



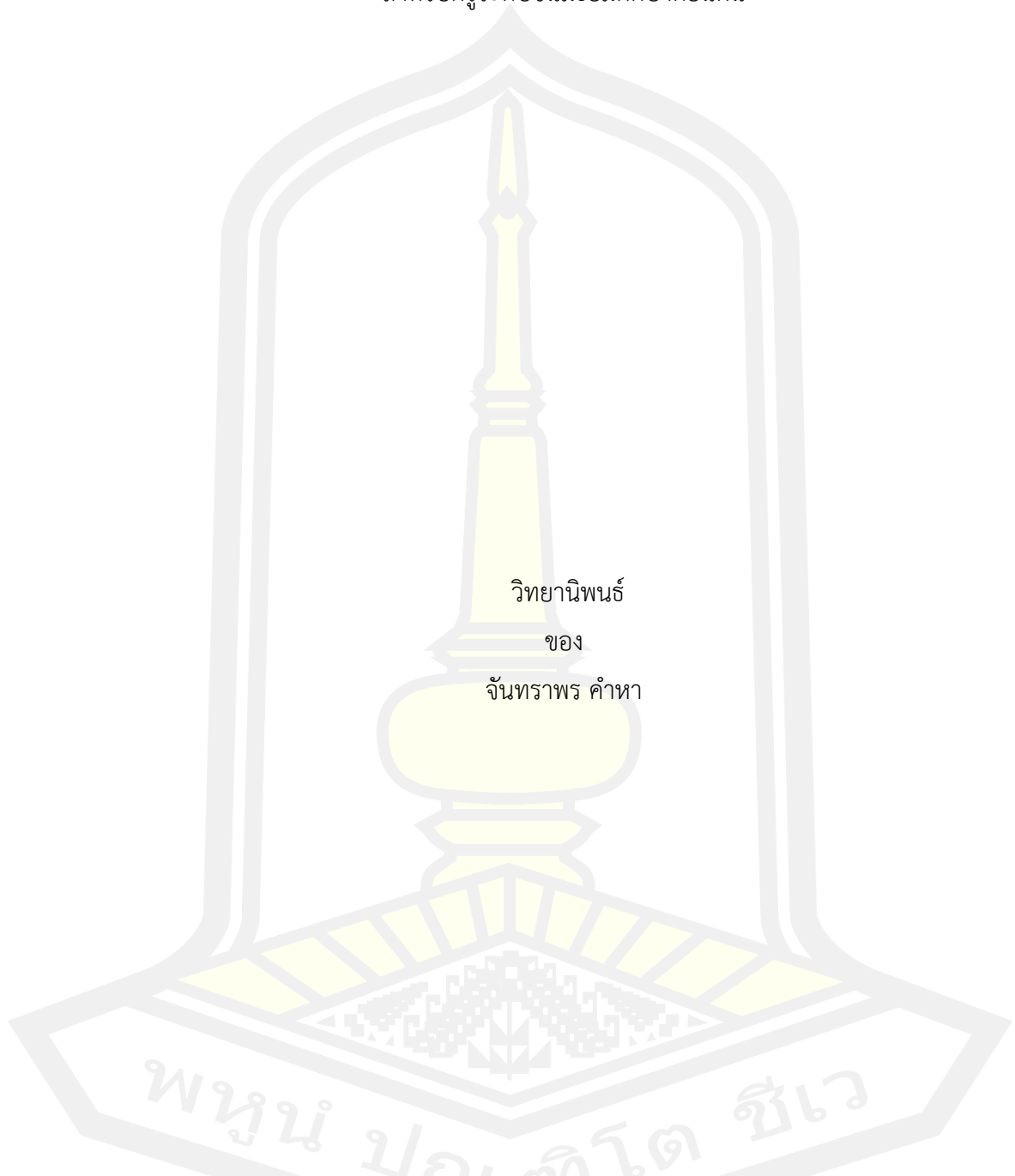
การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

วิทยานิพนธ์
ของ
จันทราพร คำหา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
พฤศจิกายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



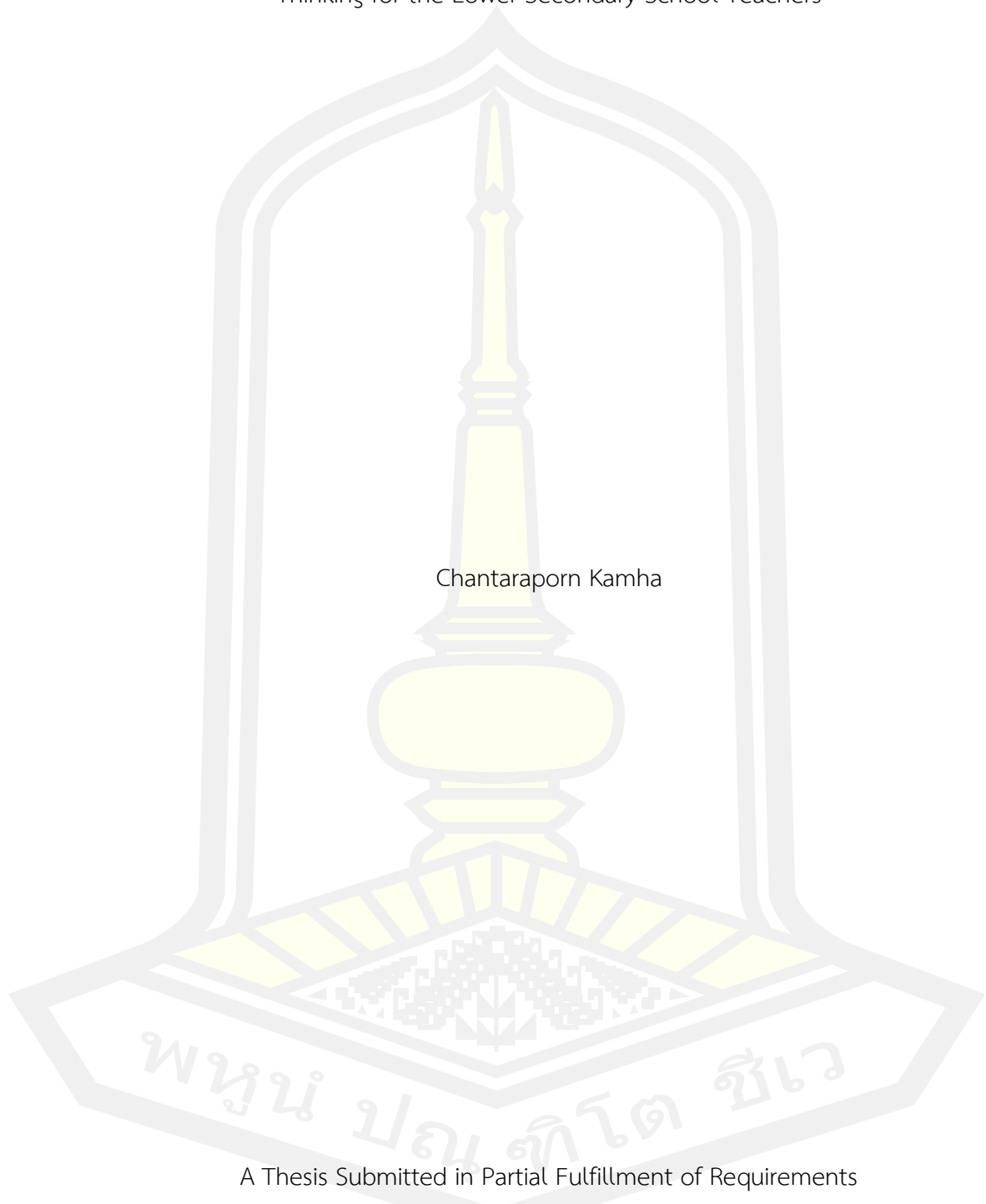
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Curriculum to Enhance Learning Competency in Computational
Thinking for the Lower Secondary School Teachers

Chantaraporn Kamha



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Doctor of Philosophy (Curriculum and Instruction)

November 2022

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวจันทร์พร คำหา
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. โชคชัย ยืนยง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. จิระพร ชะโน)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ฐาปนี สีเฉลียว)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

..... (รศ. ดร. กฤษณ์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

| | | | |
|------------------|---|------------|-------------------|
| ชื่อเรื่อง | การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น | | |
| ผู้วิจัย | จันทราพร คำหา | | |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร. ขวลิต ชูกำแพง | | |
| ปริญญา | ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต | สาขาวิชา | หลักสูตรและการสอน |
| มหาวิทยาลัย | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม | ปีที่พิมพ์ | 2565 |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และศึกษาผลการใช้หลักสูตรที่เกิดกับครูและนักเรียน โดยมีระยะการดำเนินการวิจัยมี 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สํารวจความคิดเห็นสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ ทำการสนทนากลุ่มครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 14 คน ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร และระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรกับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 คน

สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานการศึกษาทฤษฎี แนวคิด เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และการสนทนากลุ่มครูผู้สอน พบว่า ครูส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ และมีความต้องการที่จะพัฒนาตนเองโดยการฝึกอบรมเกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดทำสื่อประกอบ และการวัดและประเมินผล

2. ผลการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า หลักสูตรมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างเนื้อหาสาระของหลักสูตร ที่ประกอบด้วย เนื้อหาสาระ กระบวนการฝึกอบรมกิจกรรมการฝึกอบรม ระยะเวลาในการฝึกอบรม สื่อและอุปกรณ์ การวัด

และประเมินผล โครงร่างหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.32$, S.D. = 0.67)

3. ผลการใช้หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เกิดกับครูและนักเรียน พบว่า

3.1 ครูมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณในระดับที่สูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรม เท่ากับ 24.75 (S.D. = 2.75) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรม เท่ากับ 13.75 (S.D. = 2.50) และมีคะแนนเฉลี่ยของความก้าวหน้าเท่ากับ 11.00 คิดเป็นร้อยละ 36.67

3.2 ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย ($\bar{x} = 4.22$, S.D. = 0.46)

3.3 ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 3.70$, S.D. = 0.71)

3.4 ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนกับครูที่ได้รับการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การพัฒนาหลักสูตร, การคิดเชิงคำนวณ

| | | | |
|-------------------|--|--------------|----------------------------|
| TITLE | The Development of Curriculum to Enhance Learning Competency in Computational Thinking for the Lower Secondary School Teachers | | |
| AUTHOR | Chantaraporn Kamha | | |
| ADVISORS | Associate Professor Chowwalit Chookhampaeng , Ed.D. | | |
| DEGREE | Doctor of Philosophy | MAJOR | Curriculum and Instruction |
| UNIVERSITY | Maharakham University | YEAR | 2022 |

ABSTRACT

The present study was research and development aimed to investigate the current situations and needs assessment of learning management among teachers in the lower secondary level to promote computational thinking, to develop the curriculum of enhancing computational thinking and to investigate the results of implementation the curriculum related to students and teachers. There were 3 phases of the study; phase 1 was investigating the background information by studying the related documents and studies, investigating the current situations and needs of learning management, focus group discussion among 14 teachers in science and technology department, phase 2 was development the curriculum and phase 3 was implementation the designed curriculum with 4 teachers in science and technology department who teach in the lower secondary level.

The results of the study revealed as follows;

1. The results of investigating the background information by studying the related documents and studies, current situations and needs assessment of learning management and focus group discussion pointed out that most of teachers lacked of understanding the computational thinking learning management and most of them needed self-development of computational thinking learning management covered

materials design, assessment and evaluation.

2. The results of curriculum development revealed that the elements of the curriculum comprised of principle, objectives, content's structure which consisted of contents, processes of training, duration, materials and project assessment and evaluation. The curriculum draft was evaluated and shown in more level ($\bar{x} = 4.32$, S.D. = 0.67).

3. The results of implementation enhancing computational thinking curriculum for teachers in the lower secondary level yielded that;

3.1 Teachers gained higher understanding of computational thinking learning management, the mean score after training was 24.75 (S.D. = 2.75) which higher than the mean score before training which was 13.75 (S.D. = 2.50), the mean scores of progresses was 11.00 and 36.67 of percentage.

3.2 The teachers' competency of computational thinking learning design rated in more level ($\bar{x} = 4.22$, S.D. = 0.46).

3.3 The teachers' competency of computational thinking learning management rated in more level ($\bar{x} = 3.70$, S.D. = 0.71).

3.4 Grade 8 students' competency of computational thinking learnt with teachers who participated the training revealed that the mean scores after learning was higher statistics significantly at .05 level.

Keyword : The Development of Curriculum, Computational Thinking

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูก่าแพง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย ยืนยง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระพร ชะโน และรองศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนี สีเฉลียว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐสารณ์ เลหาสุรโยธิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ อาจารย์มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และอาจารย์ ดร.ชนยุตภูษณ์ ช้างเพชร อาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือและแนะนำให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณ ศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ผู้อำนวยการกลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผล คณะศึกษานิเทศก์ สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนเอกชนในจังหวัดมหาสารคามทุกแห่งที่ให้ความร่วมมือในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษาและสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ คุณค่าและคุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ ที่ให้การอบรมสั่งสอนประสิทธิประสาทวิชาให้ได้รับความรู้และเป็นคนดี อันส่งผลให้วิทยานิพนธ์และการดำเนินชีวิตประสบความสำเร็จ

จันทร์ภาพร คำหา

พหุบัณฑิต ชีวะ

สารบัญ

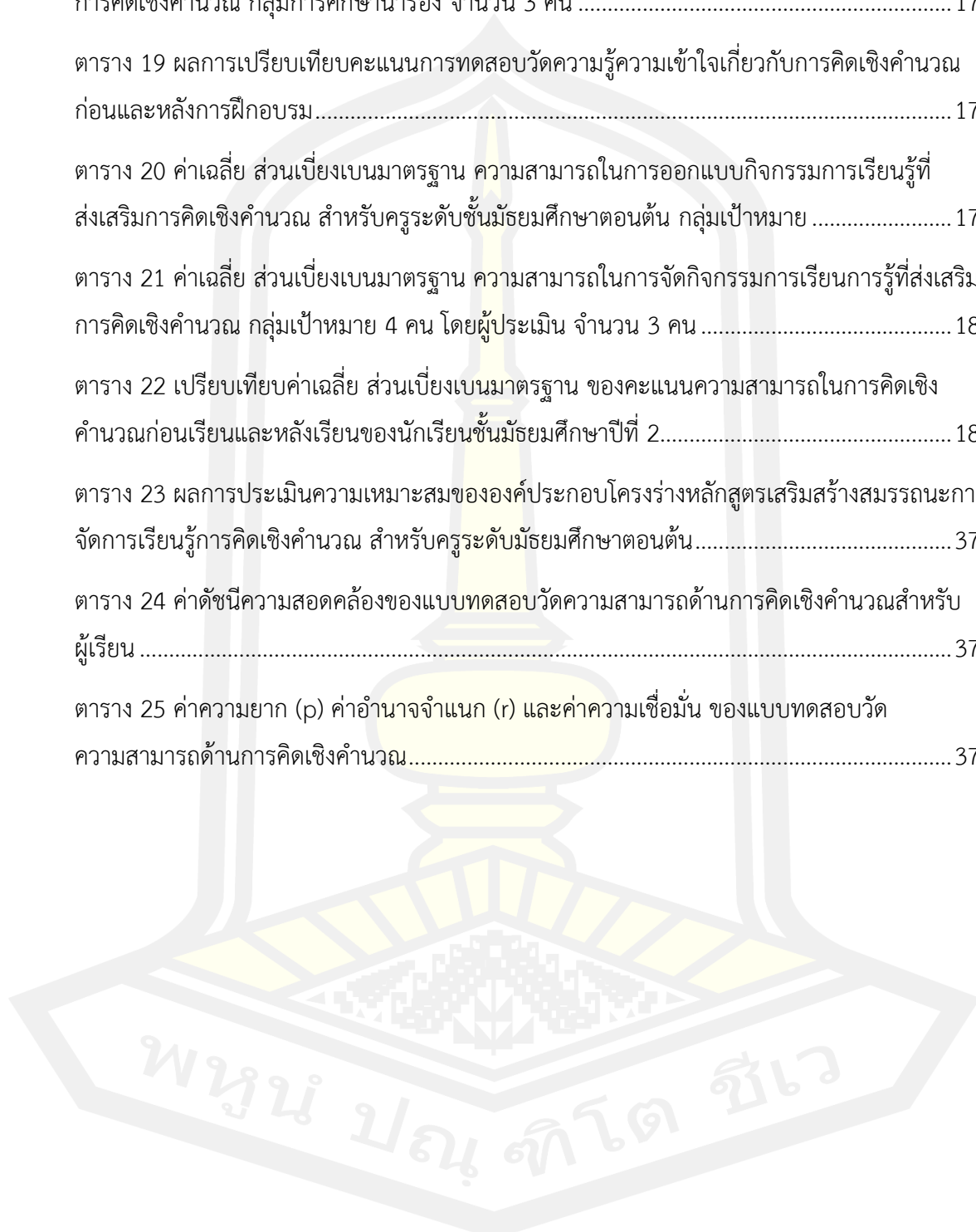
| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ฉ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ช |
| สารบัญ..... | ฅ |
| สารบัญตาราง..... | ฉ |
| สารบัญภาพประกอบ..... | ฐ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ภูมิหลัง..... | 1 |
| คำถามการวิจัย..... | 7 |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย..... | 7 |
| ความสำคัญของการวิจัย..... | 8 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 8 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 11 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 15 |
| การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development)..... | 15 |
| สมรรถนะการจัดการเรียนรู้..... | 25 |
| การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)..... | 38 |
| การฝึกอบรม..... | 94 |
| การเรียนรู้ของผู้ใหญ่..... | 116 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 126 |
| งานวิจัยในประเทศ..... | 126 |

| | |
|--|-----|
| งานวิจัยต่างประเทศ..... | 132 |
| กรอบแนวคิดของการวิจัย..... | 141 |
| โครงร่างหลักสูตร..... | 142 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 143 |
| ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน..... | 145 |
| ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร..... | 148 |
| ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร..... | 159 |
| สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... | 162 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 165 |
| ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน..... | 165 |
| ตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร..... | 167 |
| ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้หลักสูตร..... | 176 |
| บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 186 |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย..... | 186 |
| สรุปผล..... | 187 |
| อภิปรายผล..... | 189 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 195 |
| บรรณานุกรม..... | 197 |
| ภาคผนวก..... | 212 |
| ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ..... | 213 |
| ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 215 |
| ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 370 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 376 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตาราง 1 สังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร | 24 |
| ตาราง 2 วิเคราะห์สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ | 37 |
| ตาราง 3 การสังเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ | 44 |
| ตาราง 4 เทคนิคการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | 47 |
| ตาราง 5 สังเคราะห์วิธีการประเมินผลความคิดเชิงคำนวณจากนักวิชาการ | 50 |
| ตาราง 6 ทักษะการคิดเชิงคำนวณจากกิจกรรม The Bebras Challenge | 52 |
| ตาราง 7 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 | 55 |
| ตาราง 8 โครงสร้างการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ | 56 |
| ตาราง 9 สรุปรูปแบบและขั้นตอนในการฝึกอบรม | 114 |
| ตาราง 10 กำหนดขั้นตอนการดำเนินการฝึกอบรม | 139 |
| ตาราง 11 จำนวนข้อสอบความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | 152 |
| ตาราง 12 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ สำหรับผู้เรียน | 157 |
| ตาราง 13 จำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้เรียน เกณฑ์ที่ใช้ในการสุ่มร้อยละ 70 | 160 |
| ตาราง 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรเพื่อ เสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น และประเด็นการปรับปรุงโครงร่างหลักสูตร | 168 |
| ตาราง 15 ผลการปรับปรุงโครงร่างหลักสูตรฝึกอบรม ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ | 170 |
| ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ก่อนและหลังการฝึกอบรม กลุ่มการศึกษานำร่อง | 171 |
| ตาราง 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรม การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มการศึกษานำร่อง | 172 |

| | |
|--|-----|
| ตาราง 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม การคิดเชิงคำนวณ กลุ่มการศึกษานำร่อง จำนวน 3 คน | 174 |
| ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ก่อนและหลังการฝึกอบรม..... | 177 |
| ตาราง 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมาย | 178 |
| ตาราง 21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม การคิดเชิงคำนวณ กลุ่มเป้าหมาย 4 คน โดยผู้ประเมิน จำนวน 3 คน | 180 |
| ตาราง 22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการคิดเชิง คำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | 185 |
| ตาราง 23 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโครงสร้างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการ จัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น..... | 371 |
| ตาราง 24 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณสำหรับ ผู้เรียน | 372 |
| ตาราง 25 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัด ความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ..... | 374 |



สารบัญภาพประกอบ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพประกอบ 1 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ Tyler | 21 |
| ภาพประกอบ 2 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ Taba | 22 |
| ภาพประกอบ 3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ และอเล็กซานเดอร์ (Saylor and Alexander) | 23 |
| ภาพประกอบ 4 สมรรถนะที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมผลงานและผลลัพธ์ | 26 |
| ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบสำคัญของสมรรถนะ | 29 |
| ภาพประกอบ 6 แสดงกระบวนการแก้ปัญหา | 62 |
| ภาพประกอบ 7 รูปแบบการพัฒนาการฝึกอบรมแบบ SIM..... | 107 |
| ภาพประกอบ 8 แนวคิดการพัฒนากระบวนการฝึกอบรม ของ บีบี มอทเทต์ และโรซ | 108 |
| ภาพประกอบ 9 รูปแบบการพัฒนาการฝึกอบรม ของ Rose | 110 |
| ภาพประกอบ 10 รูปแบบการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ ของ ชูชัย สมितिไกร..... | 111 |
| ภาพประกอบ 11 แบบจำลองระบบการฝึกอบรมตามแนวคิดของ Dessler..... | 111 |
| ภาพประกอบ 12 แบบจำลองระบบการฝึกอบรมตามแนวคิดของ Cascio | 112 |
| ภาพประกอบ 13 แบบจำลอง The High-IMPACT Training Model..... | 113 |
| ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตร | 144 |
| ภาพประกอบ 15 ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของครู กลุ่มนักร้อง 3 คน | 176 |
| ภาพประกอบ 16 เปรียบเทียบผลการประเมินความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ของครู 4 คน | 183 |

