ดังนี้

- 1) ไฮดราเป็นสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร (ตอบ ผิด)
- 2) เข็มพิษของไฮดราใช้แทงเหยื่อ ทำให้เหยื่อเป็นอัมพาต (ตอบ ถูก)
- 3) เนื้อเยื่อชั้นนอกมีหน้าที่สร้างเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร (ตอบ ผิด)
- 4) ไฮดรากินอาหารทางปาก และขับกากอาหารออกทางทวาร (ตอบ ผิด)
- 5) ไฮดราจับเหยื่อโดยใช้ tentacle (ตอบ ถูก)

6.2.2 ครูเฉลยคำตอบข้อที่ผิดให้ลูก ดังนี้

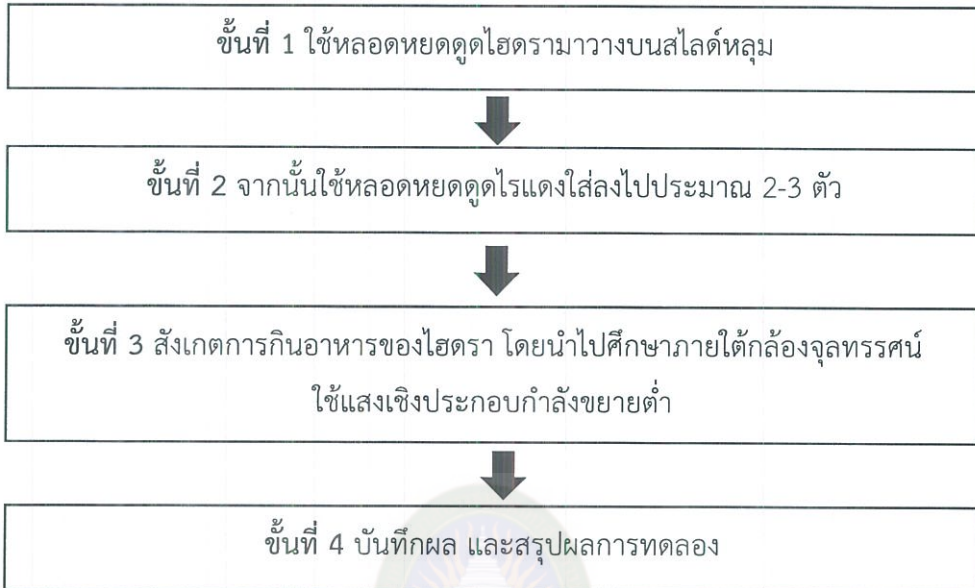
- 1) ไฮดราเป็นสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร (ตอบ ผิด คำตอบที่ถูกคือ ไฮดราเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์)
- 2) เข็มพิษของไฮดราใช้แทงเหยื่อ ทำให้เหยื่อเป็นอัมพาต (ตอบ ถูก)
- 3) เนื้อเยื่อชั้นนอกมีหน้าที่สร้างเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร (ตอบ ผิด คำตอบที่ถูกคือ เนื้อเยื่อชั้นในมีหน้าที่สร้างเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร)
- 4) ไฮดรากินอาหารทางปาก และขับกากอาหารออกทางทวาร (ตอบ ผิด คำตอบที่ถูกคือ ไฮดรากินอาหารทางปาก และขับกากอาหารออกทางปาก)
- 5) ไฮดราจับเหยื่อโดยใช้ tentacle (ตอบ ถูก)

6.3 ชั้นสอน (35 นาที)

6.3.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6-8 คน เพื่อปฏิบัติกิจกรรม เรื่องการกินอาหารของไฮดรา

6.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการทำกิจกรรม เรื่องการกินอาหารของไฮดรา โดยใช้แผนผังลำดับขั้นตอน (Sequential map) เขียนบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกรอบแนวคิดการปฏิบัติกิจกรรมในวันนี้

ตัวอย่างแผนผังลำดับขั้นตอนแสดงขั้นตอนการทำกิจกรรม
เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา



6.3.3 ครูให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ เรื่องการกินอาหารและการย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 แล้วรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการดูวีดิทัศน์และข้อมูลจากการสืบค้นไปทำกิจกรรมที่ 4.1 เรื่องการกินอาหารของไฮดรา

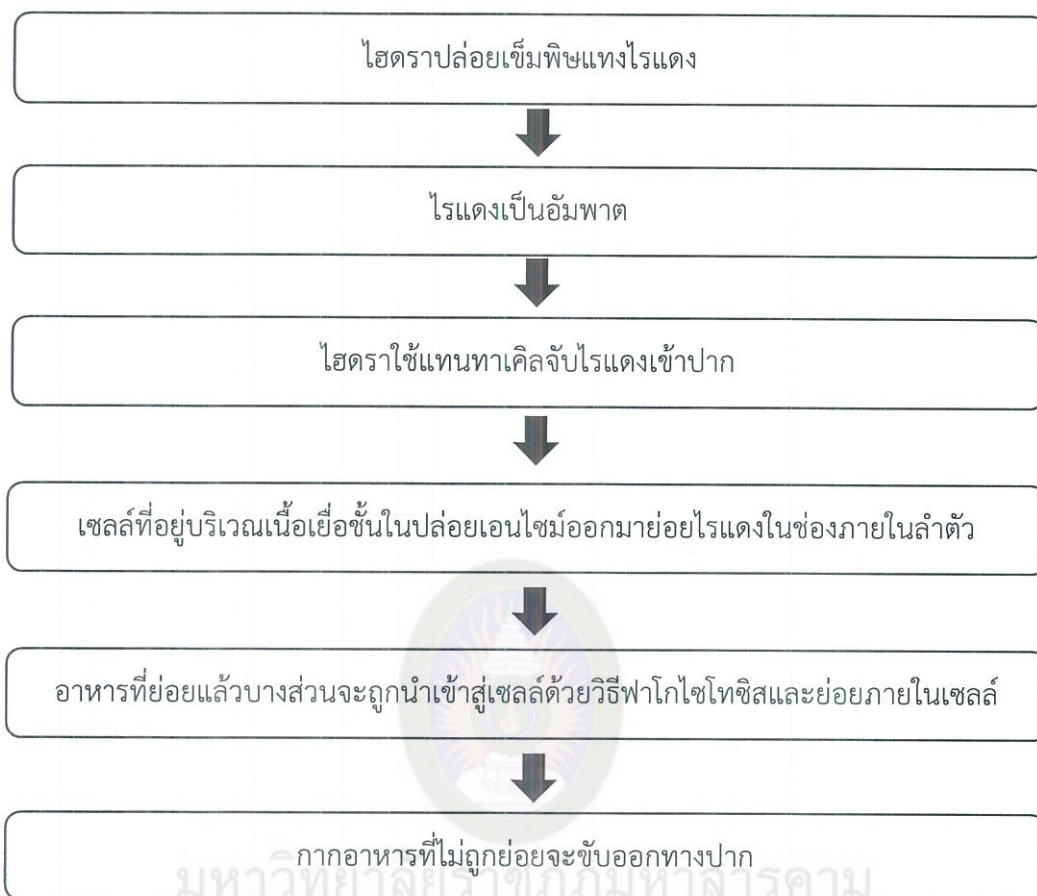
(วีดิทัศน์จาก <https://www.youtube.com/watch?v=P4hHgUvUHK4>)

6.4 ชั้นสรุปด้วยแผนผังมโนทัศน์ (15 นาที)

6.4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมว่า จากการทำกิจกรรมพบว่าไฮดราใช้แทนทาเคลจับไรแดงเข้าสู่ปาก ซึ่งเป็นช่องเปิดเข้าสู่ภายในช่องลำตัวเพียงช่องเดียวและขับถ่ายกากไรแดงที่เหลือจากการย่อยออกทางปาก

6.4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมเป็นแผนผังลำดับขั้นแสดงการกินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา ดังนี้

ตัวอย่างแผนผังลำดับขั้นแสดงการกินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา



6.4.3 ครูถามคำถามนักเรียน เพื่อทบทวนความเข้าใจ ดังนี้

- 1) ไฮดรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์หรือภายในเซลล์
(ตอบ ไฮดรามีการย่อยอาหารทั้งภายนอกเซลล์และภายในเซลล์)
- 2) วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร
(ตอบ ฟองน้ำจะใช้วิธีนำอาหารเข้าสู่ร่างกายโดยการกรองอาหารที่มากับน้ำทางช่องน้ำเข้า ส่วนไฮดราจะใช้แทนทาเคลจับเหยื่อแล้วส่งเข้าปากเพื่อเข้าสู่ช่องภายในลำตัว)

6.5 ชั้นประเมินผล

6.5.1 ประเมินจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อวัดความเข้าใจและความถูกต้องของแผนผังมโนทัศน์ โดยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา คำเชื่อมความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์การออกแบบแผนผัง และการคิดเชิงระบบ

6.5.2 ประเมินจากใบงาน เรื่องการกินอาหารของไฮดรา วัดทักษะความรู้ ความเข้าใจของเนื้อหา โดยตรวจสอบความถูกต้องจากใบงาน

6.5.3 ประเมินจากใบกิจกรรม เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

6.5.4 เช็คชื่อการเข้าเรียนของนักเรียน

6.5.5 ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรม
ของนักเรียน

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 4 (ว 32242)

7.2 โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์ เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

7.3 แบบทดสอบเป็นข้อคำถาม ถูก-ผิดก่อนเรียน เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

7.4 ใบความรู้ เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการประเมิน	เกณฑ์
พุทธิพิสัย			
1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกระบวนการย่อยอาหารของไฮดราได้	- ใบงาน เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา	- การตรวจใบงาน - เฉลยใบงานที่ 4 เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา	- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะพิสัย			
1. สังเกตการกินอาหารและทางเดินอาหารของไฮดราได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา	- สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม - ตรวจให้คะแนนใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
2. เขียนแผนผังแสดงการกินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของไฮดราได้	- แบบประเมินการเขียนแผนผังมโนทัศน์	- ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา คำเชื่อมความสัมพันธ์ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ การออกแบบแผนผังและการคิดเชิงระบบ	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
จิตพิสัย			
1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ 2. มีความละเอียดรอบคอบ 3. คิดไตร่ตรองมีเหตุผล	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	- ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม)

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

.....

.....

.....

3. การวัด / ประเมินผล

.....

.....

.....

4. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

5. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม)

ความเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายคมสันย์ วรรณจักร์)

ครูชำนาญการพิเศษ

...../...../.....

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายชัยชาญ นาสวรรณ)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์นครราชสีมา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

...../...../.....

ความเห็นของผู้บริหาร

- อนุมัติให้ใช้จัดการเรียนการสอนได้
- ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสิทธิชัย ยุบลวัฒน์)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

...../...../.....

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบย่อยอาหาร รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				รวม	คะแนนเก็บ
		ใบงาน	ใบกิจกรรม	แบบประเมินการเขียน แผนผังโน้ตคำ	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์		
		10	12	15	9	46	1
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม)

...../...../.....

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบย่อยอาหาร รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

คำชี้แจง ครูประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมและใบรายงานการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน แล้วบันทึก
ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

กลุ่มที่	รายการประเมิน				รวม	ผลการประเมิน	
	ทักษะการสังเกต	ทักษะการทดลอง	ทักษะการลงความ เห็นจากข้อมูล	ทักษะการแปล ความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป		ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	3	3	3	12	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม)

...../...../.....

เกณฑ์ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	อธิบายสิ่งที่สังเกตได้อย่างละเอียด ครบถ้วน ชัดเจน	อธิบายสิ่งที่สังเกตได้ แต่ยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถอธิบายสิ่งที่สังเกตได้
2. ทักษะการทดลอง	ออกแบบการทดลองเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง	ออกแบบการทดลองเป็นบางขั้นตอน ไม่ลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองถูกต้องเพียงบางส่วน	ออกแบบการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องน้อยมาก
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	มีการอธิบายข้อมูล สรุปประเด็น หรือเพิ่มความคิดเห็นของตนเองต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล	มีการอธิบายข้อมูล สรุปประเด็นบางส่วน หรือเพิ่มความคิดเห็นของตนเองต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตบางส่วนอย่างมีเหตุผล	ไม่มีการอธิบาย สรุปประเด็น หรือเพิ่มความคิดเห็นของตนเองต่อข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล
4. ทักษะการทดลอง	ออกแบบการทดลองเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง	ออกแบบการทดลองเป็นบางขั้นตอน ไม่ลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองถูกต้องเพียงบางส่วน	ออกแบบการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องน้อยมาก

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3 10 – 12 คะแนน มีพฤติกรรม ดี

ระดับ 2 5 – 9 คะแนน มีพฤติกรรม พอใช้

ระดับ 1 1 – 4 คะแนน มีพฤติกรรม ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผล

นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ระดับ 2 หรือมีพฤติกรรมพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินการเขียนแผนผังมโนทัศน์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบย่อยอาหาร รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

คำชี้แจง ผู้สอนประเมินจากความถูกต้องของเนื้อหา การนำเสนอข้อมูล และการออกแบบแผนภาพ

กลุ่มที่	รายการประเมิน					รวม	ผลการประเมิน	
	เนื้อหา	คำเชื่อมความสัมพันธ์	การเชื่อมโยงความสัมพันธ์	การออกแบบ	การคิดเชิงระบบ		ผ่าน	ไม่ผ่าน
	3	3	3	3	3			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม)

...../...../.....