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เนื่องจากสถานการณ์โลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ระบบการศึกษาจึงต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เปลี่ยนแปลงไป แนวคิดเรื่อง “ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” ที่มุ่งเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมมีเป้าหมายไปที่ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะในศตวรรษที่ 21 โดยผู้เรียนจะใช้ความรู้ในสาระหลักไปบูรณาการสั่งสมประสบการณ์กับทักษะ 3 ทักษะ เพื่อการดำรงชีวิต คือ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี ทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม กระทรวงศึกษาธิการจึงมีนโยบายสำคัญและเร่งด่วนให้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระเทคโนโลยี (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2561) นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มีจุดประสงค์ให้การจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ โดยเฉพาะนโยบายเร่งด่วนเรื่อง การเตรียมคนสู่ศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการจึงมีการประกาศนโยบายและจุดเน้นกำหนดให้จัดการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดแบบมีเหตุผลและเป็นขั้นตอน (Coding) ของนักเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับอาชีวศึกษา และพัฒนาครูให้มีความชำนาญในการสอนภาษาอังกฤษและภาษาคอมพิวเตอร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

ในยุคดิจิทัลและเทคโนโลยีที่เติบโตอย่างรวดเร็วและเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคน การเรียนโค้ดดิ้ง (Coding) จึงจำเป็นสำหรับเด็กยุคใหม่รวมทั้งผู้ประกอบการ เพื่อก้าวให้ทันโลก โค้ดดิ้งจึงเป็นความจำเป็นทางด้านการศึกษาไทย (หทัยรัตน์ ดีประเสริฐ, 2562) ปัจจุบันวิชา Coding นี้ได้ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอนขั้นพื้นฐานสำหรับโรงเรียนทั่วประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอันหนึ่งของการเรียนโค้ดดิ้ง (Coding) คือ การสอนการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ที่จะช่วยพัฒนาให้เด็ก ๆ เกิดกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ การคิดเชิงคำนวณ เป็นศาสตร์แห่งการเรียนรู้วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการคิดเชิงวิเคราะห์ การวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณ โดยนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยหาคำตอบ การวิเคราะห์ข้อมูล

สร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาไปที่ละขั้นทีละตอน (อัลกอริทึม) ผู้เรียนสามารถนำทักษะการคิดเชิงคำนวณไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ และสามารถบูรณาการกับหลากหลายสาขาวิชาผสมผสานองค์ความรู้ให้เกิดชิ้นงานและต่อยอดองค์ความรู้สู่วิชาอื่นได้ (Barr and Stephenson, 2011 ; Csizmadia and others, 2015 ; Lockwood and Mooney, 2018 ; Wing, 2006 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่คนจะต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผันและคาดไม่ถึง คนในโลกยุคใหม่จึงจำเป็นต้องมีทักษะสูงในการเรียนรู้และปรับตัว โดยครูผู้สอนเป็นผู้ที่ถือได้ว่าเป็นบุคคลผู้ชี้นำทางความคิด และเป็นพลังสำคัญในการขับเคลื่อนทางการศึกษา รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทันต่อการเปลี่ยนแปลงของประเทศ โดยครูต้องมีความรู้ความสามารถ มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ มีความรู้ที่ทันสมัย กว้างขวาง รู้เท่าทันโลก ก้าวทันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นรอบด้าน (ยนต์ ชุ่มจิต, 2550) สมรรถนะครูของประเทศไทย สามารถสังเคราะห์ได้ 16 ด้าน ได้แก่ สมรรถนะด้านความรู้ สมรรถนะด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา สมรรถนะด้านการพัฒนาหลักสูตร สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สมรรถนะด้านบริหารจัดการชั้นเรียน สมรรถนะด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมทางการศึกษา สมรรถนะด้านการวัดและการประเมินผล สมรรถนะด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน สมรรถนะด้านจิตวิทยาสำหรับครู สมรรถนะด้านการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน สมรรถนะด้านคุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สมรรถนะด้านภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม สมรรถนะด้านการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ สมรรถนะด้านการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน และสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูนั้นต้องสามารถบูรณาการสาระการเรียนรู้ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับชีวิตจริง มีการออกแบบการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับผู้เรียน จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้ เลือกใช้อุปกรณ์สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ประเมินและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาสมรรถนะครูจะต้องพิจารณาจากบริบทของสังคมที่เปลี่ยนแปลง โดยมุ่งเน้นให้ครูมีการพัฒนาตนเองเพื่อให้มีสมรรถนะที่สูงขึ้น นำไปสู่การปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มุ่งหวังให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และคุณภาพของผู้เรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551)

ปัญหาระบบการศึกษาของประเทศนับตั้งแต่ปัญหาคุณภาพของคนไทยทุกช่วงวัย ปัญหาคุณภาพและมาตรฐานการจัดการศึกษาในทุกระดับ จุดอ่อนของระบบการศึกษาและการพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ เทคโนโลยี และการบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษา

ที่ยังไม่เหมาะสม ขาดความคล่องตัว มีความเหลื่อมล้ำในด้านโอกาส และความเสมอภาคทางการศึกษา รวมทั้งปัญหาด้านคุณธรรมจริยธรรม และการขาดความตระหนักถึงความสำคัญของการมีวินัย ความซื่อสัตย์สุจริตและการมีจิตสาธารณะของคนไทยส่วนใหญ่ ส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษาที่ต้องปรับเปลี่ยนให้สนองและรองรับความเปลี่ยนแปลง (Seifert and Sutton, 2009 ; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) เด็กไทยส่วนใหญ่ได้รับความรู้จำนวนมาก แต่ยังไม่สามารถใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ต่อชีวิตได้เท่าที่ควร รวมทั้งยังขาดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบันและอนาคต ทำให้มีขีดความสามารถต่ำในการแข่งขันกับนานาชาติ ซึ่งจะกระทบต่อความอยู่รอดและความอยู่ดีของประชาชนและประเทศชาติ จึงจำเป็นที่ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาให้แก่เด็กซึ่งเป็นอนาคตของชาติได้มีความตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนในการช่วยกันพัฒนาผู้เรียนในทุกระดับการศึกษา ให้เป็นผู้มีทักษะและสมรรถนะที่จำเป็นทันต่อความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงของโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) และผลการประเมินการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนเอกชนในจังหวัดมหาสารคาม ประเมินโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) รอบสาม (พ.ศ. 2554 -2558) พบว่า ครูส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนโดยยึดเนื้อหาสาระในหลักสูตรเป็นหลัก มีการใช้สื่อประกอบการสอนน้อย ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ไม่ได้จัดการเรียนรู้ตามแผน วิธีการจัดกิจกรรมไม่หลากหลาย เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ไม่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดตามหลักสูตร ขาดการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และสรุปประเด็นจากการเรียนรู้ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ครูไม่ได้ฝึกฝนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกทักษะที่จะช่วยให้สามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองได้ ในด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูควรได้รับการส่งเสริมในการฝึกอบรมศึกษาดูงาน และมีมาตรการในการปฏิบัติงานสอนของครู นิเทศ ติดตาม ประเมินผล และนำผลการประเมินมาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมโครงงาน การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ ค้นคว้าหาความรู้จากสื่อเทคโนโลยี จัดกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามทั้งการพูด การเขียน และการสรุป เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2563)

การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในปัจจุบันต้องให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหา และกระบวนการตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการฝึกทักษะให้ประสบความสำเร็จ ทำได้โดยการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติในรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) และการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ไปสู่หลักสูตรวิทยาการคำนวณ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา ได้อย่างเป็นขั้นตอนเป็นระบบ และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำทักษะนี้ไปใช้ได้ในชีวิตจริงและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ครุมีความรู้และทักษะ มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของคนในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีความพร้อมในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ด้วยทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่มีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคน เพื่อก้าวให้ทันโลก สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ว่าด้วยการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะสำคัญและมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศด้วยการวิจัยและการพัฒนา เพื่อสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม ซึ่งส่งผลต่อการสร้างผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ เพื่อรับมือกับความเปลี่ยนแปลงและตอบสนองนโยบายเร่งด่วนของรัฐบาลในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ วิทยาการคำนวณและโค้ดดิ้ง Computational Thinking “Coding” เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดของเด็กไทยและพัฒนาครูระดับมัธยมศึกษา ให้มีความรู้และแนวทางการสอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคน (Wing, 2006) วิทยาการคำนวณ (Computing science) เน้นการพัฒนา “กระบวนการคิด” โดยเน้นเกี่ยวกับตรรกะ การแปลความโจทย์ การอธิบายและการสื่อสารด้วยการบรรยายและสื่อ มีโค้ดดิ้งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของหลักสูตร และเป็นวิชาที่แพร่หลายในหลายประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย (ชลิตา ธัญญะคุปต์, 2562)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เกี่ยวกับการนำแนวคิดการคิดเชิงคำนวณมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ พบว่า แนวคิดเชิงคำนวณสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการทบทวนให้กับผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนถึงระดับที่ซับซ้อนได้ และผู้เรียนจะมีความเข้าใจในวิชาที่เรียนมากขึ้น มีความสามารถเพิ่มขึ้น ซึ่งหลักการของการคิดเชิงคำนวณนั้นสามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลายสาขาวิชา ในขณะเดียวกัน เทคโนโลยีทั่วไปที่สามารถเข้าถึงได้นั้นจะช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในชีวิตประจำวันได้ (Baytak, Land and Smith, 2011 ; Lye and Koh, 2014 ; Knie, Standl and Schwarzer, 2022 ; Menolli and Neto, 2022 ; บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์, 2559) และการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณในผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (มูณีเร้าะ ผดุง, ศิริชัย นามบุรี, แพรวศรี เดิมราช และอิสมาแอ ล่าเตะเกะ, 2559 ; สุธิวัชร ศุภลักษณ์, 2561 ; Wu, 2018)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist theory) เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงและปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อให้วิธีการเรียนรู้มากกว่าการให้ความรู้

โดยตรง โดยเน้นการปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้เพื่อการจำตามที่ครูบอก ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นครูเป็นผู้ให้ความรู้เป็นสำคัญ (Fosnot and Perry, 1996 ; Glaseisfeld, 1991 ; Wilson, 1996 ; Cobb, 1994 ; Bell, 1993) แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทฤษฎีนี้มีความเชื่อเป็นเบื้องต้นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเอง โดยผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อที่จะอธิบายหรือสร้างความหมายในการอธิบาย ผู้เรียนแต่ละคนต้องอธิบายหรือสร้างความหมายในการค้นหาคำอธิบาย รู้จักสร้างความคิดจากเหตุการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการทางสังคมและการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Yager, 1991) และผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวก (Cobb, 1994) สอดคล้องกับ Conrad (1996) ที่ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนเกรด 5 โดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เพื่อพัฒนาทักษะในการคิด โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะในการคิด คิววิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนแสดงความสนใจสิ่งที่ได้เรียนรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ในการพัฒนาครูตามทักษะในศตวรรษที่ 21 ให้มีความพร้อมในความเป็นครูมืออาชีพ มีสมรรถนะสามารถนำไปสู่การปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ครูต้องจัดการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพ พัฒนาศิษย์ให้มีทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ต้องเรียนรู้ที่จะปรับตัวและพัฒนาตนเองอยู่เสมอ โดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) การศึกษาต่อ การศึกษาดูงาน การสังเกตการสอน การวิจัยและพัฒนา และการวิจัยเชิงปฏิบัติการด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม ครูจะต้องปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้ให้เท่าทันยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลง ต้องพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครูไทยในอนาคตต้องมีความรู้จริงในเรื่องที่สอน มีเทคนิควิธีการให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ ซึ่งแนวทางและความเป็นไปได้ในการพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21 นั้น ต้องดำเนินการทั้งด้านนโยบายและด้านการพัฒนาตนเองของครูควบคู่กันไป จึงจะทำให้ครูเป็นครูยุคดิจิทัลอย่างแท้จริง (กลิ่น สระทองเนียม, 2556 ; ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2557)

การฝึกอบรมเป็นกระบวนการพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ มีทักษะและเจตคติในการทำงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาฝึกอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง (ชูชัย สมितिไกร, 2558 ; สันต์ ศุภย์กลาง, 2551 ; Bader and Bloom, 1994 ; Vella, 1995) ได้เสนอแนวการจัดฝึกอบรมที่ประสบผลสำเร็จไว้ว่า หลักการฝึกอบรมที่ดีต้องตอบสนองความต้องการของบุคลากรและหน่วยงาน การสร้างบรรยากาศการอบรมที่เหมาะสม การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้ให้การอบรมกับผู้รับการอบรม เน้นกระบวนการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติ การทำงานเป็นทีม การมีส่วนร่วม การสะท้อนผล การอบรมและกระบวนการ

ประเมินที่เป็นระบบ นอกจากนี้การช่วยเหลือครูในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนสามารถทำได้ใน 4 มิติ คือ การนิเทศ (Supervision) การเป็นพี่เลี้ยง (Mentoring) การอบรม (Training) และการชี้แนะ (Coaching) (เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ, 2550) การนำหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่มาประยุกต์ใช้กับการฝึกอบรมสามารถดำเนินการ โดยเริ่มต้นจากการสร้างแรงจูงใจด้วยการให้ความสนใจ ผู้เข้าอบรมให้ผู้อบรมมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอบรมสร้างบรรยากาศการอบรมที่เป็นมิตรให้เกิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ให้รางวัลและคำชมเชยเมื่อผู้อบรมปฏิบัติกิจกรรมในการอบรมได้สำเร็จสร้างความมั่นใจให้ผู้เข้าอบรมว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับบริบทของผู้เข้าอบรม (สุวัฒน์ วัฒนวงศ์, 2547)

จากการนิเทศ ติดตามผลการจัดการศึกษาโรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของครูยังขาดความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการจัดการเรียนรู้ ยังไม่มีความรู้ความเข้าใจอย่างเพียงพอในการจัดการเรียนรู้ การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตร และครูไม่ได้ทำการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไม่สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ครูส่วนใหญ่ทำการสอนโดยยึดหนังสือเรียนเป็นหลัก อธิบายความรู้ตามหนังสือเรียนให้นักเรียนทำกิจกรรมตามแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนมากกว่าที่จะให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่อนข้างน้อย และการออกแบบการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน (สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม, 2562)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะที่มีบทบาทและรับผิดชอบในการส่งเสริมสนับสนุน กำกับติดตาม และพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของครูสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนในระดับจังหวัด จึงต้องการที่จะศึกษาและพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนเอกชนของจังหวัดมหาสารคาม โดยใช้แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ใช้สถานการณ์ปัญหา สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม รู้จักตรวจสอบสะท้อนและเปรียบเทียบกับกระบวนการแก้ปัญหา รวมทั้งมีความมั่นใจในการแก้ปัญหา ในการวิจัยครั้งนี้ยึดตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler, 1949) ที่ประกอบด้วย หลักการและเหตุผล การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การเลือกประสบการณ์ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้และการประเมินผล โดยนำกระบวนการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะด้าน

การคิดเชิงคำนวณ และมีคุณลักษณะที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สามารถออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ นำหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ เข้ามาใช้ในการฝึกอบรม จัดการอบรมตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ใช้วิธีการเรียนรู้ โดยการแก้ปัญหาและใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับครูผู้สอนให้ได้รับการพัฒนาทักษะและกระบวนการ แก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และเพื่อให้นโยบายดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมและมีการ จัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพต่อไป

คำถามการวิจัย

1. สภาพปัญหาและความต้องการการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครู ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นอย่างไร
2. หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครู ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ควรมียังองค์ประกอบ ขั้นตอนและกิจกรรมเป็นอย่างไร
3. ผลการใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีความมุ่งหมายเฉพาะของ การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง คำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง คำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิด เชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยศึกษาจาก
 - 3.1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนการฝึกอบรมและ หลังการฝึกอบรมของครู

3.2 ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
ในชั้นเรียนของครู

3.3 ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณในชั้นเรียน

3.4 ความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครู
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณ และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน

2. ครูผู้สอนได้รับการพัฒนาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

3. ผู้เรียนได้รับการพัฒนาด้านการคิดเชิงคำนวณ

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เอกสาร งานวิจัยแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
และความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม
จำนวน 42 คน

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัด
มหาสารคาม จำนวน 14 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ สภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการพัฒนา
การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพหลักสูตร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนา
หลักสูตรฝึกอบรมครูและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อโครงร่าง
หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครู
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

2. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษานำร่อง (Pilot study) ได้แก่ ครูผู้สอน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน
ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป ได้มาโดยวิธีการเลือก
แบบเจาะจง จากโรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม เพื่อศึกษา
ความเป็นไปได้ของหลักสูตร และผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน
ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

1. ประชากร ในการทดลองใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนเอกชนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัด
มหาสารคาม จำนวน 7 แห่ง จำนวนครูผู้สอน 14 คน และผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน
เอกชนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 185 คน

2. กลุ่มตัวอย่างครู ที่ใช้ในการทดลองใช้หลักสูตร ได้แก่ ครูผู้สอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงาน
ศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี
ตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป จำนวน 4 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. กลุ่มตัวอย่างผู้เรียน ที่ใช้ในการทดลองใช้หลักสูตร ได้แก่ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งครูผู้เข้ารับ
การอบรมทำการสอน โดยใช้ห้องเรียนที่ครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำการสอน จำนวน 123 คน
ได้มาจากการสุ่มโดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนี้

ครูคนที่ 1 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 96 คน สุ่มโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70
ได้นักเรียน จำนวน 65 คน

ครูคนที่ 2 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 52 คน สุ่มโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70
ได้นักเรียน จำนวน 34 คน

ครูคนที่ 3 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 24 คน สุ่มโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70
ได้นักเรียน จำนวน 15 คน

ครูคนที่ 4 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 13 คน สุ่มโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70
ได้นักเรียน จำนวน 9 คน

2. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความรู้ความเข้าใจด้านการคิดเชิงคำนวณ

2.2.2 ความสามารถในการออกแบบ วางแผนและจัดทำแผนการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2.2.3 ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2.2.4 ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ ความรู้พื้นฐาน หลักการแนวคิด
เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ความหมาย ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ การออกแบบกิจกรรม
การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ การจัดทำสื่อ เทคโนโลยี การวัด
และประเมินผล โดยจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย เนื้อหาประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานการคิด
เชิงคำนวณ หลักการแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ ความหมาย
ความสำคัญ การใช้ประโยชน์ และแนวทางการจัดการเรียนรู้การแยกย่อย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ เนื้อหาประกอบด้วย องค์ประกอบการคิด
เชิงคำนวณเกี่ยวกับการหารูปแบบ ความหมายความสำคัญ แนวทางการจัดการเรียนรู้การหารูปแบบ
และมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม เนื้อหาประกอบด้วย การนำแนวคิดเชิงคำนวณมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวกับการคิดเชิงนามธรรม กระบวนการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม เนื้อหาประกอบด้วย การออกแบบอัลกอริทึม การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ

กิจกรรมการพัฒนาตามหลักสูตรแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ การจัดกิจกรรมการฝึกอบรม และการจัดกิจกรรมหลังการอบรม

3.1 กิจกรรมการฝึกอบรม กระบวนการในการฝึกอบรมตามหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้วิธีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Social constructivism) แนวคิดหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่และการชี้แนะ (Coaching)

3.2 กิจกรรมหลังการอบรม ประกอบด้วย กิจกรรมการนิเทศติดตามการจัดการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรมในชั้นเรียน โดยใช้วิธีการสังเกตชั้นเรียน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้สะท้อนผลการดำเนินงาน

4. ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการอบรมในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลา 2 วัน จำนวน 14 ชั่วโมง ติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเชิงคำนวณ 1 ภาคเรียน คือ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 12 สัปดาห์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติที่ดี และความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การคิดเชิงคำนวณของครูผู้สอน ดังนี้

1.1 ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการฝึกอบรม วัดได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการฝึกอบรม

1.2 ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ การจัดทำแผนการเรียนรู้ การเลือกใช้รูปแบบในการจัดการเรียนรู้ และการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการออกแบบการเรียนรู้ วัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท ได้แก่ 5 เหมาะสมมากที่สุด 4 เหมาะสมมาก 3 เหมาะสมปานกลาง 2 เหมาะสมน้อย และ 1 เหมาะสมน้อยที่สุด

1.3 ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ วัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประเมินได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในชั้นเรียน ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท ได้แก่ 5 ดีมาก 4 ดี 3 พอใช้ 2 ควรปรับปรุง และ 1 ต้องปรับปรุง

1.4 ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา หารูปแบบของปัญหาที่เคยพบ วิเคราะห์หาสาเหตุ พิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหา และนำวิธีการแก้ปัญหาหรือขั้นตอนการทำงานมาจัดลำดับวิธีการที่ชัดเจน วัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2. การคิดเชิงคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หาวิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีระบบ ตามองค์ประกอบ 4 ด้าน ดังนี้

2.1 การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ จำแนก แยะแยะ องค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยการพิจารณาและแบ่งปัญหา งาน หรือส่วนประกอบออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้สามารถจัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2.2 การหารูปแบบ (Pattern recognition) หมายถึง ความสามารถในการหารูปแบบของปัญหาที่ซ้ำ ๆ กัน หรือคล้ายกันของปัญหาที่เคยพบ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหา

2.3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณา รายละเอียดที่สำคัญของปัญหา โดยการแยกส่วนที่ไม่สำคัญออกจากสาระสำคัญ เพื่อจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการได้

2.4 อัลกอริทึม (Algorithm) หมายถึง ความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาหรือขั้นตอนการทำงาน มาจัดลำดับ คำสั่งและวิธีการที่ชัดเจนสามารถแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ปัญหาตามความต้องการได้

3. หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เอกสารหลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาครูโดยการฝึกอบรมให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตร ดังนี้

3.1 หลักการของหลักสูตร หมายถึง เป็นหลักสูตรที่เน้นให้ครูมีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและเจตคติ มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ นำความรู้การคิดเชิงคำนวณไปใช้เป็นฐานในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบูรณาการเทคโนโลยีในการออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการฝึกปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผล เป็นขั้นตอนตามแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิด แสดงความคิดเห็น ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันของผู้เข้าอบรม และเป็นการฝึกอบรมเพื่อนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติงานจริง ภายใต้การจัดบรรยากาศให้มีอิสระในการเรียนรู้ และในการปฏิบัติงาน โดยมีวิทยากรผู้ให้การอบรมคอยแนะนำ กำกับ ดูแล

3.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร หมายถึง การพัฒนาครูให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สามารถออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และวัดและประเมินผลการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

3.3 โครงสร้างหลักสูตร หมายถึง หน่วยการเรียนรู้และเนื้อหาสาระ จำนวน 4 หน่วย ดังนี้ 1. การแยกย่อย 2. การหารูปแบบ 3. การคิดเชิงนามธรรม และ 4. การออกแบบอัลกอริทึม การจัดการกิจกรรมฝึกอบรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ ระยะเวลา และการวัดและประเมินผล

4. การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง กระบวนการวางแผนการกำหนดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และประสบการณ์ ที่จัดในรูปแบบของกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถ ด้านการคิดเชิงคำนวณให้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ ซึ่งประกอบด้วย หลักการและเหตุผลในการพัฒนาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร การเลือกประสบการณ์ในการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล กำหนดระยะเวลาการดำเนินการ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน หมายถึง การศึกษาเอกสารงานวิจัย แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสภาพปัญหาความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณ หมายถึง การจัดทำร่างหลักสูตร ที่มีหลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างหลักสูตร
สื่อการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การประเมินโครงสร้างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 5 ท่าน และการศึกษานำร่อง กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น จำนวน 3 คน

ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร หมายถึง การนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปใช้ฝึกอบรม
ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 คน และผู้เรียน
ในระดับชั้นที่ครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมรับผิดชอบสอน จำนวน 123 คน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และ
พัฒนาการคิดเชิงคำนวณอย่างมีระบบ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development)
2. สมรรถนะการจัดการเรียนรู้
3. การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)
4. การฝึกอบรม
5. การเรียนรู้ของผู้ใหญ่
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ
7. กรอบแนวคิดในการวิจัย
8. โครงร่างหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development)

1. ความหมายของหลักสูตร

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความหมายของหลักสูตร นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของหลักสูตรแตกต่างกันไป ดังนี้

Saylor และ Alexander (1974) กล่าวว่า “หลักสูตร หมายถึง สิ่ง que แสดงถึงความตั้งใจด้านโอกาส เพื่อการจัดบรรยากาศให้คนได้รับการศึกษารวมกันและสิ่งอื่น ๆ โดยมีระยะเวลา และเนื้อหาที่จัดไว้ให้อย่างแน่นอน”

Marsh และ Stafford (1984) ได้สรุปความหมายเกี่ยวกับหลักสูตรไว้ดังนี้ หลักสูตร หมายถึง เนื้อหา รายวิชาที่ได้กำหนดไว้ หลักสูตร หมายถึง ประสบการณ์ฝึกอย่างที่โรงเรียนได้จัดเตรียมไว้ให้แก่ผู้เรียน หลักสูตร หมายถึง แผนต่าง ๆ และประสบการณ์ทั้งหลายทั้งหมดที่โรงเรียนจัดให้แก่ผู้เรียน หลักสูตร หมายถึง ผลผลิตทางการเรียนรู้ทั้งหลายที่โรงเรียนได้วางแผนไว้

Armstrong (2003) ได้ให้ความหมายของหลักสูตรไว้ว่า หลักสูตร หมายถึง กระบวนการตัดสินใจและสร้างหลักสูตร ซึ่งมีเป้าหมายสำหรับการเตรียมการและการประเมิน แผนการตัดสินใจที่จะพัฒนาผู้เรียน โดยเฉพาะด้านความรู้และทักษะ ความหมายดังกล่าวเกี่ยวข้องกับ 3 ปัจจัยหลักของหลักสูตร คือ การถ่ายโอนความรู้ กระบวนการจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกในการ เรียนรู้ และการสร้างการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลความรู้สารสนเทศใหม่ ๆ

চার্জ বাক্স (2543) ได้ให้ความหมายของหลักสูตร หมายถึง แผนซึ่งได้ออกแบบ จัดทำขึ้นเพื่อแสดงจุดหมายการจัดเนื้อหา กิจกรรมและมวลประสบการณ์ ในแต่ละโปรแกรมการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ตามจุดหมายที่ได้กำหนดไว้

สงบ ลักษณะ (2543) ได้ให้ความหมายของหลักสูตรว่า หลักสูตร หมายถึง มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่จัดให้ผู้เรียนได้รับ เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในแนวทางที่พึงปรารถนา ทั้งพฤติกรรม ความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ เจตคติ และค่านิยมต่าง ๆ

นิรมล ศตวุฒิ (2553) ได้สรุปความหมายของหลักสูตรไว้ 2 แนวทาง คือ 1) หลักสูตรเป็นที่รวมของเนื้อหาวิชาที่วางแผนไว้ในแง่หนึ่ง หลักสูตร หมายถึง รายวิชาที่ออกแบบไว้ สำหรับผู้เรียน ซึ่งเนื้อหาจะมีทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ เป็นกระบวนการและเป็นทักษะ 2) หลักสูตร หมายถึง ประสบการณ์ทั้งหมดที่สถานศึกษาเป็นผู้นำทางให้เกิดการเรียนรู้ ในแง่หนึ่ง หลักสูตร จะประกอบด้วยทั้งเนื้อหาความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในสถานศึกษา

ชวลิต ชุกาแพง (2559) ได้สรุปไว้ว่า หลักสูตร หมายถึง มวลประสบการณ์ ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน มีทั้งส่วนที่เป็นเอกสารหลักฐาน กระบวนการที่ใช้ในการ เรียนการสอน การจัดกิจกรรม สื่อวัสดุต่าง ๆ ที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนไปสู่เป้าหมายที่พึงปรารถนา

สมทรง สิทธิ (2561) ได้สรุปว่า หลักสูตร หมายถึง แผนหรือโปรแกรมการจัด มวลประสบการณ์การเรียนรู้ที่ถูกลงแผนไว้อย่างเป็นระบบ อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกัน ในทุกองค์ประกอบ พร้อมทั้งโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาจะนำไปจัดการศึกษาให้กับผู้เรียน

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของหลักสูตรของนักวิชาการด้านการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า หลักสูตร หมายถึง เอกสาร เนื้อหา รายวิชา ทักษะกระบวนการ และ มวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ที่มีการกำหนดแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ รวมถึงเจตคติที่สถานศึกษาจัดให้กับผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามที่ กำหนด

2. องค์ประกอบของหลักสูตร

Taba (1962) ได้เสนอว่า ทุกหลักสูตรไม่ว่าจะเป็นการออกแบบในลักษณะใดๆ ก็ตาม จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์เฉพาะ

2. การคัดเลือกและจัดระบบของเนื้อหาสาระ
3. รูปแบบของการเรียนการสอนหรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในหลักสูตร
4. การประเมินผล

Tyler (1949) ได้ให้แนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรและการวางแผนการสอนไว้ว่า นักพัฒนาหลักสูตรต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของ หลักสูตร 4 ประการ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ (Objective) 2) เนื้อหาสาระ (Content) หรือประสบการณ์ (Experience) 3) การจัดประสบการณ์ เรียน (Experience Organization) 4) การประเมินผล (Evaluation)

สังัด อุทรานันท์ (2532) ได้ขยายความเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักของหลักสูตรไว้ ดังนี้ จุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจุดมุ่งหมายจะเป็นเครื่องชี้ถึงเป้าหมายและเจตนารมณ์ของหลักสูตรว่า ต้องการให้ผู้เรียนมี คุณลักษณะเป็นเช่นใด ซึ่งจุดมุ่งหมายทั่วไปจะกล่าวไว้อย่างกว้าง ๆ และค่อนข้างเป็นปรัชญาเน้นที่ คำนิยมมากกว่าการเน้นทางด้านจิตวิทยาหรือด้านการเรียนการสอน ส่วนจุดมุ่งหมายเฉพาะจะเน้นที่ การประยุกต์ใช้มากกว่า เป็นจุดมุ่งหมายที่กล่าวไว้ในส่วนที่เป็นจุดมุ่งหมายของกลุ่มวิชาหรือ รายวิชาต่าง ๆ ที่มีอยู่ในหลักสูตรนั่นเอง

เนื้อหาสาระและประสบการณ์เรียนรู้จะเป็นสื่อกลาง (Means) ที่จะพาผู้เรียนไปสู่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ได้กำหนดไว้ เนื้อหาสาระที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย ของหลักสูตรอาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อเท็จจริงและความรู้ธรรมดา ความคิดรวบยอด และหลักการ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เจตคติและค่านิยม และทักษะทางกาย การประเมินผล เป็นการเสนอแนะแนวทางการดำเนินการวัดและประเมินผลที่มีความสอดคล้องและ เหมาะสมกับหลักสูตรนั้น ๆ เปรียบเสมือนเป็นการกำหนดเครื่องมือในการควบคุมการใช้หลักสูตร การจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่อาจมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีก เพื่อให้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมานั้นเป็นเหตุ เป็นผลมองเห็นความสำคัญของหลักสูตรอย่างเด่นชัด และยังสามารถชี้แนะให้การใช้หลักสูตร เป็นไปอย่างได้ผลอีกด้วย ส่วนประกอบเหล่านี้ ได้แก่ เหตุผลและความจำเป็นของหลักสูตร การเสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนการสอน การเสนอแนะการใช้สื่อการเรียนการสอนและ การเสนอแนะเกี่ยวกับการช่วยเหลือและส่งเสริมผู้เรียน (สังัด อุทรานันท์, 2532)

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537) องค์ประกอบของหลักสูตร คือ

1. วัตถุประสงค์
2. เนื้อหาวิชา
3. วิธีสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. วิธีการประเมินผล

อํารง บัวศรี (2543) กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ของหลักสูตร ดังนี้

1. เป้าประสงค์และนโยบายทางการศึกษา (Educational goals and policies) ซึ่งหมายถึง สิ่งที่รัฐต้องการดำเนินการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในเรื่องที่เกี่ยวกับการศึกษา
2. จุดหมายของหลักสูตร (Curriculum aims) เป็นผลอันเกิดจากการมีส่วนร่วมที่ต้องการให้เกิดพัฒนาการแก่ผู้เรียน หลังจากเรียนจบหลักสูตรแล้ว
3. รูปแบบและโครงสร้างหลักสูตร (Types and structures) ซึ่งเป็นลักษณะและแผนผังที่แสดงการแจกแจงวิชาหรือกลุ่มวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์
4. จุดประสงค์ของวิชา (Subject objectives) เป็นผลที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนวิชานั้นไปแล้ว
5. เนื้อหา (Content) เป็นสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ทักษะและความสามารถที่ต้องการให้มี รวมทั้งประสบการณ์ที่ต้องการให้ได้รับ
6. จุดประสงค์ของการเรียนรู้ (Instructional objectives) เป็นการระบุถึงสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้มีทักษะและความสามารถหลังจากเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนด
7. ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน (Instructional strategies) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้
8. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้เพื่อใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน
9. วัสดุหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน (Curriculum materials and instructional media) ได้แก่ เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นฟิล์ม แถบวีดิทัศน์ ฯลฯ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ สื่อทัศนศึกษา เทคโนโลยีการศึกษาและอื่น ๆ ที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพและประสิทธิภาพการเรียนการสอน

สุนีย์ ภูพันธ์ (2546) ได้จำแนกองค์ประกอบของหลักสูตรเป็น 4 ส่วน คือ

1. วัตถุประสงค์
2. เนื้อหาสาระและประสบการณ์การเรียนรู้
3. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้
4. การประเมินผล

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า องค์ประกอบของหลักสูตรที่สำคัญประกอบไปด้วย เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระ กระบวนการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ทั้งนี้ในการกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรขึ้นอยู่กับผู้กำหนดจะให้ความสำคัญกับองค์ประกอบใด องค์ประกอบหนึ่งมากน้อยแตกต่างกัน

3. การพัฒนาหลักสูตร

ความหมายการพัฒนาหลักสูตรได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า การพัฒนาหลักสูตรไว้หลายกรณี เช่น

Taba (1962) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงหลักสูตรเดิมให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ทั้งในด้านการวางจุดมุ่งหมายการจัดเนื้อหาวิชาการเรียน การสอนการวัดและประเมินผลอื่น ๆ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายอันใหม่ที่วางไว้

สังัด อุทรานันท์ (2532) ได้สรุปไว้ว่า การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การดำเนินการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่ หรือจัดทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น

นิรมล ศตวุฒิ (2553) ได้สรุปไว้ว่า การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่เคยมีหลักสูตรนั้นมาก่อน หรือการทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งต้องดำเนินการอย่างเป็นทางการและเป็นขั้นตอน

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการพัฒนาหลักสูตร มีแนวคิดอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสร้างหลักสูตรขึ้นมาใหม่โดยไม่มีหลักสูตรเดิม และการปรับปรุงหลักสูตรเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น โดยมีการดำเนินการอย่างเป็นทางการเป็นลำดับและเป็นขั้นตอน

4. รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตรมีแนวคิดอยู่ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ การสร้างหลักสูตรขึ้นมาใหม่โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานอยู่เลย และการปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ความหมายของคำว่า การพัฒนาหลักสูตรจะรวมไปถึงการผลิตเอกสารต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนด้วย (Saylor and Alexander, 1974) ซึ่งระบบการพัฒนาหลักสูตรนั้นจะเกี่ยวข้องกับ การจัดทำหลักสูตร ได้แก่ การร่างหรือการสร้างหลักสูตร การนำหลักสูตรไปใช้และการประเมินหลักสูตร นักการศึกษาหลายท่าน ได้พัฒนารูปแบบหลักสูตรตามแนวคิดที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler, 1949) กล่าวถึง หลักการ และเหตุผลในการพัฒนาหลักสูตร (Tyler rational) ว่า ในการพัฒนาหลักสูตรจะต้องตอบคำถามพื้นฐาน 4 ประการ คือ มีความมุ่งหมายของการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนควรแสวงหา มีประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้างที่โรงเรียนจัดขึ้น เพื่อช่วยให้บรรลุความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ จัดประสบการณ์ทางการศึกษาอย่างไรให้มีประสิทธิภาพ และรู้ได้อย่างไรว่าความมุ่งหมายที่กำหนดไว้บรรลุผลแล้ว หลักการและเหตุผล 4 ประการนี้จะต้องตอบคำถามตามลำดับ ดังนั้นความมุ่งหมายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะกำหนดรายละเอียดในข้ออื่น ๆ ตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ มีลำดับขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เริ่มจากการกำหนดจุดมุ่งหมายชั่วคราว โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาสังคม ผู้เรียนและความคิดเห็นของนักวิชาการ จากนั้นจึงเลือกเป็นจุดมุ่งหมายถาวร โดยผ่านการกลั่นกรองเพื่อคัดเอาเฉพาะสิ่งที่สำคัญด้วยการพิจารณาจากจิตวิทยาการเรียนรู้ ปรัชญาการเรียนรู้ และปรัชญาสังคม เพื่อเป็นจุดมุ่งหมายขั้นสุดท้ายหรือจุดมุ่งหมายถาวรที่นำไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

ขั้นที่ 2 การเลือกประสบการณ์ในการเรียนรู้มีสิ่งที่จะต้องพิจารณา ได้แก่

1. ผู้เรียนควรได้ฝึกกิจกรรมและเรียนรู้เนื้อหาตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย
2. กิจกรรมและประสบการณ์ควรจะทำให้ผู้เรียนพอใจที่จะปฏิบัติตาม

พฤติกรรมที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย

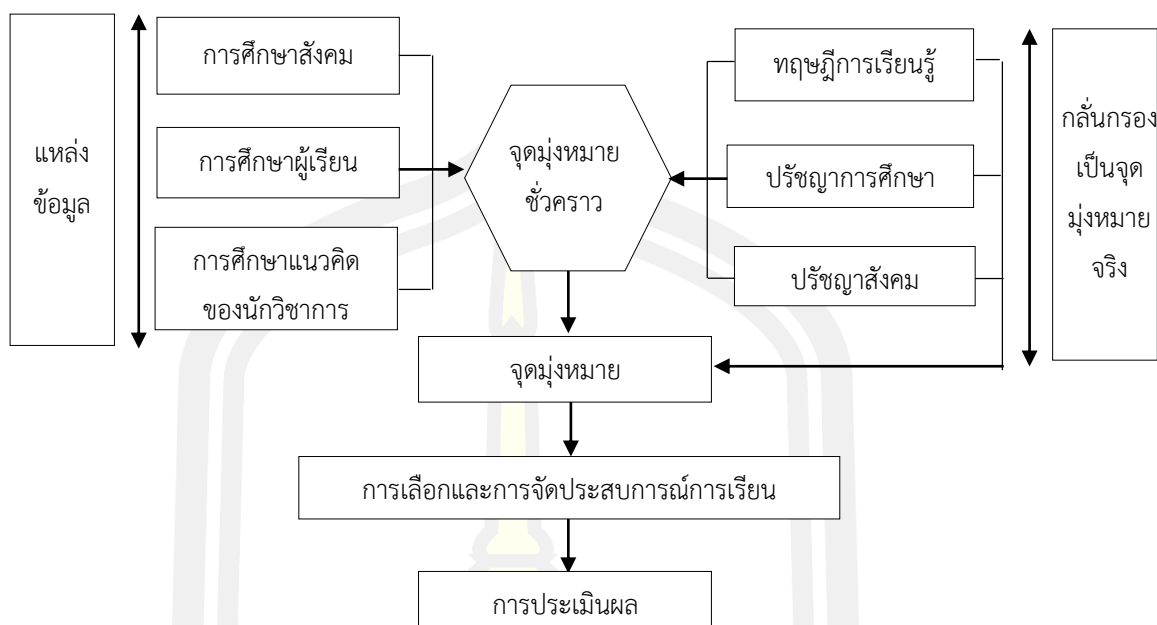
3. กิจกรรมและประสบการณ์อยู่ในขอบข่ายที่ปฏิบัติได้
4. กิจกรรมและประสบการณ์หลาย ๆ ด้านอาจนำไปสู่จุดมุ่งหมายเพียง

ข้อเดียว หรือกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้เพียงหนึ่งอย่างอาจตอบสนอง จุดมุ่งหมายหลาย ๆ ข้อได้

ขั้นที่ 3 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ในการจัดประสบการณ์ให้เป็นหน่วย ต้องมีการสำรวจความสัมพันธ์ทางด้านเวลาและเนื้อหา โดยมีเกณฑ์ในการจัดอย่างมีประสิทธิภาพ คือ ความต่อเนื่อง (Continuity) การเรียงลำดับขั้นตอน (Sequence) และการบูรณาการ (Integration)

ขั้นที่ 4 การประเมินผล เป็นขั้นตอนที่พิจารณาว่าประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ดังภาพประกอบ 1





ที่มา : Tyler (1949)

ภาพประกอบ 1 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ Tyler

2. รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา

แนวคิดการพัฒนาหลักสูตรตามรูปแบบของทาบา Hilda Taba (1962)

มีลักษณะจากล่างขึ้นบน (Grassroots approach) 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สภาพปัญหา สำนวญความต้องการและความจำเป็นทางสังคมศึกษาพัฒนาการของผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้ และธรรมชาติของการเรียนรู้ซึ่งเป็นแนวทางที่สำคัญในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ขั้นที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 เป็นหลัก ควรเป็นสิ่งที่ปฏิบัติได้จริงและเป็นแนวทางในการเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้

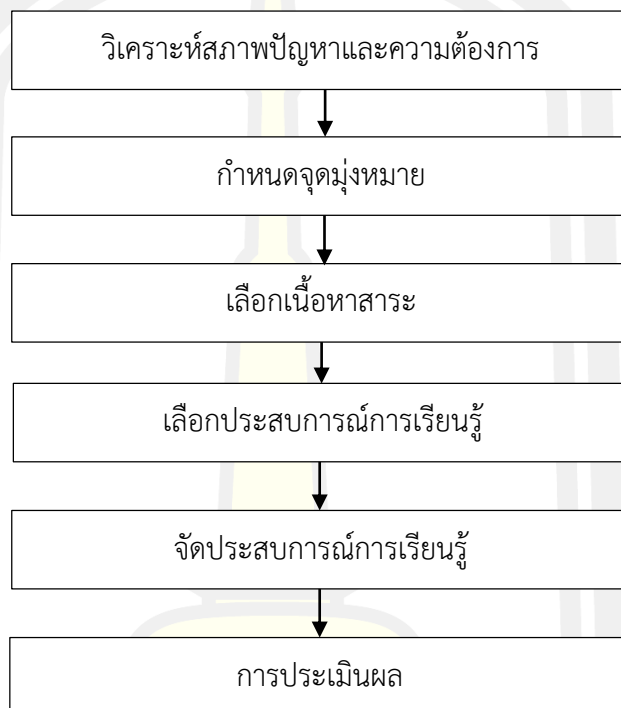
ขั้นที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ ต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เนื้อหาที่คัดเลือกบรรจุลงในหลักสูตรจะต้องมีความสำคัญและถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การจัดรวบรวมเนื้อหาสาระ พิจารณาถึงความเหมาะสมในการที่จะให้ผู้เรียนได้รับความรู้ใดก่อนหลังซึ่งจะต้องมีความต่อเนื่องและเป็นลำดับขั้นตอน