เกณฑ์ประเมินการเขียนแผนผังมโนทัศน์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. เนื้อหา	ระบุมโนทัศน์สำคัญ และเขียนเนื้อหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	ระบุมโนทัศน์สำคัญ และเขียนเนื้อหาได้ถูกต้อง	ระบุมโนทัศน์สำคัญ และเขียนเนื้อหาได้บางส่วน
2. คำเชื่อมความสัมพันธ์	คำเชื่อมเข้าใจง่าย ถูกต้องเหมาะสม เชื่อมกับเนื้อหาได้ดี	คำเชื่อมถูกต้องเหมาะสม เชื่อมกับเนื้อหาได้	คำเชื่อมเชื่อมกับเนื้อหาได้บางส่วน
3. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์	เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยลำดับชั้นของมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจงได้ถูกต้องสมบูรณ์	เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยลำดับชั้นของมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจงได้ถูกต้อง	เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยลำดับชั้นของมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจงได้บางส่วน
4. การออกแบบ	มีการใช้รูปภาพสอดคล้องกับเนื้อหา ตัวอักษรและสีสันท่าสนใจ มีมาตราส่วน และสมดุลของภาพ	มีการใช้ตัวอักษรและสีสันท่าสนใจ มีมาตราส่วน และสมดุลของภาพ	มีการใช้ตัวอักษร และสีสันท่าสนใจ ขาดมาตราส่วนและสมดุลของภาพ
5. การคิดเชิงระบบ	มีการคิดเป็นกระบวนการ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วน ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันได้สมบูรณ์ มีเหตุผล ทำให้มองเห็นเป็นภาพโดยรวมได้ชัดเจน	มีการคิดเป็นกระบวนการ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันได้ มีเหตุผล บางส่วน ทำให้มองเห็นเป็นภาพโดยรวม	มีการคิดเป็นกระบวนการ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วน ประกอบต่างๆ ได้บางส่วน ทำให้มองเห็นเป็นภาพโดยรวมไม่ชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3	11 - 15 คะแนน	มีพฤติกรรม	ดี
ระดับ 2	6 - 10 คะแนน	มีพฤติกรรม	พอใช้
ระดับ 1	1 - 5 คะแนน	มีพฤติกรรม	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผล

นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ระดับ 2 หรือมีพฤติกรรมพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบย่อยอาหาร รหัสวิชา ว 32242 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วบันทึก
ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			รวม	ผลการประเมิน	
		มีความสนใจใฝ่เรียนรู้	มีความละเอียดรอบคอบ	คิดไตร่ตรองมีเหตุผล		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	3	9		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา มีความตั้งใจ และมีความเพียรพยายามในการเรียน เข้าร่วมกิจกรรม ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากตำราเรียน และใช้สื่อเทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ สรุปเป็นองค์ความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	เข้าเรียนช้ากว่า 15 นาที มีความตั้งใจ และมีความเพียรพยายามในการเรียน เข้าร่วมกิจกรรม ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากตำราเรียน และใช้สื่อเทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ สรุปเป็นองค์ความรู้ และประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	เข้าเรียนช้ากว่า 20 นาที ตั้งใจเรียน และไม่มี ความเพียรพยายามในการ เรียนรู้ และไม่เข้าร่วม กิจกรรม
2. มีความละเอียดรอบคอบ	ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่วางไว้อย่างเป็นระบบ มีความรอบคอบ ละเอียดถี่ถ้วน ทำงานถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมเนื้อหาและหัวข้อ รายละเอียดที่สำคัญ	ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนที่วางไว้อย่างเป็นระบบ มีความรอบคอบ ทำงานถูกต้อง แต่ไม่ ครอบคลุมเนื้อหาและ หัวข้อรายละเอียดที่สำคัญ	ไม่ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่วางไว้ ไม่มี ความรอบคอบ ส่งผลทำ ให้งานไม่ถูกต้อง
3. คิดไตร่ตรอง มีเหตุผล	คิดวางแผน ไตร่ตรองก่อนลงมือปฏิบัติ ตัดสินใจ ดำเนินการปฏิบัติอย่างรอบคอบ และคำนึงถึงผลที่ คาดว่าจะเกิดขึ้นในการปฏิบัติ	คิดวางแผน ไตร่ตรองก่อนลงมือปฏิบัติ ขาดการ ตัดสินใจดำเนินการปฏิบัติ อย่างรอบคอบ และไม่ คำนึงถึงผลที่จะเกิดขึ้นใน การปฏิบัติ	ไม่มีการคิดวางแผน ไตร่ตรองก่อนลงมือ ปฏิบัติ ขาดการตัดสินใจ อย่างรอบคอบ และไม่คำนึงถึงผลที่จะ เกิดขึ้นในการปฏิบัติ

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3	7 – 9	คะแนน	มีพฤติกรรม	ดี
ระดับ 2	4 – 6	คะแนน	มีพฤติกรรม	พอใช้
ระดับ 1	1 – 3	คะแนน	มีพฤติกรรม	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผล

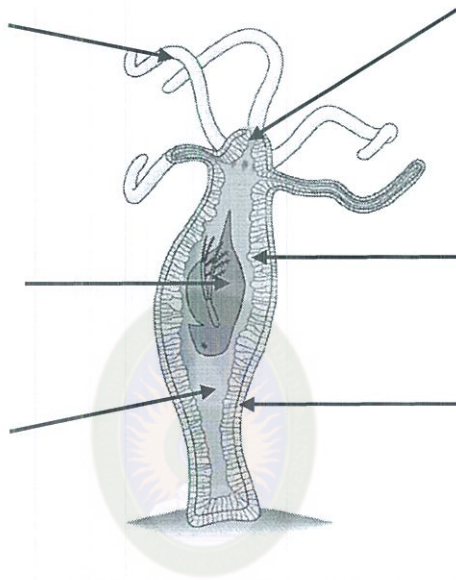
นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ระดับ 2 หรือมีพฤติกรรมพอใช้ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

ใบงาน

เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

ชื่อ - สกุล..... ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง เติมส่วนประกอบลงในช่องว่าง ให้สมบูรณ์ และตอบคำถามให้ถูกต้อง



1. เมื่อเหยื่อเข้ามาสัมผัสบริเวณ tentacle ไฮดราจะปล่อยสิ่งใดออกมา และเหยื่อจะมีอาการอย่างไร

.....

2. เนื้อเยื่อชั้นในของไฮดรามีหน้าที่อย่างไร

.....

3. สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ นอกเหนือจากไฮดรา ได้แก่อะไรบ้าง

.....

4. ไฮดรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์อย่างไร

.....

.....

5. ไฮดรามีการย่อยอาหารภายในเซลล์อย่างไร

.....

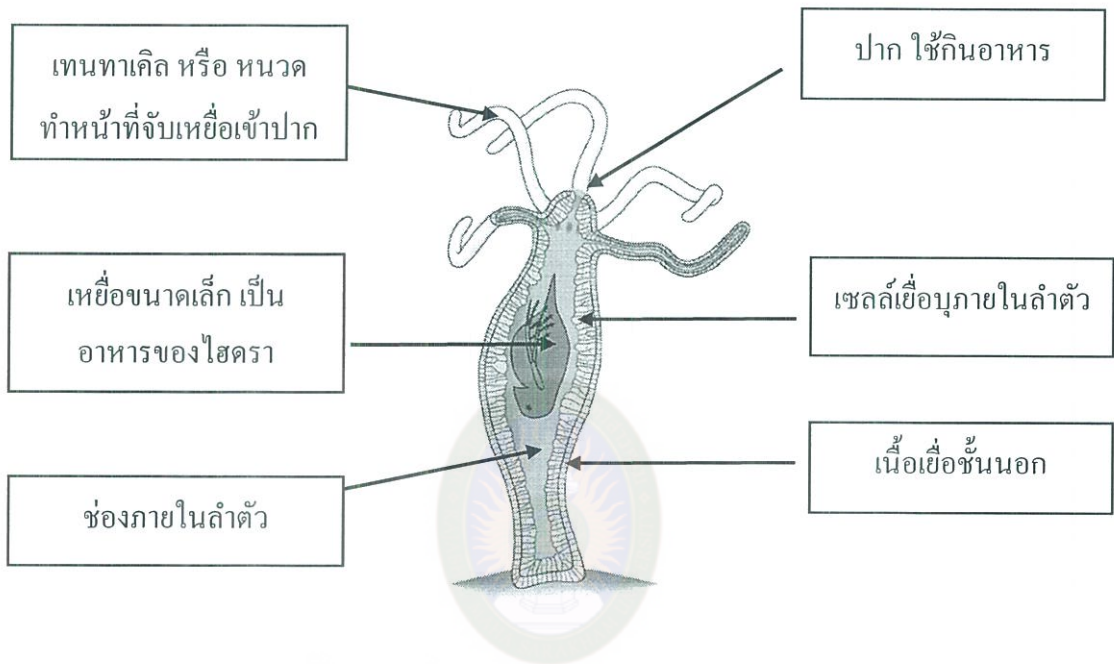
.....