ขั้นที่ 5 การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นการศึกษถึงกระบวนการเรียนรู้และวิธีการสอนแบบต่าง ๆ จะต้องวางแผนเลือกประสบการณ์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและผู้เรียน

ขั้นที่ 6 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้เลือกแล้ว เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่บรรลุตามจุดประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 7 การประเมินผล เป็นการพิจารณาว่าหลักสูตรประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดปัญหาหรือข้อบกพร่องในขั้นตอนใด เพื่อจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป



ที่มา : Taba (1962)

ภาพประกอบ 2 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ Taba

3. รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ และอเล็กซานเดอร์

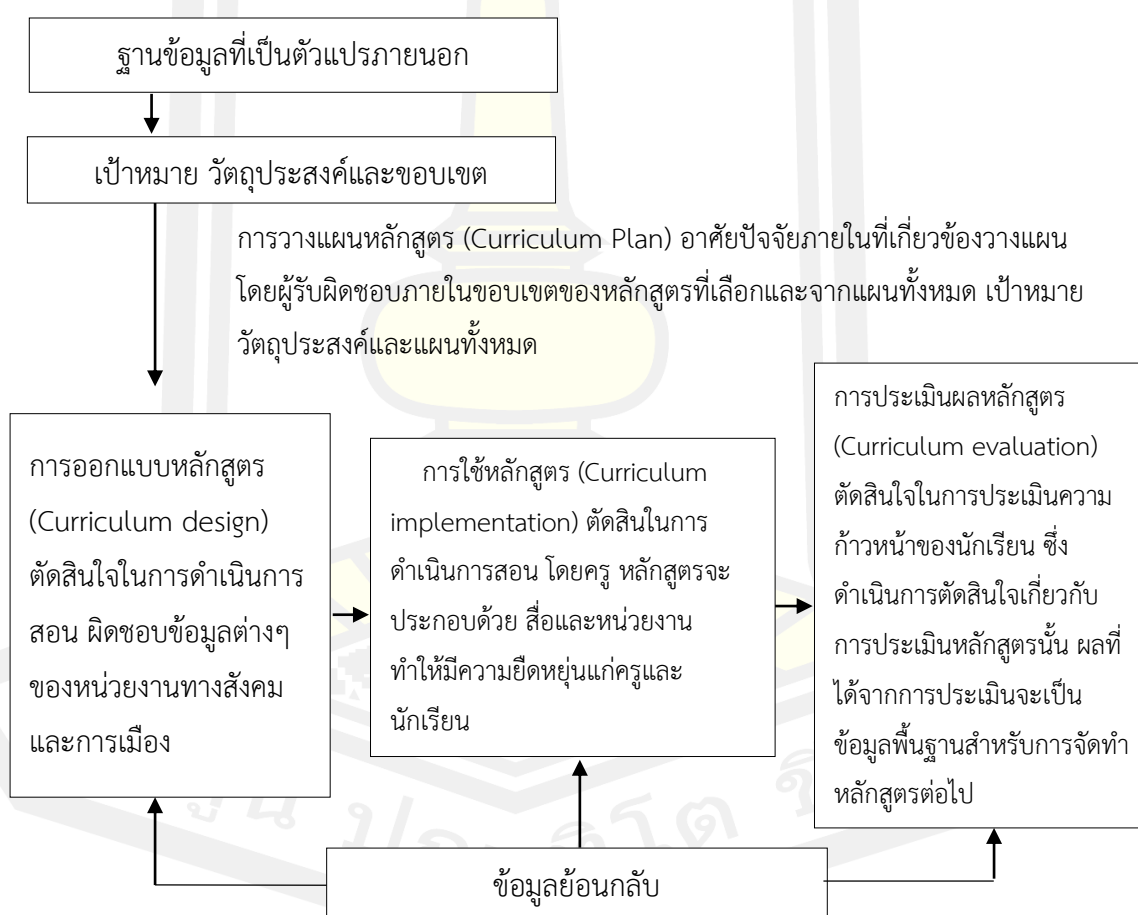
Saylor และ Alexander (1981) ได้เสนอแนวคิดกระบวนการวางแผนหลักสูตรว่า การพัฒนาหลักสูตรจะไม่ดำเนินไปในลักษณะเส้นตรง การปรับปรุงจะเริ่มที่ขั้นตอน หรือกระบวนการใดก็ได้ ขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตรมีดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์และขอบเขต เริ่มจากเป้าหมายหลักก่อน แล้วกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะที่ต้องการให้บรรลุเป้าหมายหลักนั้น จากนั้นจึงกำหนดขอบเขตของเป้าหมายไว้ 4 ประการ คือ ประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย พัฒนาการของบุคคล ความสามารถทางสังคม ทักษะการเรียนรู้และความชำนาญเฉพาะด้าน

ขั้นที่ 2 การออกแบบหลักสูตร เป็นการตัดสินใจโดยใช้เป้าหมาย วัตถุประสงค์ และขอบเขต พร้อมทั้งพิจารณาข้อมูลอื่น ๆ ประกอบ เช่น ธรรมชาติของวิชา ความสนใจของผู้เรียน และสังคม เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การนำหลักสูตรไปใช้เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับการนำวิธีสอนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ไปปฏิบัติวิธีการสอนรวมทั้งสื่อต่าง ๆ ที่นำไปใช้ต้องเหมาะสมสอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายการสอน

ขั้นที่ 4 การประเมินหลักสูตร ผู้สอนจะต้องเลือกใช้วิธีประเมินผลแบบต่าง ๆ เพื่อบอกความก้าวหน้าของผู้เรียน รวมทั้ง ประสิทธิภาพการสอน ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน รูปแบบ การพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์และอเล็กซานเดอร์ (Saylor and Alexander, 1981) สรุปเป็น ภาพประกอบ 3 ดังนี้



ที่มา : Saylor and Alexander (1981)

ภาพประกอบ 3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ และอเล็กซานเดอร์ (Saylor and Alexander)

ตาราง 1 สัเคราะห์รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร

| รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของไทเลอร์ (Tyler, 1949) | รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของทาบ (Taba, 1962) | รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ของของเซเลอร์และ อเล็กซานเดอร์ (Saylor and Alexander, 1981) | ขั้นตอนการพัฒนา หลักสูตรที่ใช้ ในการวิจัย |
|---|---|---|---|
| ขั้นที่ 1 การกำหนด จุดมุ่งหมายของหลักสูตร | ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สภาพ ปัญหาและความต้องการ จำเป็น ขั้นที่ 2 การกำหนด จุดมุ่งหมาย | ขั้นที่ 1 การกำหนด เป้าหมาย วัตถุประสงค์ และขอบเขต | ขั้นที่ 1 การศึกษา ข้อมูลพื้นฐาน |
| ขั้นที่ 2 การเลือก ประสบการณ์ในการเรียนรู้ | ขั้นที่ 3 การเลือกเนื้อหาสาระ ขั้นที่ 4 การจัดรวบรวม เนื้อหาสาระ ขั้นที่ 5 การเลือก ประสบการณ์การเรียนรู้ | ขั้นที่ 2 การออกแบบ หลักสูตร | ขั้นที่ 2 การสร้าง หลักสูตร |
| ขั้นที่ 3 การจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ | ขั้นที่ 6 การจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ | ขั้นที่ 3 การนำหลักสูตร ไปใช้ | ขั้นที่ 3 การทดลอง ใช้หลักสูตร |
| ขั้นที่ 4 การประเมินการจัด ประสบการณ์ | ขั้นที่ 7 การประเมิน | ขั้นที่ 4 การประเมิน หลักสูตร | |

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่า รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรมีหลายแนวคิด ซึ่งในแต่ละแนวคิด จะมีความคล้ายคลึงในส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของหลักสูตร และมีส่วนที่แตกต่างกันคือ การนำเสนอรายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาที่แสดงให้เห็นถึงความชัดเจนสู่การปฏิบัติจริง และการนำเสนอแนวคิดของรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร สามารถทำได้ทั้งนิรนัยและอุปนัย การนำหลักสูตรไปใช้ขึ้นอยู่กับว่าจะยึดตามรูปแบบใด ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้าง สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler) มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้าง สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ โดยมีหลักการและเหตุผลในการพัฒนาหลักสูตร ตามลำดับขั้นดังนี้ กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การเลือกประสบการณ์ในการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และการประเมินผลและกำหนดขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร ได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาข้อมูล พื้นฐานในการจัดทำหลักสูตร 2) การสร้างหลักสูตร และ 3) การทดลองใช้หลักสูตร

สมรรถนะการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของสมรรถนะ

คำว่า สมรรถนะ (Competency) มีความหมายตามพจนานุกรมว่า ความสามารถ หรือ สมรรถนะ ในภาษาอังกฤษมีคำที่มีความหมายคล้ายกันอยู่หลายคำ ได้แก่ Capability, Ability, Proficiency, Expertise, Skill, Fitness, Aptitude โดยสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน ใช้ภาษาไทยว่า “สมรรถนะ” แต่ในบางองค์การใช้คำว่า “ความสามารถ” ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอใช้คำว่า สมรรถนะ หรือ Competency ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่า “สมรรถนะ” ที่หลากหลาย ดังนี้

Good และ Merkel (1973) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะว่า หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นในอาชีพอย่างกว้าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์ในการ ประกอบอาชีพ

Boyatzis (1991) ได้ให้ความหมายว่า สมรรถนะ หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ในตัวบุคคล ซึ่งถือเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคลเพื่อให้บรรลุถึงความต้องการของงาน ภายใต้ปัจจัย สภาพแวดล้อมขององค์การ และทำให้บุคคลมุ่งมั่นสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ

Spencer และ Spencer (1993) ได้ให้ความหมายของ สมรรถนะว่า เป็นคุณลักษณะของบุคคลที่มีความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลต่อความมีประสิทธิภาพของเกณฑ์ที่ใช้และ หรือการปฏิบัติงานที่ได้ผลการทำงานที่ดีขึ้นกว่าเดิม

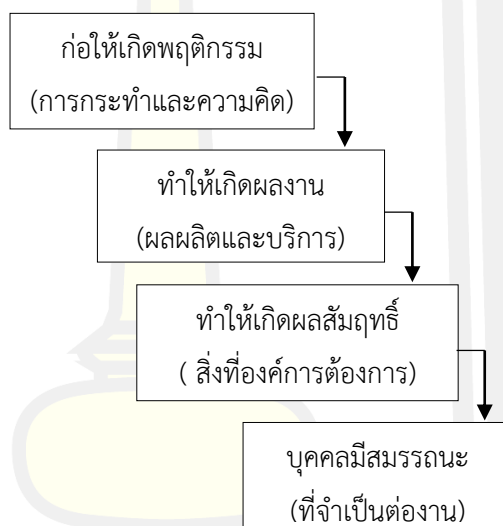
Mitrani, Dalziel และ Fitt (1992) กล่าวว่า สมรรถนะหมายถึง คุณลักษณะที่เด่นชัดของแต่ละบุคคล ซึ่งมีเหตุเกี่ยวข้องกับผลงานที่ดีเลิศหรือมีประสิทธิภาพในงานหนึ่ง ๆ

Rylatt และ Lohan (1997) กล่าวว่า สมรรถนะ (Competency) หมายถึง ลักษณะ ของทักษะ ความรู้และทัศนคติที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ ณ สถานการณ์หรือ เฉพาะงานนั้น

Green (1999) กล่าวว่า สมรรถนะ (Competency) หมายถึง คำอธิบายที่เป็น ลายลักษณ์อักษรของอุปนิสัยที่วัดผลได้และทักษะส่วนตัวที่ใช้ทำงานตามวัตถุประสงค์ ซึ่งทั้งสองกลุ่ม ครอบคลุมถึงคุณลักษณะส่วนบุคคลหรือพฤติกรรมที่จะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ของงาน ในทางตรงกันข้าม ตามแนวคิดเริ่มแรกนั้น คำนิยามบางส่วนไม่ได้เน้นที่ความแตกต่างของกลุ่มพฤติกรรมระหว่าง Competency ของผู้มีผลงานดีเลิศกับผู้ที่ยามบนพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ของงาน ดังนั้น พันธกิจ เริ่มแรกของ Competency-based management จะต้องให้นิยามของคำว่า Competency ให้ชัดเจนกันเสียก่อน

Dubois และ Rothwell (2004) กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะที่ทุกคนมีและใช้ได้อย่างเหมาะสม เพื่อผลักดันให้ผลการปฏิบัติงานบรรลุตามเป้าหมาย ซึ่งลักษณะเหล่านี้ ได้แก่ ความรู้ ทักษะ บุคลิกภาพ แรงจูงใจทางสังคม ลักษณะนิสัยส่วนบุคคล ตลอดจนรูปแบบความคิดและวิธีการคิด ความรู้สึกและการกระทำ

Shermon (2004) ได้ให้ ความหมายของสมรรถนะและขยายเป็นแนวคิดผลลัพธ์ขององค์การต้องการได้ คือ สมรรถนะ หมายถึง คุณสมบัติที่บุคคลจำเป็นต้องมีเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจาก ความหมายนี้จะทำให้บุคคลแสดงออกถึงพฤติกรรมทำให้เกิดผลงานและผลลัพธ์ขององค์การ ดังภาพประกอบ 4 ต่อไปนี้



ที่มา : Shermon (2004)

ภาพประกอบ 4 สมรรถนะที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมผลงานและผลลัพธ์

ณรงค์วิทย์ แสนทอง (2551) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะไว้ว่า หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถสร้างผลงานได้โดดเด่นกว่าเพื่อนร่วมงานอื่น ๆ ในองค์กร

ชูชัย สมितिไกร (2556) สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานของบุคคล และมีความเหมาะสมสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ ค่านิยม และเป้าหมายขององค์การ ซึ่งทำให้การปฏิบัติงานของบุคคลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

จากที่ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า สมรรถนะ (Competency) มาทั้งหมด จึงสรุปได้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ความรู้ ทักษะและความสามารถที่มีอยู่ในตัวของแต่ละบุคคล

ซึ่งถือเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดการปฏิบัติงานที่เป็นเลิศ (Excellence) หรือการปฏิบัติงานที่เหนือกว่าคนอื่น (Superior performance) ทำให้ตนเองประสบความสำเร็จในการทำงาน การแก้ปัญหา และการดำรงชีวิต

2. ความสำคัญของสมรรถนะ

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2548) ข้อบังคับคุรุสภาว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณของวิชาชีพ พ.ศ. 2548 ได้กำหนดมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา ประกอบด้วย 1) มาตรฐานความรู้และประสบการณ์ 2) มาตรฐานการปฏิบัติงาน 3) มาตรฐานการปฏิบัติตน เพื่อให้เกิดคุณภาพในการปฏิบัติงาน สามารถสร้างความเชื่อมั่นศรัทธาให้แก่ผู้รับบริการจากวิชาชีพ ได้ว่าเป็นบริการที่มีคุณภาพสามารถตอบสนองได้ว่าการที่กฎหมายให้ความสำคัญกับวิชาชีพทางการศึกษา และกำหนดให้มีวิชาชีพควบคุมนั้น เนื่องจากเป็นวิชาชีพที่มีลักษณะเฉพาะ ผู้ประกอบวิชาชีพต้องมีสมรรถนะด้านความรู้ ทักษะและความเชี่ยวชาญในการประกอบวิชาชีพ การพัฒนาสมรรถนะของบุคลากรในองค์กรเป็นพันธกิจที่สำคัญของทุกองค์การ เพราะสมรรถนะเป็นปัจจัยสำคัญในการปฏิบัติงานของบุคลากร ซึ่งองค์การจะต้องค้นหาสมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำเนินภารกิจของบุคลากรให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และค้นหาเทคนิควิธีการ ในการพัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นต่อความสำเร็จของบุคลากรแต่ละคนในองค์การ

วิทยา จันทรศิริ (2551) ความสามารถของมนุษย์ จำแนกได้ 3 ลักษณะ คือ ความสามารถที่แสดงความเป็นความรู้ (Knowledge) ความสามารถที่แสดงออกมาเป็นทักษะ (Skill) และลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ (Attributes) ถ้ารวมกันอยู่ในตัวของบุคคลจะทำให้บุคคลนั้นปฏิบัติงานได้ผลสำเร็จที่แตกต่างกันเรียกโดยรวมว่า สมรรถนะ (Competency) การบริหารบุคคล ปัจจุบันถือว่า คนเป็นทรัพยากรหรือเป็นทรัพย์สินขององค์กร การมีบุคคลที่มีความสามารถจะทำให้องค์การบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เช่นเดียวกันการมีทุนในการบริหาร และการจัดการอันประมาณค่ามิได้ในทางตรงกันข้าม หากคนในองค์กรไร้ความสามารถ องค์กรก็เสมือนมีทรัพย์สินแต่ไม่มีราคาสร้างมูลค่าเพิ่มไม่ได้ ท้ายสุดก็จะล่มสลายตามกันไปเนื่องจากไม่อาจบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรได้

ชูชัย สมितिไกร (2554) ได้กล่าวว่า สมรรถนะมีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานของพนักงานและองค์กร ดังนี้ 1) ช่วยให้้องค์การสามารถคัดสรรบุคคลที่มีคุณสมบัติที่ดีทั้งทางด้านความรู้ ทักษะและความสามารถ ตลอดจนพฤติกรรมที่เหมาะสมกับงาน เพื่อปฏิบัติงานได้สำเร็จตามความต้องการของ้องค์การอย่างแท้จริง 2) ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงระดับความรู้ ทักษะและความสามารถของตนเองว่าอยู่ในระดับใดและจำเป็นต้องพัฒนาในเรื่องใด ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น 3) นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาในการฝึกอบรมพนักงานใน้องค์การ 4) ช่วยสนับสนุนให้ตัวชี้วัดหลักของผลงาน (Key performance indicators: KPIs) บรรลุเป้าหมาย

เพราะสมรรถนะจะเป็นตัวบ่งบอกได้ว่าถ้าต้องการให้บรรลุเป้าหมายของ KPIs แล้วจะใช้สมรรถนะใดบ้าง 5) ป้องกันไม่ให้ผลงานเกิดจากโชคชะตาเพียงอย่างเดียว เช่น ยอดขายของพนักงานขายเพิ่มขึ้นสูงกว่าเป้าที่กำหนด ทั้ง ๆ ที่พนักงานคนนั้นไม่ค่อยตั้งใจทำงานมากนัก แต่เนื่องจากความต้องการของตลาดสูง จึงทำให้ยอดขายเพิ่มขึ้นเองโดยไม่ต้องทุ่มเทความพยายามมากนัก แต่ถ้ามีการวัดสมรรถนะแล้วจะทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าพนักงานคนนั้นประสบความสำเร็จเพราะโชคช่วยหรือความสามารถของเขาเอง 6) ช่วยให้การหล่อหลอมสมรรถนะขององค์การประสบผลสำเร็จเร็วยิ่งขึ้น เพราะถ้าบุคลากรในองค์การทุกคนปรับสมรรถนะของตนเองให้เข้ากับมาตรฐานที่องค์การกำหนดตลอดเวลาแล้ว ในระยะยาวก็จะสามารถส่งผลให้เกิดเป็นสมรรถนะเฉพาะขององค์การนั้น ๆ เช่น เป็นองค์การแห่งการคิดสร้างสรรค์ เพราะทุกคนในองค์การมีสมรรถนะในเรื่องการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)

จากความสำคัญของสมรรถนะที่ได้จากการศึกษาตั้งที่นำเสนอมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าสมรรถนะมีความสำคัญทั้งต่อตัวบุคคลและองค์กร เพราะสมรรถนะจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ การบริหารทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งสามารถนำแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะไปใช้ในการสรรหา คัดเลือก บุคลากร การพัฒนาบุคลากร การประเมินผลการปฏิบัติงาน การพัฒนาความก้าวหน้าในวิชาชีพ การวางแผนสืบทอดตำแหน่งและการจ่ายผลตอบแทน เป็นต้น

3. องค์ประกอบและประเภทของสมรรถนะ

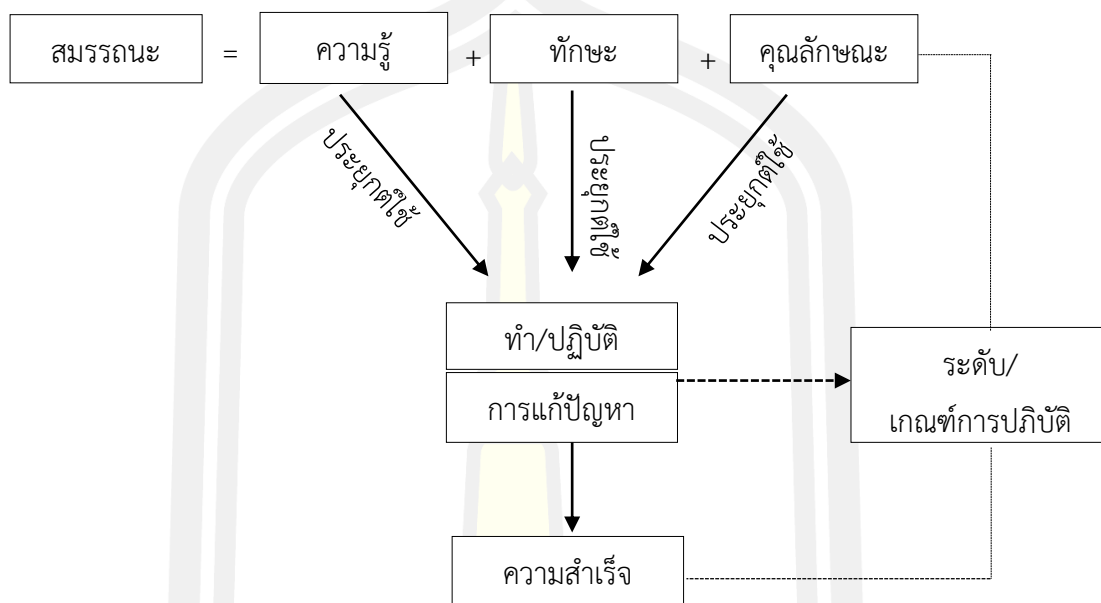
แมคเคลแลนด์ (McClelland, 1973; อ้างอิงมาจาก สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, 2548) ได้ศึกษา พบว่า สมรรถนะของบุคคลสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. สมรรถนะขั้นพื้นฐาน (Threshold competency) หมายถึง ความรู้หรือทักษะพื้นฐานที่บุคคลจำเป็นต้องมีในการทำงาน เช่น ความสามารถในการอ่าน การพูด หรือการเขียน ซึ่งสมรรถนะเหล่านี้ไม่ได้ทำให้บุคคลนั้นมีผลงานที่แตกต่างจากผู้อื่นหรือไม่สามารถทำให้บุคคลนั้นมีผลงานที่ดีกว่าผู้อื่นได้ นักวิชาการบางกลุ่มจึงมีความเห็นว่าความรู้และทักษะพื้นฐานเหล่านี้ไม่จัดเป็นสมรรถนะ

2. สมรรถนะขั้นแยกแยะได้ (Differentiating competency) หมายถึง ปัจจัยที่ทำให้บุคคลมีผลการทำงานสูงกว่ามาตรฐานหรือดีกว่าบุคคลทั่วไป ซึ่งทำให้บุคคลผู้นั้นมีความแตกต่างจากผู้อื่นอย่างเห็นได้ชัด สมรรถนะกลุ่มนี้มุ่งเน้นที่การใช้ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอื่น ๆ รวมไปถึงค่านิยม แรงจูงใจ และเจตคติ เพื่อช่วยให้เกิดผลงานที่ดีที่สุด นักวิชาการจำนวนมาก จึงให้ความสนใจสมรรถนะกลุ่มนี้ เพราะสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลได้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562) องค์ประกอบสำคัญของสมรรถนะ มี 7 ประการ ได้แก่ 1) ความรู้ (Knowledge) 2) ทักษะ (Skill) 3) คุณลักษณะ/เจตคติ (Attribute/Attitude) 4) การประยุกต์ใช้ (Application) 5) การกระทำ/การปฏิบัติ (Performance)

6) งานและสถานการณ์ต่าง ๆ (Tasks/Jobs/Situations) และ 7) ผลสำเร็จ (Success) ตามเกณฑ์ที่กำหนด (Performance Criteria) ปรากฏดังภาพประกอบ 5



ที่มา : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562)

ภาพประกอบ 5 องค์ประกอบสำคัญของสมรรถนะ

ณรงค์วิทย์ แสนทอง (2551) ได้แบ่งประเภทของสมรรถนะออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สมรรถนะหลัก (Core competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นถึง ความรู้ ทักษะ ทักษะ ทักษะ ทักษะ ทักษะ และความเชื่อ และอุปนิสัยของคนในองค์กรโดยรวมที่จะช่วยสนับสนุนให้องค์กรบรรลุเป้าหมายตามวิสัยทัศน์ได้

2. สมรรถนะตามสายงาน (Job competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นถึง ความรู้ ทักษะ ทักษะ ทักษะ ทักษะ และความเชื่อ และอุปนิสัยที่จะช่วยเสริมสร้างให้คน ๆ นั้นสามารถสร้างผลงานในการปฏิบัติงานตำแหน่งนั้น ๆ ได้สูงกว่ามาตรฐาน

3. สมรรถนะส่วนบุคคล (Personal competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะของคน ที่สะท้อนให้เห็นถึง ความรู้ ทักษะ ความเชื่อ และอุปนิสัยที่ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้โดดเด่นกว่าคนทั่วไป เช่น พวกเขาสามารถอาศัยอยู่กับแมลงป่องหรืออสรพิษได้ เป็นต้น ซึ่งเรามักจะเรียก Personal competency ว่าความสามารถพิเศษส่วนบุคคล ห้ามลอกเลียนแบบ

จิระประภา อัครบวร (2549) กล่าวว่า สมรรถนะในตำแหน่งหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วย 3 ประเภท คือ

1. สมรรถนะหลัก (Core competency) คือ พฤติกรรมที่ดีที่ทุกคนในองค์กรต้องมี เพื่อแสดงถึงวัฒนธรรมและหลักนิยมขององค์กร

2. สมรรถนะบริหาร (Professional competency) คือ คุณสมบัติความสามารถด้านการบริหารที่บุคลากรในองค์กรทุกคนจำเป็นต้องมีในการทำงาน เพื่อให้งานสำเร็จและสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ วิสัยทัศน์ขององค์กร

3. สมรรถนะเชิงเทคนิค (Technical competency) คือ ทักษะด้านวิชาชีพที่จำเป็นในการนำไปปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จ โดยจะแตกต่างกันตามลักษณะงาน ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ สมรรถนะเชิงเทคนิคหลัก (Core technical competency) และสมรรถนะเชิงเทคนิคเฉพาะ (Specific technical competency)

อัครศักดิ์ คงคาสวัสดิ์ (2548) แบ่งประเภทของสมรรถนะ (Competency) ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) สมรรถนะหลัก (Core competency) หมายถึง คุณสมบัติหรือคุณลักษณะพื้นฐานที่เป็นหลักที่ทุกตำแหน่งงานในองค์กรจะต้องมีถือเป็น “คุณสมบัติร่วม” ของทุกคนในองค์กรที่จะต้องสมรรถนะหลักขององค์กรหนึ่งอาจจะไม่เหมือนกับองค์กรหนึ่งก็ได้ สมรรถนะหลักก็คือ ส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมองค์กร (Corporate culture) 2) สมรรถนะอื่น (Others competency) หมายถึง คุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่องค์กรต้องการสำหรับแต่ละตำแหน่งงานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ สมรรถนะตามหน้าที่สมรรถนะวิชาชีพ สมรรถนะทางเทคนิค หรือสมรรถนะในสายงาน (Functional/Professional/Technical/Job competency) สมรรถนะส่วนบุคคล (Personal/Individual competency) สมรรถนะภาวะผู้นำหรือการบริหาร (Leadership/Managerial competency)

ชูชัย สมितिไกร (2556) สมรรถนะของบุคลากร (Employee competency) สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ สมรรถนะหลัก (Core competency) คือ สมรรถนะที่บุคลากรในองค์กรจำเป็นต้องมีเหมือนกันทุกคน ไม่ว่าจะอยู่ในตำแหน่งสายงานใดหรือระดับตำแหน่งใดก็ตาม เช่น การทำงานเป็นทีม ความซื่อสัตย์ การมุ่งผลสัมฤทธิ์ ฯลฯ สมรรถนะตามสายงาน (Functional competency) คือ สมรรถนะที่เป็นความรู้ความสามารถทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานตามสายงานหนึ่ง ๆ เช่น ผู้ที่ทำงานในแผนกการตลาดก็มีความจำเป็นต้องมีสมรรถนะสายงานการตลาด ส่วนผู้ที่ทำงานอยู่ในแผนกบัญชีและการเงินก็จำเป็นต้องมีสมรรถนะของสายงานบัญชีและการเงิน เป็นต้น เพราะฉะนั้นบุคลากรแต่ละคนจะต้องมีสมรรถนะ 2 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย สมรรถนะหลักและสมรรถนะตามสายงาน สมรรถนะตามบทบาทหน้าที่ (Role competency) คือ สมรรถนะที่บุคลากรในระดับบริหารจำเป็นต้องมีเพื่อให้สามารถปฏิบัติหน้าที่และบทบาทการเป็นผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์กรบางแห่งอาจเรียกสมรรถนะประเภทนี้ว่า “สมรรถนะเชิงการจัดการ (Management competency)”

9. ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นในการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดทัศนศึกษา การจัดหาเอกสารเพิ่มเติมและเทคโนโลยี
 10. ใช้วัสดุและสื่อการสอนให้เหมาะสมกับวิธีการเรียนรู้และระดับชั้นของนักเรียน
 11. ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนใช้ทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เช่น การคิดวิพากษ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบอเนกนัย การสืบสอบ เป็นต้น
 12. จัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมค่านิยม วัฒนธรรมในชุมชน
 13. สามารถบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) ได้กำหนดสมรรถนะครูเพื่อเป็นมาตรฐานและแนวทางในการปฏิบัติงานของครูไว้ ดังนี้

1. สมรรถนะหลัก (Core Competency) ประกอบด้วย 5 สมรรถนะ คือ
 - สมรรถนะที่ 1 การมุ่งผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงาน (Working Achievement Motivation)
 - สมรรถนะที่ 2 การบริการที่ดี (Service Mind)
 - สมรรถนะที่ 3 การพัฒนาตนเอง (Self-Development)
 - สมรรถนะที่ 4 การทำงานเป็นทีม (Team Work)
 - สมรรถนะที่ 5 จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพครู (Teacher's Ethics and Integrity)
2. สมรรถนะประจำสายงาน (Functional competency) ประกอบด้วย 6 สมรรถนะ คือ
 - สมรรถนะที่ 1 การบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ (Curriculum and Learning Management) หมายถึง ความสามารถในการสร้างและพัฒนาหลักสูตร การออกแบบการเรียนรู้อย่างสอดคล้องและเป็นระบบ จัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้และพัฒนาสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยี และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด
 - สมรรถนะที่ 2 การพัฒนาผู้เรียน (Student Development) หมายถึง ความสามารถในการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม การพัฒนาทักษะชีวิต สุขภาพกาย และสุขภาพจิต ความเป็นประชาธิปไตย ความภูมิใจในความเป็นไทย การจัดระบบดูแลช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ
 - สมรรถนะที่ 3 การบริหารจัดการชั้นเรียน (Classroom Management) หมายถึง การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ การจัดทำข้อมูลสารสนเทศและเอกสารประจำชั้นเรียน/

ประจำวิชา การกำกับดูแลชั้นเรียนรายชั้น/รายวิชา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความสุข และความปลอดภัยของผู้เรียน

สมรรถนะที่ 4 การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียน (Analysis & Synthesis & Classroom research) หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจ แยกประเด็นเป็นส่วนย่อย รวบรวม ประมวลหาข้อสรุปอย่างมีระบบและนำไปใช้ในการวิจัย เพื่อพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ห่องค์กรหรืองานในภาพรวมและดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนางานอย่างเป็นระบบ

สมรรถนะที่ 5 ภาวะผู้นำครู (Teacher Leadership) หมายถึง คุณลักษณะ และพฤติกรรมของครูที่แสดงถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ส่วนบุคคล และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกันทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน โดยปราศจากการใช้อิทธิพลของผู้บริหารสถานศึกษา ก่อให้เกิดพลังแห่งการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ

สมรรถนะที่ 6 การสร้างความสัมพันธ์และความร่วมมือกับชุมชนเพื่อการจัดการเรียนรู้ (Relationship & Collaborative–Building for Learning Management) หมายถึง การประสานความร่วมมือ สร้างความสัมพันธ์ที่ดี และเครือข่ายกับผู้ปกครอง ชุมชนและองค์กรอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุนส่งเสริมการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) ได้กำหนดสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ของครูโดยกำหนดเป็นสมรรถนะประจำสายงาน ดังนี้

1. ตัวบ่งชี้สมรรถนะ ประกอบด้วย

- 1.1 ความรู้ความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้
- 1.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.3 การใช้และพัฒนาสื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้
- 1.4 การวัดและประเมินผล

2. รายการพฤติกรรม ประกอบด้วย

- 2.1 กำหนดผลการเรียนรู้ที่เน้นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ ริเริ่ม เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ ความแตกต่างและธรรมชาติของผู้เรียนเป็นรายบุคคล
- 2.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมสอดคล้องกับวัยและความต้องการของผู้เรียน
- 2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมและการประเมินผลการเรียนรู้
- 2.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยบูรณาการอย่างสอดคล้อง เชื่อมโยงกัน

- 2.5 มีการนำผลการออกแบบการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ และปรับตัวตามสถานการณ์อย่างเหมาะสมและเกิดผลกับผู้เรียนตามที่คาดหวัง
- 2.6 ประเมินผลการออกแบบการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาปรับปรุง
- 2.7 จัดทำฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 2.8 ใช้รูปแบบเทคนิคการสอนอย่างหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพ
- 2.9 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปลูกฝัง ส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะของผู้เรียน
- 2.10 ใช้หลักจิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข
- 2.11 ใช้แหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนในการจัดการเรียนรู้
- 2.12 พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครองและชุมชน
- 2.13 ใช้สื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.14 สืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้
- 2.15 ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการผลิตสื่อ นวัตกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
- 2.16 ออกแบบวิธีการวัดผลและประเมินผลอย่างหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และผู้เรียน
- 2.17 สร้างและนำเครื่องมือวัดและประเมินผลไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม
- 2.18 วัดผลและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง
- 2.19 นำผลการประเมินการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้
- ประกาศคณะกรรมการคุรุสภา “ข้อบังคับคุรุสภาว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพ พ.ศ. 2556 เรื่อง สาระความรู้ สมรรถนะและประสบการณ์วิชาชีพของผู้ประกอบวิชาชีพครู ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้บริหารการศึกษา และศึกษานิเทศก์ ตามข้อบังคับคุรุสภา ว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพ พ.ศ. 2556 ได้กล่าวไว้ในหมวด 1 ผู้ประกอบวิชาชีพครู ซึ่งมีสาระความรู้และสมรรถนะของ ผู้ประกอบวิชาชีพครู ตามมาตรฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องใน ข้อ 6 การจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียนไว้ ดังนี้
1. สาระความรู้
 - (1) หลักการ แนวคิด แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้
 - (2) ทฤษฎีและรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหาได้

(3) การบูรณาการการเรียนรู้แบบเรียนรวม

(4) การจัดการชั้นเรียน

(5) การพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ในสถานศึกษา

2. สมรรถนะ

(1) สามารถจัดทำแผนการเรียนรู้และนำไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลจริง

(2) สามารถสร้างบรรยากาศการจัดการชั้นเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

นันทกา วารินทร์ (2557) กล่าวว่า สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน

คือ

1. การสร้างและพัฒนาหลักสูตร
2. ความสามารถในการเนื้อหาสาระที่สอน
3. การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
4. การใช้และพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จรรยา พานิชย์ผลินไชย (2559) ได้สรุปว่า สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21

มี 7 ด้าน ได้แก่

1. การออกแบบการเรียนรู้
2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ผู้เรียนยุคใหม่
4. การพัฒนาสภาพแวดล้อมและแหล่งการเรียนรู้ยุคใหม่
5. การพัฒนาและใช้สื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา
6. การพัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2562) ได้สังเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะของครูไทยที่กำหนด

โดยหน่วยงานของกระทรวงศึกษาธิการ ได้แก่ สำนักมาตรฐานวิชาชีพ สำนักเลขาธิการคุรุสภา สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู และบุคลากรทางการศึกษา สังเคราะห์สมรรถนะได้ 16 ด้าน โดยสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

1. สามารถบูรณาการสาระการเรียนรู้ ทั้งภายในและระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้ สอดคล้องกับชีวิตจริง
2. สามารถออกแบบการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับผู้เรียน
3. สามารถจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

4. สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

5. สามารถจัดกิจกรรม หรือสนับสนุนให้ผู้เรียน แสดงความคิดเห็นในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

6. สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

7. สามารถประเมิน และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

Parson (1996) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะครูในการพัฒนาหลักสูตร และจัดการเรียนการสอนว่า ครูควรมีทักษะ ความรู้ เจตคติและความสามารถที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. มีสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอน (Teaching and Learning styles)

1.1 ใช้หลักการการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ

1.2 ใช้หลักการสร้างแรงจูงใจ

1.3 ใช้ทฤษฎีทางการเรียนการสอนเป็นฐาน

1.4 ใช้นวัตกรรมใหม่

1.5 เข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล

1.6 มีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอน

1.7 จัดการเรียนการสอนโดยยึดเป้าหมายที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. มีสมรรถภาพทางการวางแผนและการประเมินหลักสูตร (Curriculum planning and assessment)

2.1 วางแผนการพัฒนาหลักสูตรที่มุ่งเน้นกระบวนการมุ่งสู่เป้าหมายและตรวจสอบได้

2.2 ทำหลักสูตรแฝงให้เป็นหลักสูตรที่ชัดเจนได้

2.3 พัฒนาหลักสูตรที่สร้างพลังใจ (Empowering curriculum)

2.4 ประยุกต์การวิจัยด้วยการประเมินผล

2.5 ความสามารถทางด้านความสัมพันธ์ การสื่อสารและการรู้จักเข้าใจระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication and Relationship Skills)

2.6 มีความรู้ระดับปริญญา

2.7 มีความสามารถทางการสื่อสาร

2.8 มีความมั่นใจสูง

2.9 มีส่วนร่วมในการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษาหารือ

จากแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนตามที่กล่าวมาแล้ว พบว่า สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูประกอบด้วย สมรรถนะหลักและสมรรถนะประจำสายงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอนจะต้องมีสมรรถนะประจำสายงาน ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นหน้าที่หลัก ดังนั้นในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จึงสรุปได้ดังนี้

ตาราง 2 วิเคราะห์สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้

| สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ | สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2551) | ฉัตรชัย หวังมีจมี (2560) | สพฐ. (2553) | สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา (2556) | จรรยา พานิชย์สินไชย (2559) | นันทภา วารินทร์ (2557) | กระทรวงศึกษาธิการ (2560) | Parson (1996) | สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ |
|---|-------------------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|--|
| การจัดทำหลักสูตร | | | | | | ✓ | | | |
| การออกแบบการเรียนรู้ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | ✓ |
| การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| การจัดทำหลักสูตร | | | | | | ✓ | | | |
| การจัดกิจกรรมสนับสนุนการเรียนรู้ | ✓ | | | | | | ✓ | | |
| การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ | | ✓ | | | ✓ | | | | |
| การพัฒนาสภาพแวดล้อมและแหล่งการเรียนรู้ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | | |
| การพัฒนาใช้สื่อ นวัตกรรมและเทคโนโลยี | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| การพัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ | | | | | ✓ | | | | |
| การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ | | | | ✓ | | | | | |

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนจะต้องมีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ และความสามารถในการวัดผลและประเมินผล

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

1. ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ หรือการคิดเชิงตรรกะคำนวณ การคิดเชิงประมวลผล (Computational thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ นักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ ไว้ดังนี้

Wing (2006) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณ เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดเชิงวิเคราะห์ โดยนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยหาคำตอบ แล้วนำความคิดนี้มาออกแบบวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือมีระบบที่ซับซ้อน เพื่อหาคำตอบที่ต้องการ การวิเคราะห์ปัญหาแล้วนำเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาหรือสามารถนำมาสร้างเป็นระบบอัจฉริยะที่ทำงานคล้ายกับความคิดและพฤติกรรมของมนุษย์จากข้อมูลพื้นฐานที่มีได้

Denning (2009) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความคิดแบบอัลกอริทึม (Algorithmic thinking) ซึ่งเป็นรูปแบบการคิดที่เป็นระบบเกี่ยวกับการสร้างสมการแก้ไข ปัญหา โดยมีข้อมูลป้อนเข้าและเกิดเป็นผลลัพธ์ผ่านอัลกอริทึมที่ออกแบบ การนำหลักการคณิตศาสตร์มาเพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและการหาวิธีการ รูปแบบหรือกรอบแนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาตามที่ต้องการ

Barr และ Stephenson (2011) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะที่สามารถบูรณาการกับหลากหลายสาขาวิชาไม่เพียงแต่สายวิทยาการคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยประยุกต์ใช้แก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์และการแยกปัญหาหรือองค์ประกอบย่อยออกมา กระบวนการต้องทำแบบเป็นระบบ โดยใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เต็มที่ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล เช่น การสกัดเอาข้อมูลสำคัญจากแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งส่งผลให้ลดระยะเวลาการทำงาน การเข้าใจโครงสร้างการทำงานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานต่อยอดของการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยี การนำคอมพิวเตอร์มาใช้

ออกแบบหรือแก้ปัญหาที่นั้นต้องทำให้ระบบนั้นง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพความน่าเชื่อถือและความปลอดภัย

Aho (2012) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการที่จะนำมาแก้ไขปัญหาคำนวณและอัลกอริทึม โดยจะแบ่งปัญหานั้นออกเป็นส่วน ๆ จากนั้นก็ใช้การวิเคราะห์รูปแบบที่เหมือนกันออกมาแล้วหาวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับบางปัญหาหรือองค์ประกอบที่มีความซับซ้อนมาก จำเป็นต้องวิเคราะห์รูปแบบการประมวลผลเชิงลึกเข้าไปเพื่อแก้ปัญหาที่ละส่วนให้สำเร็จได้

Council (2013) ได้กำหนดความหมายการคิดเชิงคำนวณว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือและกรอบแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ในการจัดการปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์

Csizmadia และคณะ (2015) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงประมวลผลเป็นการอธิบายลำดับ หรือกระบวนการทำงานเมื่อต้องการคิดแก้ปัญหาหรือระบบ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยตามจุดประสงค์นั้น

Bower และคณะ (2017) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณว่า หมายถึง การคิดหาคำตอบในเชิงคำนวณได้ โดยต่อยอดองค์ความรู้จากความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ และการผสมผสานความรู้จากวิชาอื่น ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่

Yadav, Gretter, Good และ McLean (2017) ได้นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการเชิงคำนวณ เช่น การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแยกส่วนประกอบหรือส่วนย่อยของปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นต้น