เฉลยใบงาน

เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา

ชื่อ - สกุล..... ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง เต็มส่วนประกอบลงในช่องว่าง ให้สมบูรณ์ และตอบคำถามให้ถูกต้อง



1. เมื่อเหยื่อเข้ามาสัมผัสบริเวณ tentacle ไฮดราจะปล่อยสิ่งใดออกมา และเหยื่อจะมีอาการอย่างไร
 ตอบ ไฮดราจะปล่อยเข็มพิษ หรือ nematocyst ออกมาแทงเหยื่อ ทำให้เหยื่อเป็นอัมพาต

2. เนื้อเยื่อชั้นในของไฮดราทำหน้าที่อย่างไร

ตอบ สร้างเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร

3. สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ นอกเหนือจากไฮดรา ได้แก่อะไรบ้าง

ตอบ แมงกะพรุน พลาเนเรีย

4. ไฮดรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์อย่างไร

ตอบ เซลล์ต่อมทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย ส่งไปย่อยอาหารที่อยู่ใน gastrovascular cavity ซึ่งเป็นการย่อยภายนอกเซลล์ กากอาหารจะถูกขับออกทางช่องปาก

5. ไฮดรามีการย่อยอาหารภายในเซลล์อย่างไร

ตอบ เซลล์ย่อยอาหาร (digestive or nutritive cell) ส่วนปลายจะมีแฟลกเจลลัม ทำหน้าที่จับอาหารที่มีขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์ สามารถสร้าง food vacuole และย่อยโดยเอนไซม์ในไลโซโซม จึงเกิดการย่อยภายในเซลล์

ใบกิจกรรม

เรื่องการกินอาหารของไฮดรา

กลุ่ม..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....ประธาน
 ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....รองประธาน
 ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....เลขานุการ
 ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....สมาชิก
 ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....สมาชิก
 ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....หน้าที่.....สมาชิก

จุดประสงค์

1. สังเกต สังเกตการกินอาหารและทางเดินอาหารของไฮดรา
2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบันทึกผลและสรุปผลการทำกิจกรรม

ให้ถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์

วัสดุและอุปกรณ์

1. ไฮดรา
2. ไรน้ำ
3. น้ำ
4. หลอดหยด
5. สไลด์หลุม
6. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ

วิธีการทำกิจกรรม

1. ใช้หลอดหยดดูดไฮดรามาวางบนสไลด์หลุม จากนั้นใช้หลอดหยดดูดไรแดงใส่ลงไป ประมาณ 2-3 ตัว สังเกตการกินอาหารของไฮดรา โดยนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบกำลังขยายต่ำ แล้วบันทึกผลที่สังเกตได้
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมจากการสังเกต

ลักษณะของไฮดรา	ส่วนประกอบของไฮดรา

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คำถามท้ายกิจกรรม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ไฮดรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์หรือภายในเซลล์

.....

.....

2. วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

3. เขียนแผนผังแสดงการกินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เฉลยใบกิจกรรม เรื่องการกินอาหารของไฮดรา

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมจากการสังเกต

ลักษณะของไฮดรา	ส่วนประกอบของไฮดรา
<p>(ลักษณะขึ้นอยู่กับนักเรียนแต่ละกลุ่มจะสังเกตเห็นได้)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปาก - เทนทาเคิล - ช่องภายในลำตัว - เนื้อเยื่อชั้นนอก - เนื้อเยื่อชั้นใน

สรุปผลการทำกิจกรรม

จากการทำกิจกรรมการกินอาหารของไฮดรา พบว่า ไฮดราใช้เทนทาเคิลจับไรแดงเข้าสู่ปาก ซึ่งเป็นช่องเปิดเข้าสู่ภายในลำตัวเพียงช่องเดียว และขับกากไรแดงที่เหลือจากการย่อยออกทางปาก

คำถามท้ายกิจกรรม

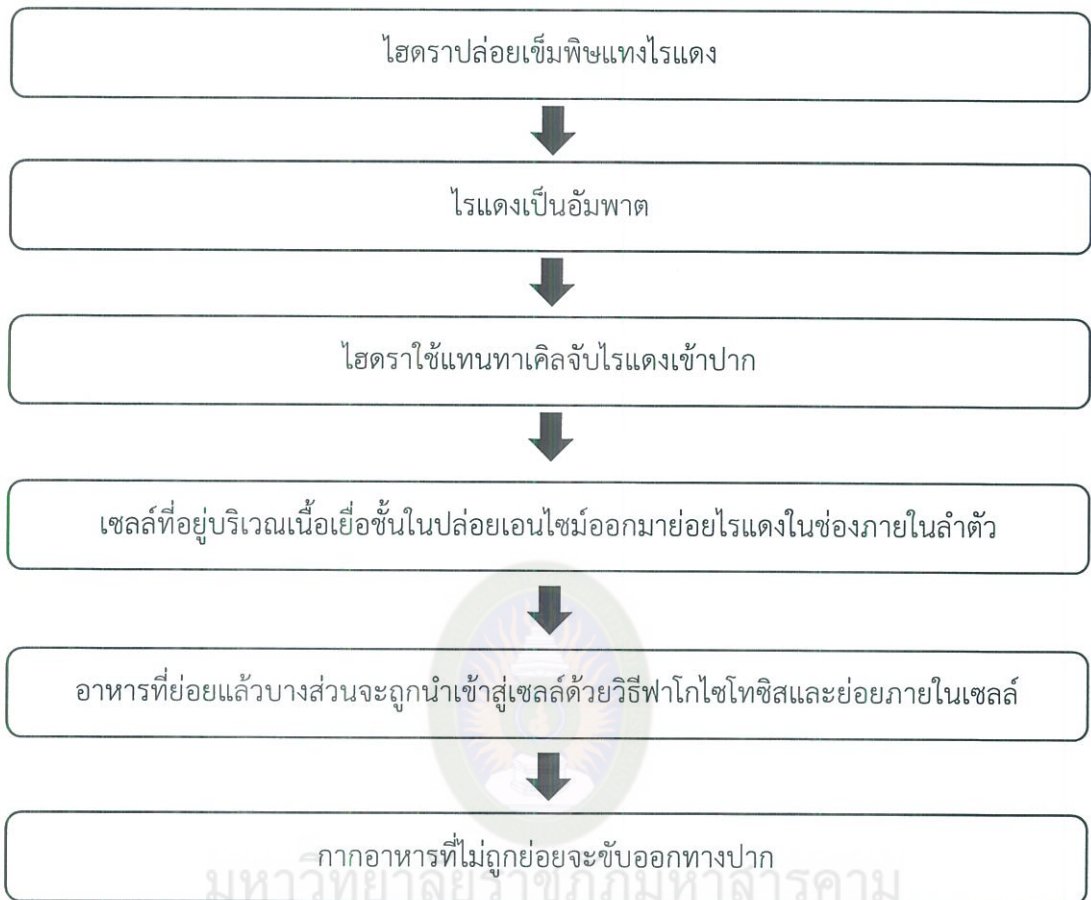
1. ไฮดรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์หรือภายในเซลล์