Lockwood และ Mooney (2018) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณคือศาสตร์แห่งการเรียนรู้ที่ทุกระดับชั้นต้องมี เพื่อการแก้ปัญหาและพัฒนาการคิดเชิงคำนวณที่สามารถต่อยอดองค์ความรู้สู่วิชาอื่นได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะนี้มีความสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ ตามลำดับขั้นตอน อย่างเป็นระบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูล จัดลำดับข้อมูลเป็นขั้นตอน โดยการคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการแยกส่วนของปัญหาที่ช่วยให้

รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนหรือมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดได้ ซึ่งวิธีคิดเชิงคำนวณจะช่วยแก้ปัญหาในวิชาต่าง ๆ ได้

2. ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ปัญหาหรือองค์ประกอบของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องการจะทำ สามารถหารูปแบบหรือหนทางที่จะทำ ให้บรรลุจุดประสงค์หรือบรรลุเป้าหมาย แล้วนำมาสร้างเป็นอัลกอริทึมเพื่อนำมาพัฒนาบบ ประมวลผลจัดการกับปัญหาหรือสร้างผลงานขึ้นมา นักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณไว้ ดังนี้

Wing (2006) กล่าวถึง ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการออกแบบระบบและการเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์ โดยถูกสร้าง ออกมาจากหลักการทางการประมวลผล โดยหลักการประมวลผลนั้นเป็นพื้นฐานของระบบเทคโนโลยี ในปัจจุบันและอนาคต เช่น การพัฒนาระบบอัตโนมัติ ระบบหุ่นยนต์ ระบบอำนวยความสะดวก

Aho (2012) กล่าวไว้ว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นพื้นฐานที่สามารถนำมาพัฒนา เทคโนโลยีที่มีศักยภาพ เช่น ระบบการฝังตัวสมองกล การส่งสัญญาณข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างระบบคลาวด์ ระบบทางการแพทย์และระบบการคมนาคมที่ทันสมัย ซึ่งในอนาคตเทคโนโลยี เหล่านี้จะจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

Czerkawski (2013) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณนี้เป็นทักษะการแก้ปัญหาที่ ซับซ้อน และยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณมากด้วยคอมพิวเตอร์ มนุษย์สามารถนำความคิดนี้ ไปฝึกปฏิบัติให้เกิดความชำนาญในการแก้ปัญหาได้

Israel และคณะ (2015) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับ นักเรียนที่ควรจะต้องรู้อยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอน โดยสามารถนำมาใช้สอนนักเรียนเพื่อให้เกิด ทักษะความคิดขั้นสูง ความคิดนี้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาร่วมกัน และเป็นการนำคณิตศาสตร์ อัลกอริทึมไปใช้ในโลกลงแห่งความจริง สามารถนำมาใช้ได้จริงในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ ทางบวกเกี่ยวกับทักษะด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์

จากความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ จะเห็นได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะ ความสามารถที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานที่สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยี ใหม่ ๆ ในอนาคตได้ จึงควรส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นต่อผู้เรียนทั้งในด้านการวางแผน การคิดเป็น ระบบ การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งจะช่วยพัฒนาด้านร่างกายและสติปัญญาตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ สำนวจค้นคว้าและทดลองเป็นผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานและ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้

3. องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

Wing (2006) ได้จำแนกองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ออกเป็น 2 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบ แล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล
2. การพัฒนาระบบอัตโนมัติ (Automation) คือ การนำวิธีที่หามาได้มาพัฒนาเป็น อัลกอริทึม เพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติในการแก้ปัญหานั้น

Denning (2009) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณเป็น 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบ แล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล
2. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

Denner และ Werner (2011) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณเป็น 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหา องค์ประกอบ หรือเงื่อนไขที่ซ้ำ ๆ กัน หรือการใช้งานบ่อย ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น
2. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบ แล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล
3. การสร้างต้นแบบ (Modeling) คือ การสร้างรูปแบบที่เป็นต้นแบบของการแก้ปัญหา เช่น การหาสูตรลัดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

Yadav และคณะ (2014) ได้จำแนกองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะ องค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหานั้นไปทีละส่วน
2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

Csizmadia และคณะ (2015) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณเป็น 6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะองค์ประกอบ โดยแบ่งออกเป็นส่วน แล้วหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อย

2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหารูปแบบขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมา เพื่อนำมาหารูปแบบที่ซ้ำกัน

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาวิธีการที่ตลกกลิ้งในการจัดการกับองค์ประกอบ

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การนำมาสร้างเป็นกระบวนการที่เป็นระบบ แสดงลำดับขั้นตอน เพื่อนำมาพัฒนาและหาวิธีการที่เป็นระบบในการแก้ไขหรือหาคำตอบนั้น

5. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic reasoning) คือ การให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ ในการตัดสินใจ การตีความหมาย การหาคำตอบของผลลัพธ์ผ่านความคิดอย่างมีเหตุและผล

6. การประเมินผล (Evaluation) คือ กระบวนการคิดสามารถนำมาตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ได้

Atmatzidou และ Demetriadis (2014) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณ เป็น 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะองค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อยแล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหานั้นไปทีละส่วน

2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

5. การสร้างระบบต้นแบบ (Modeling) คือ เมื่อได้กระบวนการที่ชัดเจนแล้ว จึงสร้างเป็นระบบต้นแบบ เพื่อนำไปใช้กับจุดประสงค์ที่ใกล้เคียงอื่น ๆ ได้

Czerkawski (2013) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณไว้ 4 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic reasoning) คือ การนำหลักการตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักคิดพื้นฐานของมนุษย์มาใช้ในการตีความหมายเพื่อหาองค์ประกอบหรือผลลัพธ์ของสิ่งที่ต้องการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การจดจำรูปแบบหรือองค์ประกอบที่นำมาใช้บ่อย ๆ หรือมีจำนวนการใช้ซ้ำมาก

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาวิธีการหรือหนทางที่ดีที่สุดในการจัดการกับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบนั้น

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การนำวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดมาพัฒนาเป็นลำดับขั้นตอน โดยขั้นตอนนั้นต้องเป็นกระบวนการทำงานที่เป็นระบบและอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวทศ.) (2561) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณ เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแยกส่วนประกอบย่อยและย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การพัฒนาเพื่อแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อย ทำให้สามารถจัดการกับปัญหาหรืองานได้ง่ายขึ้น

2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือการเปรียบเทียบสิ่งที่สนใจกับสิ่งอื่นที่เคยทราบมาก่อน อีกประเภทหนึ่งคือการหารูปแบบที่เหมือนและแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ที่สนใจหลายชิ้น การพิจารณารูปแบบนี้จะช่วยระบุองค์ประกอบสำคัญร่วมของสิ่งเหล่านั้นได้ ซึ่งจะนี้เป็นพื้นฐานในการสร้างความเข้าใจเชิงนามธรรมต่อไป

3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ กระบวนการตัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญ ออกจากรายละเอียดในโจทย์ปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อให้ได้องค์ประกอบที่จำเป็นเพียงพอ การคิดเชิงนามธรรมอาจจะเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับแนวคิดหรือปัญหาที่ซับซ้อน ด้วยการเลือก เฉพาะสิ่งที่สำคัญและการลดทอนรายละเอียดที่ไม่จำเป็นทิ้งไป

4. อัลกอริทึม (Algorithm) คือ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ชัดเจน การคิดค้นอธิบายขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

จากข้อมูลที่กล่าวไว้ข้างต้นนำมาสังเคราะห์ องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 การสังเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ

| | Wing (2006) | Denning (2009) | Chris Mayfield (2012) | Simon Humphrey (2014) | Soumela Atmatzidou (2014) | Czerkawski (2013) | Denner และ Werner (2011) | สสวท. (2561) | องค์ประกอบรวม |
|---------------------|-------------|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| Decomposition | | | √ | √ | √ | | | √ | √ |
| Pattern Recognition | | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Abstraction | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Algorithm | | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | √ |
| Automation | √ | | | | | | | | |
| Logic Reasoning | | | | | √ | √ | | | |
| Modeling | | | | | | | √ | | |
| Evaluation | | | | | √ | | | | |

จากตาราง 3 การสังเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ พบว่ามีความสอดคล้องขององค์ประกอบ ดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ ความสามารถในการวิเคราะห์จำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาหรือคุณสมบัติทางกายภาพของสิ่งที่ต้องการ

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหานั้นหรือการนำรูปแบบมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ

ความสามารถในการจัดกลุ่มรูปแบบหรือการสร้างเงื่อนไข เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการสังเกต การหาความสัมพันธ์ การอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎี และการเลือกคุณสมบัติที่ทำให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นต่างจากกลุ่มอื่น ๆ หรือการหาวิธีการ/รูปแบบที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ตามต้องการ

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือการสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ต้องการ สะท้อนออกมาเป็นแบบแผนหรือผังงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาบนระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้

4. หลักการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและวิธีการประเมินผล

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางและหลักการพัฒนาความคิดเชิงคำนวณไว้หลายประการ เป็นแนวทางและหลักการที่สามารถพัฒนาความคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้ เพราะการคิดเชิงคำนวณเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาการศึกษาในทุกสาขาวิชา การศึกษาเกี่ยวกับหลักการพัฒนาความสามารถด้านนี้จะช่วยให้ผู้เรียนใช้ความคิดในการทำความเข้าใจระบบเทคโนโลยี จนกระทั่งสามารถพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงโลกได้

The National Science Foundation ได้พัฒนาหลักสูตรโดยอยู่บนพื้นฐานการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1. การคำนวณเป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่สร้างสรรค์ขึ้นมา
2. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) สามารถลดข้อมูลหรือรายละเอียดที่ไม่จำเป็นและสามารถโฟกัสที่หลักการความสัมพันธ์ เพื่อที่จะเข้าใจและหาวิธีการแก้ไขปัญหาได้
3. ข้อมูลและข่าวสารทั้งหมดช่วยในการสร้างองค์ความรู้
4. อัลกอริทึมเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและแสดงแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการประมวลผล

5. การเขียนโปรแกรมเป็นกระบวนการที่สร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์
6. เครื่องมือดิจิทัลและระบบเครือข่ายสามารถทำงานร่วมกันเพื่อเป็นกระบวนการในการแก้ไขปัญหาได้

7. การประมวลผลเป็นหลักการที่สำคัญสามารถนำไปใช้ได้ทุกสาขาวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ ศิลปกรรม แพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และบริหารธุรกิจ

Curzon และคณะ (2014) ได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวม งานวิจัย และนำเสนอเป็นกรอบแนวคิดในการช่วยพัฒนาความคิดเชิงคำนวณ กรอบแนวคิดนั้นมีกลยุทธ์วิธีการสอน รวมไปถึงจนถึงวิธีการประเมินผล กรอบแนวคิดที่จะสามารถพัฒนาความคิดเชิงคำนวณ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การนิยามความหมายของการคิดเชิงคำนวณ ขั้นตอนที่ 2 หลักการของการคิดเชิงคำนวณ
ขั้นตอนที่ 3 เทคนิคการสอนในห้องเรียน และขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล

ขั้นตอนที่ 1 การนิยามความหมายของการคิดเชิงคำนวณ

Wing (2006) ได้กล่าวว่า เป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องในการจัดการและหาแนวทางแก้ไขปัญหา โดยแสดงหรือนำเสนอในรูปแบบที่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบการคำนวณและสามารถดำเนินการได้ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ คอมพิวเตอร์ หรือการทำงานร่วมกันทั้งสองฝ่าย ซึ่งคำนิยามนี้เป็นที่ยอมรับในสากล โดยเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิดนี้ จึงเป็นที่ส่งเสริมให้บรรจุในหลักสูตรการเรียนการสอนในปัจจุบัน

ขั้นตอนที่ 2 หลักการของการคิดเชิงคำนวณ

Curzon และคณะ (2014) ได้เสนอหลักการเกี่ยวกับความคิดเชิงคำนวณ ไว้ดังนี้

1. การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) เป็นกระบวนการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการระบบที่เป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
2. การประเมินผล (Evaluation) เป็นกระบวนการที่ตรวจสอบอัลกอริทึมหรือกระบวนการให้เป็นไปตามที่ต้องการหรือจุดประสงค์ที่กำหนดได้
3. การแยกแยะองค์ประกอบ (Decomposition) เป็นกระบวนการในการคิดวิเคราะห์ แยกแยะเกี่ยวกับองค์ประกอบของปัญหาสิ่งของชิ้นงานหรือระบบ เพื่อให้เข้าใจ สามารถนำมาหาวิธีการพัฒนาหรือการประเมินผล สามารถนำมาแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยการแยกปัญหาแล้วแก้ทีละส่วนย่อยที่ถูกแบ่งออกมาได้
4. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) เป็นหนทางหรือกระบวนการในการทำระบบ หรือปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยจะจัดการสิ่งที่ไม่จำเป็นเพื่อหาหนทางที่ดีที่สุดในการดำเนินการ
5. การนำไปใช้ได้หลากหลาย (Generalization) เป็นหนทางแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเดิมจากครั้งที่แล้ว สามารถนำอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมาจากปัญหาเดิมไปแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายกันได้

ขั้นตอนที่ 3 เทคนิคการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

Curzon และคณะ (2014) ได้รวบรวมข้อมูลและได้เสนอเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณโดยแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 เทคนิคการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

| หลักการ | ตัวอย่างเทคนิคการสอน | เทคนิค |
|--|---|--|
| การคิดเชิงอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) | 1. การจัดลำดับของคำสั่งแล้วสังเกตผลลัพธ์ | การจัดการ |
| | 2. การเขียนคำสั่งโดยใช้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลักการของตรรกศาสตร์แล้วสังเกตผลลัพธ์ | Sequences การใช้ตัวดำเนินการ Operations |
| | 3. การเขียนคำสั่งเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของข้อมูล แล้วสังเกตผลลัพธ์ | การใช้งานตัวแปร Variables |
| | 4. การเขียนคำสั่งเพื่อเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานที่ต่างกันแล้วสังเกตผลลัพธ์ | การเลือกใช้ฟังก์ชัน Selection การใช้คำสั่งทำซ้ำ Loops/Iteration |
| | 5. การเขียนคำสั่งทำซ้ำแล้วสังเกตผลลัพธ์ | การใช้ฟังก์ชันหลัก ฟังก์ชันรอง |
| | 6. การเขียนคำสั่งในการจัดกลุ่ม แยกแยะหน้าที่ทำงานตามหมวดหมู่ | Functions/Subroutine การคิดแบบคู่ขนาน Parallel |
| | 7. การเขียนคำสั่งการทำงานแบบคู่ขนานหรือทำพร้อมกัน | Thinking |
| | 8. การกำหนดกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขของระบบ แล้วสังเกตผลลัพธ์ | การสร้างกฎ Rules |
| | 9. การสร้างอัลกอริทึมเพื่อทดสอบสมมติฐาน | การสร้างอัลกอริทึม |
| | 10. การสร้างอัลกอริทึมที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา | วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics) การสร้างโมเดลทางการ |
| | 11. การสร้างอัลกอริทึมที่แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง | คำนวณ Computational Modeling |
| | 12. การออกแบบอัลกอริทึมการแก้ปัญหาที่คำนึงถึงความสามารถ ข้อจำกัด และวิธีการนำไปใช้ | การออกแบบอัลกอริทึม |

ตาราง 4 (ต่อ)

| หลักการ | ตัวอย่างเทคนิคการสอน | เทคนิค |
|---|--|---|
| การประเมินผล Evaluation | 1. การตรวจสอบว่าอัลกอริทึมที่ออกแบบมาตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ | อัลกอริทึมตรงตามจุดประสงค์ Algorithm is Fit for Purpose |
| | 2. การตรวจสอบว่าอัลกอริทึมที่นั้นถูกต้องหรือไม่ | ความถูกต้องของการใช้งาน Functional Correctness |
| | 3. การออกแบบแผนงานทดสอบ (Test Plan) เพื่อทดสอบระบบ | การทดสอบ Testing |
| | 4. การประเมินผลอัลกอริทึมว่าดีหรือไม่ | |
| | 5. การเปรียบเทียบศักยภาพของอัลกอริทึมในการทดสอบกับตัวอย่างเดียวกัน | |
| | 6. การประเมินผลว่าระบบง่ายต่อการใช้งาน | การใช้งานง่าย Usability |
| | 7. การประเมินระบบว่าระบบส่งผลดีหรือเป็นทิศทางบวกหรือไม่ | การใช้ประสบการณ์ของผู้ใช้ User Experience |
| | 8. การประเมินขั้นตอนย่อยที่ละส่วนของระบบ | |
| | 9. การประเมินศักยภาพการใช้งานของระบบโดยรวม | |
| การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) | 1. การลดวิธีการหรือกระบวนการของระบบที่ไม่จำเป็นออก 2. การใช้โครงสร้างของข้อมูล ในการบริหารจัดการข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน | อัลกอริทึมตรงตามจุดประสงค์ Algorithm is Fit for Purpose |
| การนำไปใช้ได้ หลากหลาย (Generalization) | 1. การระบุรูปแบบและความคล้ายคลึงกันของปัญหา กระบวนการดำเนินงานและข้อมูลได้ 2. ประยุกต์ใช้วิธีการที่ค้นพบนี้กับปัญหาอื่นที่มีความคล้ายกัน 3. การถ่ายทอดความคิดและแนวทางแก้ไขจากปัญหานี้ไปยังปัญหาอื่น ๆ | |

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผล

Curzon และคณะ (2014) ได้นำเสนอกรอบวิธีการประเมินผลเรียกว่า Computing Progression Pathways และกำหนดตัวชี้วัดที่เฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้รองรับการเรียนการสอนในห้องเรียน นอกจากนี้ Curzon และคณะ (2014) ยังได้นำกระบวนการความคิดเชิงคำนวณไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น ๆ โดยอ้างอิงวิธีการและเกณฑ์ ดังนี้

1. ตั้งคำถามโดยมีขั้นต้นว่า “ทำไม (Why)” เพื่อเป็นการเลือกเรื่องหรือประเด็นที่สนใจ แล้วดูว่าเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น จะได้วางแผนงานได้ครอบคลุม
2. กำหนดว่า “อะไร (What)” คือผลลัพธ์ที่ได้จากเรียนรู้ เพื่อบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้
3. ใช้หลักการจากองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลมาเพื่อจัดการ โดยกำหนดว่าต้องทำกิจกรรม “อย่างไร (How)” เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

Csizmadia และคณะ (2015) ได้ศึกษาจากงานวิจัยของ Curzon และคณะ (2014) แล้วสรุปออกมาเป็นกลยุทธ์เพื่อพัฒนาและประเมินความคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

การสะท้อนคิด (Reflection) การสะท้อนคิด เป็นทักษะการตัดสินใจหรือประเมินผลว่าดีหรือไม่ดีและเป็นเงื่อนไขหรือเหตุการณ์ที่สำคัญในวิทยาการคอมพิวเตอร์ เป็นการประเมินผลอยู่บนเกณฑ์ในลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเลือกสิ่งที่ดีที่สุด จากผู้เข้ารับฟังจะเป็นคนตัดสินใจ

การเขียนโปรแกรม (Coding) องค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ คือ การออกแบบโปรแกรมให้ทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

การตรวจสอบ (Debugging) เป็นกระบวนการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ เพื่อประเมินโดยใช้ทักษะการทดสอบ การตรวจหาและความคิดเชิงตรรกะในการทำนายและการตรวจสอบผลลัพธ์ให้ถูกต้องได้

การออกแบบ (Designing) การออกแบบซึ่งเป็นการออกแบบโครงสร้าง ลักษณะและการทำงานของสิ่งที่คิดค้น เป็นสิ่งที่สะท้อนการทำงานของความคิดมนุษย์ เช่น การเขียนผังงาน สตอรี่บอร์ด การออกแบบไดอะแกรมระบบ ทั้งหมดนี้เป็นกิจกรรมจำเป็นต้องใช้ทักษะการวิเคราะห์แยกแยะองค์ประกอบของโครงสร้าง การหารูปแบบของชิ้นงาน การค้นหาวิธีการเฉพาะ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นลำดับขั้นตอนของอัลกอริทึม

การวิเคราะห์ (Analyzing) การฝึกการวิเคราะห์เป็นสิ่งสำคัญจะทำให้เข้าใจคุณลักษณะคุณสมบัติขององค์ประกอบนั้น การฝึกการวิเคราะห์อย่างละเอียดจะใช้หลักการของการแยกแยะองค์ประกอบ การหารูปแบบที่ซ้ำกัน การลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นตามเงื่อนไขที่กำหนด

สุดท้ายคือ การหาลำดับขั้นตอนการทำงานของสิ่งที่ต้องการศึกษา ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องอยู่บนพื้นฐาน เหตุและผลและความสัมพันธ์กันของทุกองค์ประกอบ เพื่อเข้าใจงานหรือสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ได้

การประยุกต์ (Applying) การนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ เช่น การกำหนดรูปแบบความคล้าย และการเชื่อมโยงกัน การใช้ประโยชน์ของโครงสร้างหรือฟังก์ชันของ สิ่งที่เกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ออกแบบอัลกอริทึม มาแล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมงานวิจัยและบทความเกี่ยวกับวิธีการประเมิน ความคิดเชิงคำนวณจากนักวิชาการ แล้วนำมาสังเคราะห์วิธีการประเมินผล ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 สังเคราะห์วิธีการประเมินผลความคิดเชิงคำนวณจากนักวิชาการ

| | Coding | Designing | Analysis | Applying | Authentic Assessment | Self -Assessment | Rubric Score | Debug Testing | Portfolio | Questionnaires | Assessment System | Peer Assessment |
|----------------------|--------|-----------|----------|----------|----------------------|------------------|--------------|---------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|
| Simon Humphreys | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | | | | | |
| Yong sheng Zhang | | | | | | √ | | | | | | |
| Linda Werner | √ | | | | | √ | √ | | | | √ | |
| Shuchi Grover | | | | | | | √ | | | | | |
| J. Russell Manson | | | | | | √ | √ | | | | | |
| Marie Bienkowski | √ | √ | | | | √ | √ | √ | | | | |
| Brandon R. Rodriguez | | | | | | | √ | | | | | |
| Mark Sherman | | | | | | | √ | | | | | |
| Brennan and Resnick | | √ | | | | √ | | | | | | |
| สสวท. | | | | | √ | √ | √ | | √ | √ | | √ |
| วิธีการประเมินผล | | | | | | √ | √ | | | | | |