ตอบ ไฮดรามีการย่อยอาหารทั้งภายนอกเซลล์และภายในเซลล์

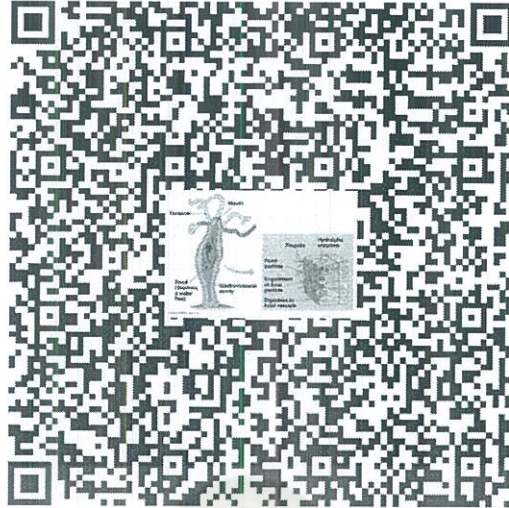
2. วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ฟองน้ำจะใช้วิธีนำอาหารเข้าสู่ร่างกายโดยการกรองอาหารที่มากับน้ำทางช่องน้ำเข้า ส่วนไฮดราจะใช้เทนทาเคิลจับเหยื่อแล้วส่งเข้าปากเพื่อเข้าสู่ช่องภายในลำตัว

3. เขียนแผนผังแสดงการกินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา



ใบความรู้
เรื่องการกินอาหารของไฮดรา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ตัวอย่าง) แบบวัดการคิดเชิงระบบ

แบบวัดการคิดเชิงระบบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

- คำชี้แจง 1. แบบวัดการคิดเชิงระบบ จำนวน 15 ข้อ (ข้อละ 3 คะแนน)
2. เวลาในการทำข้อสอบ 120 นาที
 3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วทำเครื่องหมาย (X) ข้อที่ถูกต้องลงในข้อสอบ พร้อมอธิบายเหตุผลในแต่ละข้อ

จงอ่านสถานการณ์ที่ 1 เพื่อใช้ในการตอบคำถามข้อ 1-3

สถานการณ์ที่ 1

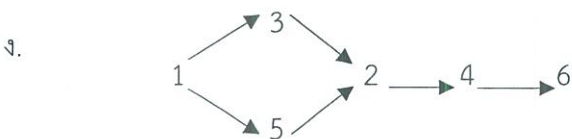
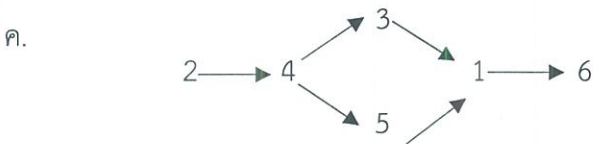
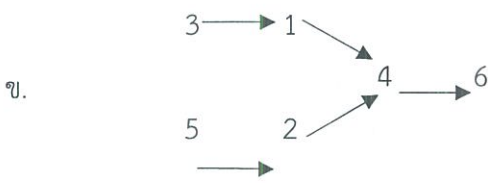
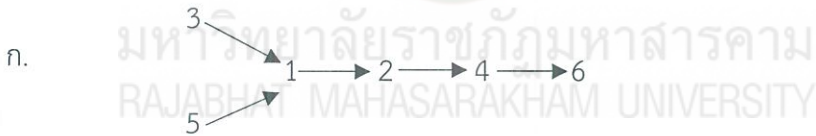
โลกร้อนเป็นวิกฤติที่จะมีผลกระทบต่อมนุษย์ทุกคนในโลก ซึ่งหนีจากวิกฤตินี้ไม่ได้ การที่โลกร้อนขึ้นสองหรือสามองศาในอนาคตจะมีผลมหาศาลกับภูมิอากาศ จะทำให้ฝนแล้งในหลายที่จนระบบเกษตรหายนะจะทำให้น้ำท่วมพื้นที่ต่างๆ เพราะน้ำแข็งในขั้วโลกละลายและจะทำให้มีพายุร้ายแรงทั่วโลกเพราะมีผลกระทบต่อกระแสน้ำในทะเลและทิศทางลม เราอาจคิดว่าแค่การเพิ่มอุณหภูมิสองหรือสามองศาจะไม่มีผลอะไรแต่ในความเป็นจริงมันจะทำให้ลายความสมดุลของระบบนิเวศโลกและก่อให้เกิดวงจรร้ายที่เพิ่มปริมาณความร้ายแรงขึ้นเรื่อยๆ โลกร้อนเกิดจากการสะสมก๊าซในบรรยากาศโลกประเภทที่ปิดบังไม่ให้แสงอาทิตย์ถูกสะท้อนกลับออกจากโลกได้ ความร้อนจึงสะสมมากขึ้น ก๊าซหลักที่เป็นปัญหาคือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แต่มีก๊าซอื่นๆ ด้วยที่สร้างปัญหา ก๊าซ CO₂ นี้ถูกผลิตขึ้นเมื่อมีการเผาเชื้อเพลิงคาร์บอน เช่น ถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติ และแหล่งผลิต CO₂ หลักๆ คือโรงไฟฟ้าที่เผาถ่านหิน/น้ำมัน/ก๊าซ และระบบขนส่งที่ใช้ น้ำมันโดยเฉพาะรถยนต์ส่วนตัวและเครื่องบิน

1. สถานการณ์ระบุข้อชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใดมากที่สุด (การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก)
 - ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้โลกร้อน
 - ข. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน
 - ค. โรงไฟฟ้าทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน
 - ง. ฝนแล้งมีสาเหตุมาจากน้ำแข็งขั้วโลกละลาย

เหตุผล.....

2. จากขั้นตอนการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ แผนภาพการแก้ปัญหาที่ถูกต้องคือข้อใด
 (การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล)

- กำหนดสถานการณ์การแก้ปัญหาให้ ดังนี้
1. เปลี่ยนการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงคาร์บอนเป็นการผลิตพลังงานจากลม
 คลื่น และแสงแดด
 2. ประชาชนลดการใช้พลังงานในบ้านด้วยการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เมื่อ
 ไม่ได้ใช้งาน
 3. รัฐบาลณรงค์ไม่ให้มีการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน
 4. ชักชวนคนอื่นๆ รอบข้างให้ช่วยกันดูแลสิ่งแวดล้อมและลดปัญหาภาวะโลกร้อน
 5. เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการประหยัดไฟฟ้า ช่วยลดภาวะโลกร้อน
 6. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง



เหตุผล.....

3. การตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสมกับสถานการณ์นี้
 (การบ่อนกลับของเรื่องราว)

- ก. ประชาชนมีความรู้เรื่องการลดภาวะโลกร้อนมากขึ้น
- ข. ประชาชนช่วยกันประหยัดไฟมากขึ้น
- ค. น้ำแข็งขั้วโลกไม่ละลาย
- ง. มีการผลิตพลังงานจากลม คลื่น และแสงแดดมากขึ้น

เหตุผล.....

จงอ่านสถานการณ์ที่ 2 เพื่อใช้ในการตอบคำถามข้อ 4-6
 สถานการณ์ที่ 2

ปัจจุบันประชาชนมีความตื่นตัวเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น โดยหันมาออกกำลังกาย และรับประทานอาหารสุขภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อย่างไรก็ตามปัญหาสารตกค้างในผัก และผลไม้ยังเป็นภัยใกล้ตัวที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวันโดยเฉพาะสารที่รู้จักกันในนามของ ยาฆ่าแมลงและยาฆ่าหญ้า สารทั้งสองประเภทนี้จัดเป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชซึ่งเป็นสารที่มีการใช้ในภาคเกษตรกรรมเพื่อกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่นที่เป็นอันตรายหรือก่อความเสียหายต่อ ผลผลิตทางการเกษตร เช่น แมลง วัชพืช หนู สัตว์แทะ หอยและปู เป็นต้น นอกจากยาฆ่าแมลง และยาฆ่าหญ้าแล้วยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่ถูกนำมาใช้เพื่อกำจัดศัตรูพืช โดยสามารถ แบ่งสารเคมีเหล่านี้ตามชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการควบคุมหรือกำจัด

4. สถานการณ์ระบุหรือชี้ให้เห็นถึงปัญหาในข้อใดมากที่สุด (การวิเคราะห์ระบบในแนวลึก)
- ก. สารตกค้างในผักและผลไม้เป็นเรื่องทั่วไป
 - ข. สารตกค้างในผักและผลไม้เกิดจากสารเคมี
 - ค. สารเคมีใช้กำจัดศัตรูพืชได้หลายชนิด
 - ง. อันตรายจากสารเคมี

เหตุผล.....

5. จากขั้นตอนที่กำหนดให้ ขั้นตอนในข้อใดควรเป็นขั้นตอนแรกในการแก้ปัญหา
 (การคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล)

กำหนดสถานการณ์ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. หยุดใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
2. ใช้วิถีธรรมชาติแทนการใช้สารเคมี
3. ใช้สารเคมีให้ถูกวิธี
4. ล้างผักและผลไม้ให้สะอาดก่อนรับประทาน
5. เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับอันตรายของสารเคมี
6. ควบคุมสารเคมีที่เป็นอันตราย

- ก. 5
 ข. 6
 ค. 3 และ 4
 ง. 1 และ 2

เหตุผล.....

 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

6. การตรวจสอบการแก้ปัญหว่าได้ผลหรือไม่ ควรพิจารณาข้อใดจึงเหมาะสมกับสถานการณ์นี้
 (การป้อนกลับของเรื่องราว)

- ก. ประชาชนมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมีมากขึ้น
 ข. มีการใช้สารเคมีน้อยลง
 ค. ประชาชนใช้สารเคมีได้ถูกวิธี
 ง. มีการควบคุมอย่างเข้มงวด

เหตุผล.....

(ตัวอย่าง) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องระบบย่อยอาหาร

รหัส ว32242 รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563

- คำชี้แจง 1. ข้อสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน)
 2. เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
 3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดบอกความหมายของกระบวนการย่อยอาหารได้ถูกต้อง

- ก. กระบวนการสลายอนุภาคอาหารให้มีขนาดเล็ก
 ข. กระบวนการสลายอนุภาคอาหารให้มีขนาดเล็ก จนสามารถดูดซึมเข้าสู่กระเพาะอาหารได้
 ค. กระบวนการสลายอนุภาคอาหารให้มีขนาดเล็ก จนสามารถดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กได้
 ง. กระบวนการสลายอนุภาคอาหารให้มีขนาดเล็ก จนสามารถดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้

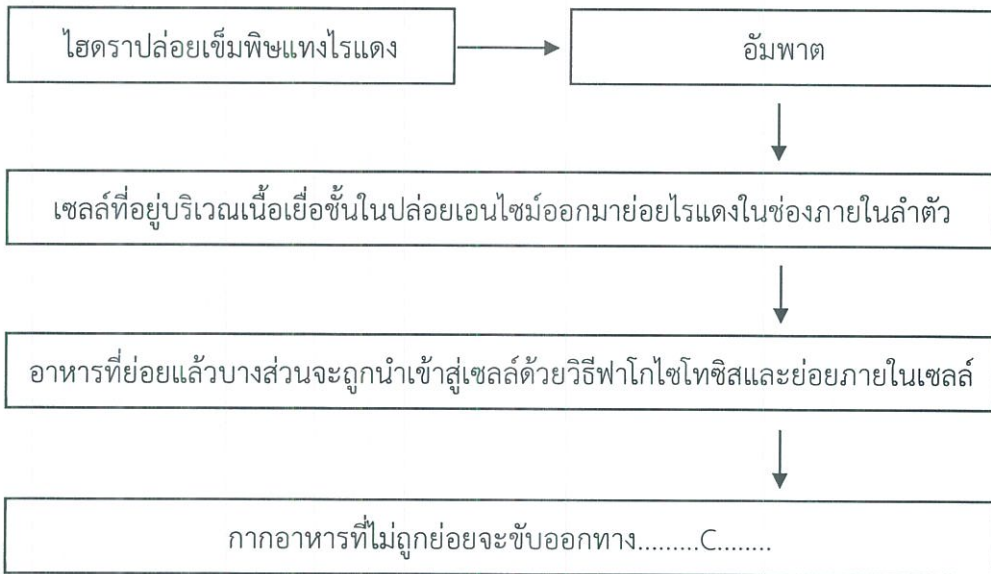
2. ข้อใดเปรียบเทียบสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ ได้ถูกต้อง

ตัวเลือก	สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์	สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์
ก.	ทางเข้าของอาหาร เรียกว่า ปาก	ทางเข้าของอาหาร เรียกว่า ร่องปาก
ข.	ทางออกของอาหาร เรียกว่า ทวารหนัก	ทางออกของอาหาร เรียกว่า ทวารหนัก
ค.	ทางเดินอาหารมีช่องเปิดทางเดียว	ทางเดินอาหารมีช่องเปิด 2 ทาง
ง.	ทางเดินอาหารมีช่องเปิด 2 ทาง	ทางเดินอาหารมีช่องเปิดทางเดียว

3. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการกินอาหารของไฮดราได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ใช้ซิเลียโบกพัดอาหารเข้าปาก
 ข. ยื่นส่วนของเท้าเทียมมาโอบล้อมอาหาร
 ค. ใช้เทนท์เซลล์จับเหยื่อแล้วส่งเข้าปากเพื่อเข้าสู่ช่องภายในลำตัว
 ง. โคเอโนไซต์ใช้แฟลเจลลัมโบกพัดอาหารเข้าเซลล์

พิจารณาแผนภาพแล้วตอบคำถามข้อ 4



4. จากแผนภาพ C คือข้อใด

ก. ปาก

ค. ด้านข้างลำตัว

ข. ทวารหนัก

ง. คอหอย

5. ระบบทางเดินอาหารเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ใด

ก. ฟัน – ลำไส้ใหญ่

ค. ปาก – ไส้ตรง

ข. ปาก - ทวารหนัก

ง. กระเพาะอาหาร – ลำไส้ใหญ่

6. การย่อยอาหารโดยใช้เอนไซม์เกิดขึ้นครั้งแรกที่อวัยวะใด

ก. กระเพาะอาหาร

ค. ปาก

ข. หลอดอาหาร

ง. คอหอย

7. อวัยวะใดในระบบทางเดินอาหารที่ไม่มีการย่อยเชิงเคมี

ก. ปาก

ค. กระเพาะอาหาร

ข. หลอดอาหาร

ง. ลำไส้เล็ก

8. เมื่อเคี้ยวข้าวเป็นเวลานานจะได้รสชาติหวาน เป็นเพราะเหตุใด

ก. เนื่องจากในน้ำลายมีคาร์โบไฮเดรต ช่วยย่อยกลูโคสให้เป็นอะไมเลส

ข. เนื่องจากในน้ำลายมีเอนไซม์อะไมเลส ช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาล

ค. เนื่องจากในน้ำลายมีเอนไซม์เพปซิน ช่วยย่อยโปรตีนให้เป็นน้ำตาล

ง. เนื่องจากในน้ำลายมีเอนไซม์อะไมเลส ช่วยย่อยกลูโคสให้เป็นน้ำตาล

9. อาหารประเภทลิวติด เมื่อย่อยแล้วจะลำเลียงเข้าหลอดเลือดฝอยภายในวิลลัสของลำไส้เล็ก

ข้อความดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ถูก เพราะเมื่อซีทถูกย่อยแล้วจะลำเลียงเข้าหลอดเลือดฝอยภายในวิลลัสของลำไส้เล็ก

ข. ผิด เพราะเมื่อเนื้อถูกย่อยแล้วจะลำเลียงเข้าหลอดน้ำเหลืองฝอยภายในวิลลัสของลำไส้เล็ก

ค. ถูก เพราะเมื่อเนื้อไก่ถูกย่อยแล้วจะลำเลียงเข้าหลอดเลือดฝอยภายในวิลลัสของลำไส้เล็ก

ง. ผิด เพราะเมื่อเนยถูกย่อยแล้วจะลำเลียงเข้าหลอดน้ำเหลืองฝอยภายในวิลลัสของลำไส้เล็ก

10. วิตามิน A เมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่ไมโครวิลลัสแล้วจะมีการลำเลียงเข้าสู่หลอดเลือดฝอยหรือหลอดน้ำเหลืองฝอย เพราะเหตุใด

ก. หลอดเลือดฝอย เพราะวิตามิน A ละลายในน้ำได้ จึงถูกดูดซึมพร้อมกับวิตามิน D E และ K

ข. หลอดน้ำเหลืองฝอย เพราะวิตามิน A ละลายในไขมันได้ จึงถูกดูดซึมพร้อมกับกรดไขมัน และกลีเซอรอล

ค. หลอดเลือดฝอย เพราะวิตามิน A ละลายในไขมันได้ จึงถูกดูดซึมพร้อมกับกรดไขมัน

ง. หลอดน้ำเหลืองฝอย เพราะวิตามิน A ละลายในน้ำได้ จึงถูกดูดซึมพร้อมกับกรดอะมิโน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังโน้ตค้น จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4	4	4
1.2 สอดคล้องและครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4	4	4
1.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4	4	4	4	4	4	4	4
เฉลี่ยรวมด้านที่ 1	4	4	4	4	4	4	4	4
2. ด้านสาระการเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	4	3.67	4	3.67	4	3.67	4
2.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	4	4	3.67	4	4	4
เฉลี่ยรวมด้านที่ 2	3.84	4	3.84	4	3.67	4	3.84	4
3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้								
3.1 สอดคล้องจุดประสงค์และการวัดประเมินผล	4	4	4	4	4	4	4	4
3.2 สอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4	4	4
3.3 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4	4	4	3.67	4	4	4	4
3.4 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	3.67	3.67	4	4	4	4	4	4

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1	2	3	4	5	6	7	8
3.5 มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4	4	3.67	4	3.67	4	4	4
3.6 เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	4	4	3.67	4	3.67	4	4	4
3.7 ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดเชิงระบบจากกระบวนการเรียนรู้รูปแบบแผนผังโน้ตค้น	4	4	3.67	4	4	3.67	3.67	3.67
3.8 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.33	3.67	3.67
3.9 ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้หมักกับความรู้เดิม ที่มาจาก การปฏิบัติกิจกรรม	4	4	3.67	4	4	4	3.67	4
3.10 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดเชิงระบบ	3.67	4	4	3.67	4	3.67	4	4
3.11 ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มในการทำกิจกรรม	4	4	4	4	4	3.67	4	4
เฉลี่ยรวมด้านที่ 3								
4. ด้านสื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้								
4.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4	4	3.67	4	4	4	3.67	4
4.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	3.67	3.67	3.67	4	3.67
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4	4	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	5 คะแนน	6 คะแนน	7 คะแนน	8 คะแนน
5. ด้านการวัดประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	3.67	4	4	4	4	4	4
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	3.67	4	4	4	4	4	4
5.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	3.67	4	4	4	4
5.4 สอดคล้องกับวัยของผู้เรียน	4	4	4	4	3.67	4	4	3.64
5.5 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	4	4	4	4	4	4	3.67	4
เฉลี่ยรวมด้านที่ 5	4	3.87	4	3.93	3.93	4	3.67	3.93
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.94	3.95	3.90	3.93	3.89	3.92	3.90	3.94
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.12	0.12	0.14	0.13	0.15	0.16	0.14	0.12
แปลความหมาย	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มาก

จากตารางสรุปว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่องระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 8 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.89-3.95 (S.D. = 0.12-0.16) หมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ ค.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดการคิดเชิงระบบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินได้ค่า IOC คือ 1.00

ตารางที่ ค.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการคิดเชิงระบบ จำนวน 15 ข้อ

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.77	ใช้ได้	เหมาะสม
2	0.64	ใช้ได้	เหมาะสม
3	0.42	ใช้ได้	เหมาะสม
4	0.67	ใช้ได้	เหมาะสม
5	0.45	ใช้ได้	เหมาะสม
6	0.35	ใช้ได้	เหมาะสม
7	0.27	ใช้ได้	เหมาะสม
8	0.31	ใช้ได้	เหมาะสม
9	0.38	ใช้ได้	เหมาะสม
10	0.67	ใช้ได้	เหมาะสม
11	0.31	ใช้ได้	เหมาะสม
12	0.46	ใช้ได้	เหมาะสม
13	0.85	ใช้ได้	เหมาะสม
14	0.49	ใช้ได้	เหมาะสม
15	0.45	ใช้ได้	เหมาะสม

จากตารางสรุปว่า แบบวัดการคิดเชิงระบบทั้งหมด 15 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27-0.85 ซึ่งนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงระบบ จำนวน 15 ข้อ