จากตาราง 5 การสังเคราะห์วิธีประเมินผลเกี่ยวกับความคิดเชิงคำนวณ พบว่าองค์ประกอบ ที่มีความสอดคล้องกันคือ การประเมินตนเอง และการประเมินแบบรูบริค สามารถอธิบายได้ ดังนี้

การประเมินตนเอง (Self-assessment)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การประเมินตนเองด้านการคิดเชิงคำนวณ เป็นการให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบผลงานหรือความก้าวหน้า โดยเปรียบเทียบกับจุดประสงค์ที่กำหนด เช่น การใช้แบบประเมินตนเองด้านการคิดเชิงคำนวณ เพื่อประเมินความรู้หรือทักษะในด้านนั้น โดยกำหนดหัวข้อประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการพัฒนาตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) กล่าวว่า การประเมินตนเอง เป็นเครื่องมือประเมินการพัฒนาการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้คิดใคร่ครวญว่าได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้ อย่างไร และผลงานที่ทำนั้นดีแล้วหรือยัง การประเมินตนเองจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียน ให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง การใช้การประเมินตนเองของผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จได้ดี จะต้องมีการเรียนรู้อย่างชัดเจน มีเกณฑ์ที่บ่งบอกความสำเร็จของชิ้นงาน ภาระงาน และ มาตรการการปรับปรุงแก้ไขตนเอง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองมีหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การเขียนสะท้อนผลงานการใช้แบบสำรวจ การพูดคุยกับผู้สอน เป็นต้น

อรนุช ศรีสะอาด (2554) กล่าวไว้ว่า กระบวนการประเมินหรือตัดสินใจของผู้เรียน ว่า ตนเองสามารถปฏิบัติได้ตามเกณฑ์และตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาจุดอ่อนของตนเองให้ดีขึ้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตนเองที่ได้รับความนิยมและใช้มาก ในปัจจุบันมี 6 ประเภท คือ มาตรฐานค่า (Rating scale) แฟ้มผลงาน (Portfolios) แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) อนุทิน (Journal) แบบสอบถามปลายเปิด (Open-end questionnaire) และการให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubrics)

การประเมินแบบรูบริก (Rubrics)

การประเมินแบบรูบริก คือ เครื่องมือการให้คะแนน (Scoring tool) ที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับมาตรฐานค่าหรือระดับคะแนน เพื่อระบุ ความแตกต่างของผลงานหรือประสิทธิภาพของงาน สำหรับแนวทางในการที่จะนำไปใช้ในการ ประเมินผลงานของผู้เรียนต่อไป การประเมินผลของผู้เรียนจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ผลงานที่ได้จาก กระบวนการของผู้เรียน และกระบวนการที่ผู้เรียนใช้เพื่อให้เกิดผลงาน การประเมินในลักษณะใด จะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ อาจประเมินลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือประเมินทั้งสอง ลักษณะก็ได้ ผู้ประเมินจะต้องใช้เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพชิ้นงานของผู้เรียน เพื่อให้ตัดสินใจได้ สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละคน เกณฑ์การประเมินอาจจะอยู่เชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ อาจมีลักษณะ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) หรือแบบตรวจสอบ (Checklist) โดยปกติจะใช้รูบริก ในการประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้เดียว หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของงานปฏิบัติ แต่การปฏิบัติงานที่ซับซ้อนผู้ประเมินจะต้องประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ที่หลากหลายและประเมิน

หลายส่วนของการปฏิบัติ การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0 ถึง 3 หรือ 1 ถึง 4 ในแต่ละระดับของคะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุด ตัวเลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมา คุณภาพของงานในแต่ละระดับจะต้องใช้การอธิบาย (Rubric) ดังนั้นในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในแต่ละระดับนั้น

ในการประเมินการคิดเชิงคำนวณจาก The Bebras Challenge ซึ่งเป็นเกม เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนทักษะการคิดเชิงคำนวณ แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ทักษะการคิดเชิงคำนวณจากกิจกรรม The Bebras Challenge

| กิจกรรม | The UK Bebras | ทักษะการคิดเชิงคำนวณ | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|----------------------|---------------------|-------------|------------|--------------------------|------------|----------------|--|
| | | Decomposition | Pattern Recognition | Abstraction | Algorithms | Modelling and Simulation | Evaluation | Generalization | |
| Drawing Triplets continued | Slovakia | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Knight's Moves | Netherlands | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| Greener Flight Routes | Belgium | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Sawmill | Belgium | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| Seating Arrangement | Canada | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | |
| Scientists in the Lab - contin | Hungary | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| Railway Electrification | Czech Republic | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Way To Go Home | Indonesia | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | |
| Rubbish Robot | Germany | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | |
| Animals | Indonesia | | | | ✓ | | | ✓ | |
| Video compression | Russia | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| warehouses | Russia | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | |

จากตาราง 6 จะเห็นได้ว่า กิจกรรม The Bebras Challengeที่ใช้ฝึกฝนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ทำให้เกิดทักษะตามองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณได้ไม่ครอบคลุมทักษะทุกด้าน ในการออกแบบกิจกรรมตามหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการออกแบบกิจกรรมให้ครอบคลุมทักษะตาม 4 องค์ประกอบ โดยยึดตามแนวทางของ สสวท.

ทฤษฎีและแนวคิดฐานรากที่เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดให้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนให้ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ สามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินจัดการวิเคราะห์ สังเคราะห์และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ (Computing science learning outcome) เนื้องานด้านวิทยาการคำนวณ เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาคำถามใช้ เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย เป้าหมายการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. การคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เป็นวิธีการคิดและแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถใช้จินตนาการมองปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นแนวทางในการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน และมีลำดับวิธีคิดได้ โดยวิธีคิดแบบวิทยาการคำนวณนี้ ไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม เพราะภาษาโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จุดประสงค์ที่สำคัญกว่า คือ การสอนให้เด็กคิดและเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็นจนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบนั่นเอง

2. วิทยาการข้อมูล (Data science) ศาสตร์หรือกระบวนการในการกลั่นกรองข้อมูลที่มีอยู่ออกมาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยเป็นการผสมผสานกระบวนการในด้านสถิติ คณิตศาสตร์โปรแกรม และเทคโนโลยี

3. การรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (Media and information literacy) เป็นทักษะเกี่ยวกับการรู้เท่าทันสื่อและเทคโนโลยีดิจิทัล แยกแยะได้ว่าข้อมูลใดเป็นความจริงหรือความคิดเห็น โดยเฉพาะข้อมูลบนสื่อสังคมออนไลน์ นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องของความปลอดภัยในโลกไซเบอร์ ภูมิปัญญาและลิขสิทธิ์ทางปัญญาต่าง ๆ เพื่อให้เด็กใช้ช่องทางนี้ได้อย่างรู้เท่าทันและปลอดภัยมากที่สุด

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดสาระสำคัญ ดังนี้ วิทยาการคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ การใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การบูรณาการกับวิชาอื่น การเขียนโปรแกรมการคาดการณ์ผลลัพธ์ การตรวจหาข้อผิดพลาด การพัฒนาแอปพลิเคชันหรือพัฒนาโครงงานอย่างสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การรวบรวมข้อมูล การประมวลผล การประเมินผล การนำเสนอข้อมูลหรือสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง การค้นหาข้อมูลและแสวงหาความรู้บนอินเทอร์เน็ต การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การเลือกใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ข้อตกลงและข้อกำหนดในการใช้สื่อหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร

การรู้ดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย การจัดการอัตลักษณ์ การรู้เท่าทันสื่อภูมิปัญญาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม นวัตกรรมและผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อการดำเนินชีวิตอาชีพสังคมและวัฒนธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรู้เท่าทันและมีจริยธรรม

โครงสร้างเวลาเรียน

ช่วงชั้นที่ 1 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 20 ชั่วโมงต่อปี

ช่วงชั้นที่ 2 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 40 ชั่วโมงต่อปี

ช่วงชั้นที่ 3 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 40 ชั่วโมงต่อปี

ช่วงชั้นที่ 4 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 40 ชั่วโมงต่อปี

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

ตาราง 7 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ |
|---|---|
| 1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง | 1. แนวคิดเชิงคำนวณ 2. การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ 3. ตัวอย่างปัญหา เช่น การเข้าแถวตามลำดับความสูงให้เร็วที่สุดจัดเรียงสีให้ง่ายที่สุด |
| 2. ออกแบบและเขียนโปรแกรม ที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา | 1. ตัวดำเนินการบูลีน 2. ฟังก์ชัน 3. การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะและฟังก์ชัน 4. การออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาอาจใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบเพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ 5. การแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ 6. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Python, Java,C 7. ตัวอย่างโปรแกรม เช่น โปรแกรมตัดเกรดหาคำตอบทั้งหมด ของอสมการหลายตัวแปร |

ตาราง 7 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ |
|---|--|
| 3. อภิปรายองค์ประกอบและหลักการ ทำงานของ ระบบคอมพิวเตอร์ และ เทคโนโลยีการสื่อสารเพื่อประยุกต์ใช้ งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น | 1. องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบ คอมพิวเตอร์ 2. เทคโนโลยีการสื่อสาร 3. การประยุกต์ใช้งานและการแก้ปัญหาเบื้องต้น |
| 4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่าง ปลอดภัย มีความรับผิดชอบ สร้างและ แสดงสิทธิในการเผยแพร่ผลงาน | 1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย โดยเลือก แนวทางปฏิบัติเมื่อพบเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม เช่น แจ้งรายงานผู้เกี่ยวข้องป้องกันการเข้ามาของข้อมูลที่ไม่ เหมาะสม ไม่ตอบโต้ ไม่เผยแพร่ 2. การใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบ เช่น ตระหนักถึงผลกระทบในการเผยแพร่ข้อมูล 3. การสร้างและแสดงสิทธิความเป็นเจ้าของผลงาน 4. การกำหนดสิทธิการใช้ข้อมูล |

ตาราง 8 โครงสร้างการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง (40) |
|--|---|----------------------|
| 1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ ใช้แนวคิดเชิงคำนวณใน การแก้ปัญหาหรือ การ ทำงานที่พบในชีวิตจริง | 1. แนวคิดเชิงคำนวณ 1.1 การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ 1.2 ตัวอย่างปัญหา | 4 |
| | 2. การประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณ - การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ | 4 |
| 2. ออกแบบและเขียน โปรแกรม ที่ใช้ตรรกะและ ฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา | 1. การแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ 2. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch | 2 |

ตาราง 8 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง (40) |
|---|--|----------------------|
| | 1. การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะ 2. การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ 3. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Python, Java, C | 6 |
| 2. ออกแบบและเขียน โปรแกรมที่ใช้ตรรกะและ ฟังก์ชันในการแก้ปัญหา | 3. รู้จักฟังก์ชัน - การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ฟังก์ชัน - การออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา อาจใช้แนวคิด เชิงคำนวณในการออกแบบ เพื่อให้การแก้ปัญหามี ประสิทธิภาพ - การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ - ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Python, Java, C | 6 |
| | 4. เรื่องของความจริง - ตัวดำเนินการบูลีน - การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ - ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Python, Java, C | 3 |
| | | |

ตาราง 8 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ | จำนวนชั่วโมง (40) |
|-----------|---|----------------------|
| | 5. ฟังก์ชันที่มีพารามิเตอร์ - การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ฟังก์ชันที่มีพารามิเตอร์ - การออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหา อาจใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการออกแบบ เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ - การแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ - ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Python, Java, C | 3 |
| | 6. การประยุกต์ใช้งาน | 4 |

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

การคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถในการคิดที่มีรากความคิดพื้นฐานมาจากการคิดวิเคราะห์และการคิดเชิงตรรกะ โดยเป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบหรือวิเคราะห์ปัญหาหรืองาน เพื่อหาแนวทางพัฒนาหรือแก้ไข โดยใช้พื้นฐานหลักการคำนวณหรือคิดหาเหตุผลตามหลักการตรรกศาสตร์ (Csizmadia and others, 2015 ; Wing, 2008)

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นการคิดทางปัญญาในระดับที่สูงเป็นการคิดเชิงลึก คือ ต้องใช้ความสามารถในการสังเกต การตีความ การสืบค้น การหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงอย่างมีตรรกะที่ดี เพื่อค้นหาความเป็นมาเป็นไปของเรื่องนั้น การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแจกแจงเรื่องราวออกเป็นส่วนต่าง ๆ ทั้งในด้านองค์ประกอบความสัมพันธ์ หลักการโดยผ่านสื่อต่าง ๆ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนของข้อมูลเพื่อเข้าใจความคิดหรือความสัมพันธ์ของความคิดที่มีผู้ประสงค์จะสื่อความหมายให้ชัดเจน (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545)

ประเภทของการคิดวิเคราะห์ (Bloom, 1972) แบ่งการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสามารถแยกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้บางข้อความ อาจเป็นความจริง บางข้อความเป็นความคิดเห็นของผู้เขียน การวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่

- 1.1 ความสามารถในการตระหนักรู้ ซึ่งไม่กล่าวถึงข้อสันนิษฐาน
- 1.2 การแยกแยะความจริงออกจากสมมุติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการจำแนกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลเบื้องต้น
- 1.4 การบอกถึงสิ่งจูงใจและการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคลและกลุ่ม
- 1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อความปลีกย่อย

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการเชื่อมต่อกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลักกับส่วนอื่น ๆ ได้ ทั้งความสัมพันธ์ของสมมุติฐาน ข้อสรุป รวมถึงชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดง ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สามารถแยกได้ดังนี้

- 2.1 ความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในข้อความต่าง ๆ
- 2.2 ความสามารถในการระลึกเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ
- 2.3 ความสามารถในการแยกแยะความจริงหรือสมมุติฐานที่เป็นใจความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อความนั้น
- 2.4 ความสามารถในการตรวจสอบความเที่ยงของสมมุติฐาน
- 2.5 ความสามารถในการจำแนกความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบ

จากความสัมพันธ์อื่น ๆ

- 2.6 ความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูลได้
- 2.7 ความสามารถในการสืบหาความผิดปกติของข้อมูลตามหลักตรรกะ
- 2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์และแยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญในข้อมูลได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์ระบบโครงสร้างและหลักการที่เกี่ยวข้อง ในการวิเคราะห์หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ซึ่งการวิเคราะห์หลักการ สามารถแยกได้ดังนี้

- 3.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในรายละเอียดของงาน ความสัมพันธ์ของข้อมูล และความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ
- 3.2 ความสามารถในการวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์ ความคิดเห็นของผู้เขียน และความรู้สึกที่มีต่องาน

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์หมโนทัศน์ของผู้เขียนในด้านต่าง ๆ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์ส่วนที่เป็นโฆษณาชวนเชื่อ

3.6 ความสามารถในการวิเคราะห์แง่คิดหรือจุดที่เป็นอคติของผู้เขียน

การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อยทั้งในด้านหลักการ องค์ประกอบ เนื้อหา และความสัมพันธ์ เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูงกว่า การเข้าใจและ การประยุกต์ใช้ โดยผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น แผนที่ เทปบันทึก และเป็นการสร้างความสัมพันธ์ ในแต่ละส่วน ของข้อมูล การคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ในการค้นหาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้อง การคาดการณ์อนาคต ทำให้การวินิจฉัยมีเหตุมีผลอย่าง น่าเชื่อถือ และนำมาซึ่งการหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การแก้ปัญหา (Problem Solving)

การแก้ปัญหา เป็นความสามารถทางสติปัญญาที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จาก ประสบการณ์เดิมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ โดยเฉพาะปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องอาศัยการคิดมาก โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้การคิดแก้ปัญหาบรรลุผล

ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหา

มีนักวิชาการศึกษาได้อธิบายความหมายของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า “เป็นความสามารถทางสมอง ในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง”

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาเป็นการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล และพยายามหาหนทางคลี่คลาย สิ่งเหล่านั้น”

Dewey (1933) ได้ให้ความหมายของการ แก้ปัญหาสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ วิจาร์ณ เป็นการคิดหาเหตุผลในเรื่องต่าง ๆ รวมถึงการคิดสร้างสรรค์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งต่าง ๆ นำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบวิธีการใหม่ ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่าง มหาศาลต่อมนุษยชาติ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และพรณี สิ้นธพานนท์ (2555) ได้สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง การนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหา ในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือ เป้าประสงค์ที่กำหนดไว้

จากการให้ความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน สรุปความหมายของการแก้ปัญหา คือ การคิดพิจารณาไตร่ตรอง สิ่งที่เป็นประเด็นของปัญหา โดยใช้ข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้รับ

ทิสนา แคมมณี (2544) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความคิดหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ มีขั้นตอนดังนี้

1. สังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลรับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น
2. วิเคราะห์ ให้นักเรียนได้อภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพสาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา
3. สร้างทางเลือก ให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบกิจกรรมกลุ่มและควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่กันด้วย
4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก นักเรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงาน เพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก
5. สรุป นักเรียนสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจจัดทำในรูปของรายงาน Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาที่ประสบในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยระบุประเด็นที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์
3. ขั้นเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

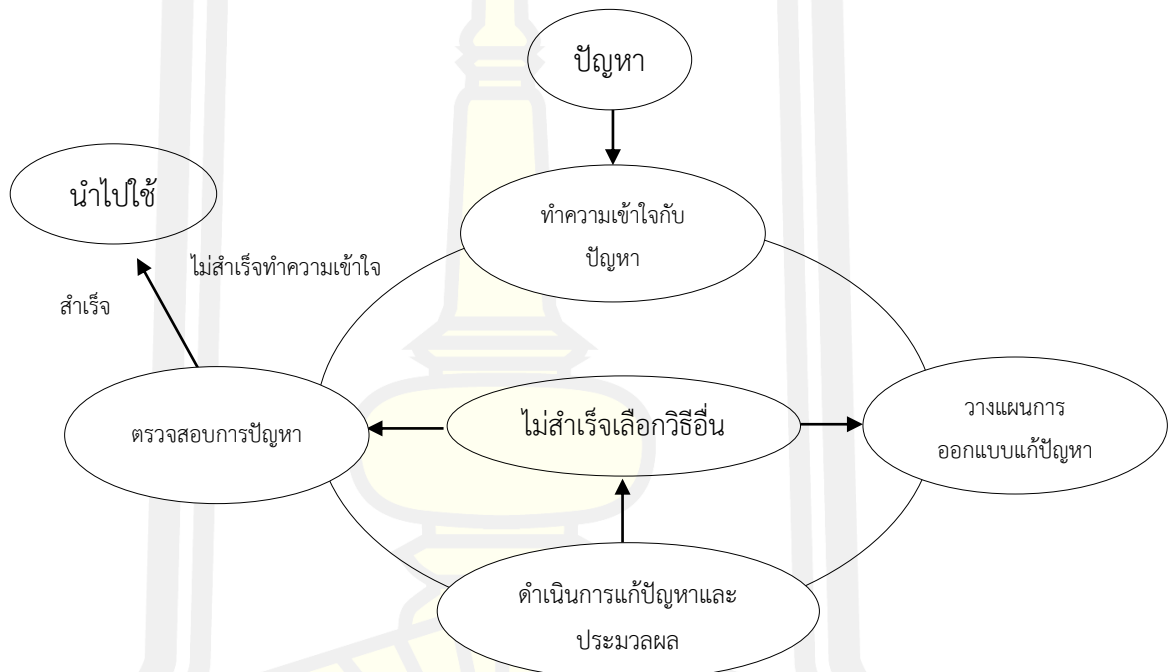
กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้ นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือ

วิธีการ ความรู้ ทักษะต่าง ๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา เพื่อให้เข้าใจได้ตรงกันถึงความหมายที่แท้จริงของปัญหา โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

“ปัญหา” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถจะใช้วิธีการใด วิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

“แบบฝึกหัด” หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พบแล้วสามารถแก้ไขหรือเลือก วิธีแก้ไขได้ทันทีหรือมองเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีวิธีแก้ไขที่แน่นอน กระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 6



ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

ภาพประกอบ 6 แสดงกระบวนการแก้ปัญหา

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ คือ (1) ปัญหาถามว่าอย่างไร (2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และ (3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้ขั้นตอนต่อไปดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา

โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบโดยการทดลอง ขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่า การแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งในด้านวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ ในการแก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วยแม้ว่าจะดำเนินตาม ขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วก็ตาม ผู้แก้ปัญหายังต้องมีความมั่นใจว่าจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ รวมทั้ง ต้องมุ่งมั่นและทุ่มเทให้การแก้ปัญหา เนื่องจากบางปัญหาต้องใช้เวลาและความพยายาม เป็นอย่างสูง นอกจากนี้ ถ้านักเรียนเกิดความเหนื่อยล้าจากการแก้ปัญหาก็ควรให้นักเรียนได้มีโอกาส พักผ่อน

มีนักวิจัยหลายท่านที่ใช้การแก้ปัญหา (Problem solving) ในการเปลี่ยนแปลง มโนคติของผู้เรียน ซึ่งตัวแทนปัญหา (Problem representation) เป็นหัวใจสำคัญในการที่จะช่วยให้ ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงมโนคติได้ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและเกิดความเข้าใจในมโนคตินั้น ๆ ได้ดีกว่าการสอนปกติ การนำเอาประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มาใช้อธิบายในการจัดการ เรียนรู้ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถพิสูจน์ได้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องมีการอธิบาย ลงถึงรากฐานของสิ่งที่เกิดขึ้น มีการกำหนดรูปแบบที่สามารถตอบคำถามกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้

ดังนั้น กระบวนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนคติ เป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องเริ่มจากการ อธิบาย การคิดสร้างสรรค์ จากนั้นก็มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยใช้สถานการณ์ในการ กระตุ้น มีคำถาม การทดลอง การอธิบาย ตลอดจนวิธีอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการจัดระบบ ความคิด เพื่อใช้ในการหาคำตอบ สามารถเปรียบเทียบมโนคติเดิมกับมโนคติใหม่ที่สามารถพิสูจน์ได้ ทางวิทยาศาสตร์ (Dole and Sinatra, 1998)

Bloom (1956) กล่าวว่า ขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา มีอยู่ 6 ขั้นตอน คือ
 ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็น และเกี่ยวข้องกับปัญหา
 ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหา ขึ้นมาใหม่ ขั้นที่ 3
 การแยกแยะของปัญหา ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับ
 ปัญหา ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนั้น Bloom ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้คิด
 แก้ปัญหาในขั้นที่ 1-4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ขั้นที่ 5 และขั้นที่ 6 เป็นส่วนหนึ่งของความเข้าใจ
 ส่วนความรู้ความจำเป็นว่าเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการแก้ปัญหา ความสามารถในการวิเคราะห์
 เป็นความสามารถทางสมองอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหา

Bruner (1966) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้สรุปการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้น
 ต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิง จำแนกประเภท และสิ่งเร้าประสบการณ์รับรู้ต่าง ๆ
 ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นต่าง ๆ ในการคิด
 แก้ปัญหา มีขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นรู้จักปัญหา (Problem isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งเร้าที่ตน
 กำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความ
 พยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 ขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้อง
 (Confirmation check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้าง
 เนื้อหา ขั้นที่ 4 ขั้นการตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

Dewey (1933) ได้เสนอลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาของ
 มนุษย์ไว้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 เหตุการณ์ที่แรกเริ่ม คือ การเสนอปัญหา (Presentation of the problem)
 อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรืออาจใช้วิธีการอื่น ขั้นที่ 2 กำหนดขอบเขตของปัญหาชัดเจนขึ้น
 (Definition of problem) ขั้นที่ 3 เสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมติฐาน (Formulation of
 hypotheses) ที่คาดว่าจะใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ วิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจเสนอไว้หลายวิธี
 ขั้นที่ 4 ดำเนินการตรวจสอบ (Verification) ข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งมีหลายข้อ จนกระทั่งสามารถพบ
 วิธีการแก้ไขที่ถูกต้องหรือพบวิธีการที่ดีที่สุด

Weir (1974) กล่าวถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย
 ขั้นที่ 1 ขั้นการตั้งปัญหา เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร ตั้งปัญหาหรือค้นหา
 ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ สามารถระบุขอบเขตของปัญหาตาม สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
 ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณา วิเคราะห์ แยกแยะสาเหตุของ
 ปัญหาหรือตั้งสมมติฐานของปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการ
 คิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัจจัย ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
 เป็นความสามารถในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหานั้น

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) การแก้ปัญหาอาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น กระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นต้องมีความสัมพันธ์ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหามust ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ คือ (1) ปัญหาถามว่าอย่างไร (2) มีข้อมูลใดแล้ว และ (3) มีเงื่อนไข และต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้ขั้นตอนต่อไปดำเนินไปอย่างราบรื่น การประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใดทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนถึงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นและนำมาใช้ประกอบการวางแผน ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้องจะมีการประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่น ๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบผลสำเร็จก็จะย้อนกลับไปเลือกวิธีแก้ปัญห่อื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 2 และพิจารณาว่ามีข้อบกพร่องประการใด เพื่อที่จะเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินผลรวมของการแก้ปัญหาทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันในสังคม

จากขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่างที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดกระบวนการแก้ปัญหาเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการตั้งปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาและขั้นการตรวจสอบผล เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) มีแนวคิดที่มุ่งเน้นศึกษาแนวทางที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างสรรค์ความรู้จากประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างกับแนวคิดอื่น เพราะแนวคิดอื่นมุ่งเน้นตรงไปที่ผู้เรียน สามารถรับเอาคำชี้แนะจากบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญ และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนได้มากน้อยเพียงใด ในขณะที่ Constructivist theory ให้ความสำคัญตรงที่ผู้เรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้ของตนเองได้มากน้อยเพียงใด (Seifert and Sutton, 2009)

1. ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นักการศึกษาได้กล่าวถึงทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ดังนี้

Glaserfeld (1991) ได้สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีของ ความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และการควบคุม กระบวนการสื่อความหมายในตัวเอง ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ประการ คือ

1. ความรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียวแต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ
2. หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

Krogh (1994) ได้อธิบายถึง ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่า เป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับการพัฒนาการในการสร้างความรู้ สถิติปัญญา จริยธรรม ขึ้นมาด้วยตัวของผู้เรียน เอง ซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าโครงสร้าง (Assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่ โครงสร้าง (Accommodation)

Martin (2005) ได้ให้ความหมายว่า เป็นกระบวนการทางความคิดที่เน้นถึง ความสำคัญของความคิด จากการผสมผสานความรู้เก่าและความรู้ใหม่เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งจะถูกสร้างขึ้น ด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยเชื่อว่าจุดสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้คือตัวของผู้เรียน ซึ่งควรจะสร้าง แนวความคิดด้วยตนเอง เพื่อเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับมาใหม่กับความรู้เดิม

Troutman และ Lichtenberg (1995) ได้อธิบายความหมายของทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ไว้ว่า เป็นการค้นหาความรู้ให้กับตนเองมีการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปภายใน จิตใต้สำนึก ภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาใน สิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเอง โดยสร้างการเชื่อมโยงและ เปรียบเทียบบทสรุปของตัวเองกับผู้อื่น เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่

Fosnot และ Perry (1996) ได้อธิบายความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้เป็นการบรรยาย โดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาปรัชญา และมานุษยวิทยาว่า ความรู้คืออะไร และได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่า เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นภายในตัวตน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคม และวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่ควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้ที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่ และสร้างโมเดลของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือ และสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอม ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกระบวนการ ทางสังคมผ่านการร่วมมือ แลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

วัชรรา เล่าเรียนดี (2552) ได้เสนอว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไม่ใช่วิธีสอน แต่เป็นความเชื่อ หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับความรู้และวิธีการได้มาซึ่งความรู้จากการสร้างความรู้

ความเข้าใจด้วยตนเอง จากการได้ปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น ดังนั้น การจัดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการสร้างความรู้เป็นการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง จากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเป็นการ แสวงหาความหมายใหม่ ความรู้ความเข้าใจใหม่และสร้างความเข้าใจในภาพรวมมากกว่าเป็นส่วนๆ

ทึศนา แคมมณี (2554) สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่ ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามาและนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็น กระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้ จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นหลักการแนวคิด ความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้จากการสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง สังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ

แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Cognitive constructivist หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มี รากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทาง พุทธิปัญญาขึ้นเป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งเกิด ความสมดุลทางพุทธิปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น (Fowler, 1994 และ Greens and others, 1996 อ้างอิงมาจาก สุรางค์ ไคว้ตระกูล, 2553) เพียเจต์เชื่อว่า คนเราเกิดมามีความพร้อมที่จะ ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและมีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ Organization และ Adaptation (สุรางค์ ไคว้ตระกูล, 2553) การจัดและรวบรวม (Organization) เป็นกระบวนการจัด และรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบและมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทรายที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ส่วนการปรับตัว (Adaptation) นั้น เป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรืออยู่ในภาวะสมดุล

กลไกการพัฒนาทางปัญญาของเพียเจต์ เรียกว่า ภาวะความสมดุล (Equilibrium) เป็นความสมดุลของโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) กับสิ่งแวดล้อม นั่นคือ การที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับโลกภายนอกที่ไม่เหมือนกับสิ่งที่เขาเคยคิดไว้ก่อนทำให้ผู้เรียนเสีย สมดุล (Disequilibrium) ซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ชำนาญการสภาวะการเข้าสู่ สมดุล (Equilibration) มี 2 กระบวนการ ทั้งสองกระบวนการนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทาง ปัญญา (Cognitive) ของเด็ก ซึ่งเป็นวิธีการที่จะทำความเข้าใจ (Understand) และจัดระเบียบความรู้ ใหม่

จะเห็นได้ว่า ทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) ให้ความสำคัญกับเรื่องของการคิด และการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาการทางด้านปัญญาของมนุษย์ที่เป็นกระบวนการภายใน (Inside) และข้างนอก (Outward) หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสามารถ ความเจริญเติบโตและการประยุกต์ความสามารถที่ผู้เรียนมีตามวุฒิภาวะ (Mature) ไปประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์หรือภารกิจต่าง ๆ ที่เขาต้องพบในโลก ซึ่งแนวคิดสำคัญนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เป็นอย่างมาก

2. Social constructivist เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ ไวก็อตสกี ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ในขณะที่ผู้เรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสถานะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือ ชับซ้อนกว้างขวางขึ้น (Bruning and others, 1999 อ้างอิงมาจาก สุรางค์ โค้วตระกูล, 2553) ทฤษฎีของไวก็อตสกี เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้ศึกษาทางด้านพัฒนาการทางปัญญา เช่นเดียวกับ เพียเจต์ แต่จะแตกต่างกันบ้างที่เขาให้ความสนใจกับการมีปฏิสัมพันธ์จากโลกภายนอก จะทำให้เกิด พัฒนาการทางปัญญา ในขณะที่ทฤษฎีของเพียเจต์เป็นการศึกษาด้านวุฒิภาวะของมนุษย์อายุและ ชั้นพัฒนาการจะมีผลต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ภายนอก หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่า เป็นการเริ่มจากข้างในไปยังข้างนอก แนวคิดสำคัญของเขาได้รับการยอมรับมากเกี่ยวกับการพัฒนา ทางด้านปัญญาใน 2 ด้าน คือ

2.1 กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization) กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization) คือ การซึมซับ (absorption) หรือการนำเอาความรู้ที่มีอยู่ในบริบทของสังคมนั้น ๆ ด้วยการสังเกตด้วยตัวเอง ไวก็อตสกีเชื่อว่าความคิดและภาษามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด การพัฒนาการทางภาษาของเด็ก ทักษะทางภาษาจะไปช่วยพัฒนาความคิดของพวกเขา ยกตัวอย่าง การมีทักษะทางภาษาที่เข้มแข็ง เด็ก ๆ ก็จะสามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันได้ดีและเรียนรู้จากการ สนทนาได้มากกว่าการที่พวกเขาจะไม่เข้าใจถ้อยคำที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันเลย

2.2 ช่วงของการพัฒนา (The Zone of proximal development) แนวคิดที่สองของ ไวก็อตสกี คือ Zone of proximal development หรือเรียกว่า ZPD ซึ่งเป็นขอบเขตระหว่าง 2 สิ่ง คือ สิ่งหนึ่งเป็นขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ด้วยตนเองโดยอิสระกับอีก ขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้เช่นกัน แต่ต้องได้รับการแนะนำจากผู้ชำนาญการ โดยธรรมชาติแล้วเด็ก ๆ จะทำอะไรโดยการสังเกต โดยอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่พวกเขามี นอกจากการมี ปฏิสัมพันธ์ก็คือ “ประสบการณ์” ไวก็อตสกีได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขอบเขตระหว่างการทำที่สามารถทำ ได้ด้วยตนเอง กับการทำได้โดยอาศัยการชี้แนะ ความแตกต่างดังกล่าวทำให้เกิดประโยชน์ต่อ นักการศึกษามาก ซึ่งงานวิจัยของไวก็อตสกี พบว่า เด็กบางคนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง

โดยไม่ต้องให้ผู้ใหญ่ช่วย เด็กบางคนไม่สามารถจะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง แต่ถ้าผู้ใหญ่ให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำได้แต่เด็กบางคน จะไม่สามารถเรียนรู้ได้แม้ว่าจะได้รับความช่วยเหลือ ไวท์ทอสก็ได้อธิบายว่า เด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมีช่วงของการพัฒนาแตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือช่วงของการพัฒนาบางคนอยู่ระหว่างและบางคนอยู่ต่ำกว่า ตัวอย่าง เช่น ในการทดสอบเด็กอายุ 5 ขวบ 2 คน ด้วยการให้ตอบคำถามปรากฏว่า เด็กสองคนตอบปัญหาได้เท่ากัน ผู้ทดสอบมักจะสรุปว่า เด็กสองคนตอบปัญหาของเด็กอายุ 7 ขวบ ได้โดยให้ความช่วยเหลือ เช่น อธิบายหรือชี้แนะปรากฏว่าเด็กคนหนึ่งสามารถตอบได้ แต่อีกคนตอบไม่ได้ แสดงว่าเด็กที่ตอบไม่ได้ อยู่ต่ำกว่าช่วงของการพัฒนาเรียกว่า การช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ว่า “Scaffolding”

การช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ (Scaffolding) นักจิตวิทยาหลายคนได้ขยายแนวคิดไวท์ทอสก็หรือทำความเข้าใจจากเด็กเรียนรู้และคิดได้อย่างไร การช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้เป็นเทคนิคสำคัญที่จะไปกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการในตัวผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จ อื้ออานวยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่ไม่สามารถเรียนรู้ตามลำพังได้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551) ได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ลงมือปฏิบัติ การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการดูซึมและการปรับเปลี่ยนข้อมูล การนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายทั้งเทคนิคและวิธีการช่วยกระตุ้นให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา

2. การเรียนรู้เป็นองค์รวม เป็นสภาพจริงและเป็นสิ่งที่เป็นจริง ผู้เรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ความรู้ของตนเองที่ไม่ได้มาจากการบอกเล่าหรือการสอนเท่านั้น หากแต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกิดจากองค์รวม ไม่ว่าจะป็นกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีทางการเรียนรู้ การมอบหมายงานตามสภาพจริง การชี้แนะและอานวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้สอน รวมถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้

3. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อม เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ การแบ่งกลุ่มและมอบหมายงานให้ทำร่วมกัน การออกไปศึกษาหาความรู้ทั้งในและนอกชั้นเรียน ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ผู้เรียนก็จะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้อยู่ในสถานะที่สมดุลได้

4. แนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์นั้นมีกิจกรรมที่หลากหลาย การตอบสนองเรื่องสไตล์การเรียนรู้ก็จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทั้งกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ และแนวทางการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีลักษณะโดยสรุป คือ

1. เป็นการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery learning) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการสืบเสาะ ซึ่งเป็นความสามารถที่จะเรียนรู้เนื้อหา ถามคำถาม ประเมินการเรียนรู้ และพัฒนาคำตอบด้วยตนเอง ความรู้เกิดจากกิจกรรมของผู้เรียนมากกว่าอยู่ในตำราเป็นการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยจัดบริบทให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ที่เป็นกระบวนการสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างคำถามจากประสบการณ์และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นอกชั้นเรียน หรือการทดลองที่นำไปสู่การสำรวจ กระบวนการสืบเสาะจะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยการพัฒนาโนทัศน์ หลักการ แบบจำลองและทฤษฎี (Matthews, 1994 ; National Research Council, 1996 และ Duffy และ Cunningham, 1996)
2. จัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ให้ความสำคัญกับความรู้อะไรและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อสร้างความหมาย ดูดซับ หรือปรับเปลี่ยนความรู้เดิมให้สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Matthews, 1994 และ Walker และ Lambert, 1995)
3. จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งเป็นกิจกรรมทางสังคมที่ส่งเสริมการสืบเสาะอย่างมีส่วนร่วม เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนประมาณ 3-4 คน ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมงาน สมาชิกในกลุ่มแตกต่างกันตามความสามารถและเพศ แต่ละคนช่วยเหลือกัน ทำงาน สนทนา อภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิดและต่อรองความหมาย ประนีประนอมความรู้ ความเข้าใจที่ตนเองสร้างขึ้น เพื่อสรุปเป็นความหมายและความเข้าใจของกลุ่ม (Wheatley, 1991 : Slavin, 1995 : Walker และ Lambert, 1995 และ Duffy และ Cunningham, 1996)
4. สอนโดยให้ความช่วยเหลือที่เหมาะสมกับผู้เรียน (Scaffolding) เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติได้เรียนรู้ได้ และลดความช่วยเหลือลงเรื่อย ๆ ให้ผู้เรียนเพิ่มความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้นตามลำดับจนผู้เรียน เรียนรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Duffy และ Cunningham, 1996)
5. ผู้เรียนตระหนักและเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ของตนเอง เป็นการฝึกฝนทางปัญญา (Cognitive apprenticeship) ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความคิด ทบทวน ไตร่ตรองความรู้ความเข้าใจของตนเอง รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง อยากรู้ อยากเห็น มีความคิดริเริ่ม มีความเพียรพยายาม มีการจัดระเบียบงานของตนเอง เรียนรู้ข้อมูลใหม่ มโนทัศน์ใหม่และเรียนรู้วิธีเรียนไปพร้อมกับใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสืบค้นแลกเปลี่ยนข้อมูล สร้างโมเดลและเรียนรู้ (Walker และ Lambert, 1995 : Duffy และ Cunningham, 1996 : Department of Information Science University of Bergen Norway, 1999)

6. ครูมีบทบาทในการโค้ช (Coaching) มีการแลกเปลี่ยนทักษะและความรู้ของโค้ช (ครู) และผู้เรียน เพื่อแสวงหาความรู้ความเข้าใจและขยายมโนทัศน์ของผู้เรียน ครูจะฟังและพิจารณาแนวคิดของผู้เรียน สร้างความขัดแย้งในแนวคิด ผู้เรียนค้นหาแนวทางการสืบเสาะเพื่อลดความขัดแย้ง ครูยอมรับแนวคิด ความรู้ และความเข้าใจของผู้เรียน แนะนำแนวคิดหรือ เครื่องมือทางวัฒนธรรม (Cultural tool) ในเวลาที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความหมาย ติดตาม วินิจฉัย การเรียนรู้ เรียนรู้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสนทนาในชุมชนตามวัฒนธรรมวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างผู้เรียนกับประชาคมวิทยาศาสตร์ เป็นแหล่งและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้คำปรึกษาและแสดงแบบการคิด เช่น คิดและพูดเสียงดังถึงการคิดนั้นเพื่อให้ผู้เรียน เรียนรู้ว่าการคิดจะต้องคิดอย่างไร (Wheatley, 1991 : Posner และคณะ, 1992 : Driver และคณะ, 1994 : Duffy และ Cunningham, 1996)

7. ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างทางแบบพลวัต (Dynamic assessment) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นั้น ผู้เรียนสร้างความหมายจากการมีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และบุคคลอื่นซึ่งนำไปสู่การสร้างความรู้ การที่จะทราบว่าผู้เรียนสร้างความรู้หรือไม่ในแต่ละช่วงเวลาจึงต้องมีการประเมินระหว่างทางเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร เพื่อเป็นการติดตามตรวจสอบความสามารถ ความเข้าใจ ความก้าวหน้าของผู้เรียนและใช้ผลการประเมินระหว่างทางเพื่อ (1) ให้ผู้เรียนใช้ผลการประเมินกำหนดเป้าหมาย ทิศทาง วางแผน การเรียนรู้ของตนเองและส่งเสริมให้ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง (2) สะสมข้อมูลเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ผู้เรียน (3) เพื่อให้ครูปรับปรุงการสอนและวางแผนหลักสูตร เลือกเนื้อหาและกิจกรรมที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความสนใจผู้เรียน และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน และ (4) ส่งเสริมวัฒนธรรมการคิดโดยครูเป็นต้นแบบการสะท้อนความคิดเห็นต่อผลงานของผู้เรียน ให้คำแนะนำ ทำหายสิ่งที่ผิด เหตุผลที่ผิด หรือข้อสรุปที่มีจุดอ่อน

การประเมินผลตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ให้ความสำคัญกับการประเมินตามสภาพจริง เช่น การสัมภาษณ์ การสังเกต การทำโครงการ การทดสอบด้วยข้อสอบแบบความเรียง การสร้างแผนผังมโนทัศน์ การประเมินความคิดสร้างสรรค์ บันทึกความคิดของนักเรียน แฟ้มผลงาน การทดลองปลายเปิด การประเมินการปฏิบัติ ทั้งนี้ การประเมินแบบต่าง ๆ ดังกล่าวมีลักษณะร่วมกันคือเป็นการประเมินแบบพลวัต ซึ่งหมายถึงการประเมินที่นำผลการประเมินย้อนกลับไปปรับปรุงและแก้ปัญหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Walker และ Lambert, 1995 : National Science Council, 1995 : Coble และ Kobella, 1996 : และ Duffy และ Cunningham, 1996)

โดยสรุป การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นพบความรู้จากการลงมือทำกิจกรรม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เน้นเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรม

สำรวจความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

จากการศึกษาทฤษฎีของเพียเจท์ (Piaget) และไวทสกี้ (Vygotsky) พบว่า ทั้ง 2 ท่าน มีมุมมองเกี่ยวกับการเรียนรู้แตกต่างกันคือ เพียเจท์ (Piaget) อธิบายการเรียนรู้ในแง่ของกระบวนการซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวของบุคคลว่า เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมแล้วบุคคลจะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร การพัฒนากระบวนการทางสติปัญญา และความคิดของบุคคลเกิดขึ้นได้อย่างไร และยังเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของประสบการณ์ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ขณะที่ไวทสกี้ (Vygotsky) มองการเรียนรู้ว่าเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันทางสังคม โดยอาศัยสื่อกลางทางวัฒนธรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น การช่