ข้อที่	X_i	X_i^2	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	30	900	19	361
2	22	484	11	121
3	25	625	14	196
4	29	841	18	324
5	24	576	13	169
6	20	400	9	81
7	31	961	20	400
8	25	625	14	196
9	22	484	11	121
10	33	1089	22	484
11	25	625	14	196
12	25	625	14	196
13	28	784	17	289
14	22	484	11	121
15	20	400	9	81
รวม	381	9903	216	3336

จากตารางสรุปว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดเชิงระบบเท่ากับ 0.95

ตารางที่ ค.5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 3 ท่าน

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{n}$	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	ไม่สอดคล้อง
20	0	0	1	1	0.33	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
24	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$	แปลผล
	1	2	3			
27	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
28	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
31	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
33	0	1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
34	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
38	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
43	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
44	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
45	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
46	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
47	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
48	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
49	0	0	1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
50	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
51	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
52	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	$IOC = \frac{\sum R}{n}$	แปลผล
	1	2	3			
53	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
54	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
55	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
56	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
57	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
58	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
59	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
60	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมินค่า IOC พบว่ามีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 3 ข้อ ที่ไม่สอดคล้อง และมีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 57 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค.6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพของ ข้อสอบ
1	0.41	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	เหมาะสม
2	0.65	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	เหมาะสม
3	0.49	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	เหมาะสม
4	0.49	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	เหมาะสม
5	0.59	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	เหมาะสม
6	0.65	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	เหมาะสม
7	0.43	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	เหมาะสม
8	0.43	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	เหมาะสม
9	0.65	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	เหมาะสม
10	0.7	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	เหมาะสม
11	0.57	ใช้ได้	0.4	ใช้ได้	เหมาะสม
12	0.57	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	เหมาะสม
13	0.59	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	เหมาะสม
14	0.68	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	เหมาะสม
15	0.49	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	เหมาะสม
16	0.43	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	เหมาะสม
17	0.46	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	เหมาะสม
18	0.68	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	เหมาะสม
19	0.59	ใช้ได้	0.5	ใช้ได้	เหมาะสม
20	0.7	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	เหมาะสม
21	0.51	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	เหมาะสม
22	0.59	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	เหมาะสม
23	0.62	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	เหมาะสม
24	0.76	ใช้ได้	0.62	ใช้ได้	เหมาะสม
25	0.62	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	เหมาะสม

(ต่อ)

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพของ ข้อสอบ
26	0.73	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	เหมาะสม
27	0.68	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	เหมาะสม
28	0.73	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	เหมาะสม
29	0.78	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	เหมาะสม
30	0.78	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	เหมาะสม

จากตารางสรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.41-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.69 ซึ่งนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	X_i	X_i^2	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	35	1225	14	196
2	30	900	9	81
3	27	729	6	36
4	29	841	8	64
5	32	1024	11	121
6	21	441	0	0
7	33	1089	12	144
8	22	484	1	1
9	22	484	1	1
10	22	484	1	1
11	22	484	1	1
12	26	676	5	25
13	25	625	4	16
14	24	576	3	9
15	28	784	7	49
16	28	784	7	49
17	21	441	0	0
18	33	1089	12	144
19	32	1024	11	121
20	33	1089	12	144
21	28	784	7	49
22	26	676	5	25
23	27	729	6	36
24	21	441	0	0
25	25	625	4	16
26	23	529	2	4
27	27	729	6	36
28	21	441	0	0

(ต่อ)

ตารางที่ ค.7 (ต่อ)

ข้อที่	X_i	X_i^2	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
29	24	576	3	9
30	21	441	0	0
รวม	788	21244	158	1378

จากตารางสรุปว่า ค่าความเชื่อมั่นของทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.94



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

คะแนนสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1 คะแนนแบบวัดการคิดเชิงระบบก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
	ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด	ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว	รวม	ด้านการวิเคราะห์ระบบในแนวคิด	ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุและผล	ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว	รวม
1	7	8	7	22	11	11	9	31
2	8	7	7	22	12	10	9	31
3	7	8	8	23	11	11	10	32
4	9	8	8	25	13	12	12	36
5	8	9	8	25	13	13	12	38
6	8	7	7	22	12	10	10	32
7	8	8	9	25	12	12	12	34
8	8	9	7	24	12	13	13	36
9	8	7	7	22	12	11	11	32
10	10	9	8	26	14	14	12	40
11	8	7	7	22	12	11	9	32
12	7	7	7	21	12	9	10	31
13	10	9	7	26	14	13	13	40
14	8	8	8	24	12	12	12	36
15	7	8	7	22	10	13	10	33
16	7	7	7	21	12	10	10	32
17	7	7	8	23	10	11	11	32
18	8	8	7	23	12	13	11	36
19	7	7	7	23	13	10	10	33
20	7	7	7	21	11	11	11	33
21	7	7	7	22	13	10	9	32
22	9	9	7	25	12	11	10	33
23	10	10	10	30	15	14	14	43

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน				หลังเรียน				
	ด้านการวิเคราะห์ระบบในเนวติก	ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุ	ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว	รวม	ด้านการวิเคราะห์ระบบในเนวติก	ด้านการคิดเชื่อมโยงเรื่องเหตุ	ด้านการป้อนกลับของเรื่องราว	รวม	
24	7	7	7	23	13	10	9	32	
25	9	8	8	25	11	11	11	33	
26	9	8	7	24	11	11	9	31	
27	8	8	8	24	12	10	11	33	
28	9	7	8	24	12	11	10	33	
29	10	7	7	24	12	12	11	35	
30	10	10	8	28	14	13	14	41	
31	8	9	7	24	12	13	11	36	
32	9	10	8	27	14	14	12	40	
33	10	10	9	29	15	15	14	44	
34	9	9	7	25	12	11	10	33	
35	7	8	7	22	10	11	11	32	
36	8	7	7	22	12	10	9	31	
37	8	8	7	23	12	11	11	34	
38	8	7	7	22	12	12	10	34	
39	10	10	8	28	15	14	13	42	
ค่าเฉลี่ย				23.92	ค่าเฉลี่ย				34.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				2.23	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				3.67
ร้อยละ				53.16	ร้อยละ				77.04

ตารางที่ ง.2 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	16	21
2	15	21
3	16	21
4	18	25
5	19	26
6	17	22
7	18	24
8	19	24
9	17	23
10	20	26
11	15	22
12	14	21
13	19	26
14	18	25
15	17	22
16	17	22
17	16	21
18	17	24
19	16	22
20	17	22
21	17	23
22	19	24
23	22	28
24	17	23
25	16	22
26	15	21
27	17	23

(ต่อ)

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
28	16	23
29	19	24
30	22	27
31	20	24
32	21	26
33	23	28
34	18	22
35	15	21
36	16	21
37	19	24
38	18	24
39	21	27
ค่าเฉลี่ย	17.74	23.46
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.12	2.09
ร้อยละ	59.13	78.20

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ปิยะพรรณ ปลาโสม และสมสงวน ปีสสาโก. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารราชพฤกษ์, 19(3), กันยายน-ธันวาคม.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวปิยะพรรณ ปลาโสม
วัน เดือน ปีเกิด 15 กรกฎาคม 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน 18 หมู่ 13 ตำบลลุดเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
E-mail piyapan.plasom@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาจุลชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2564 ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY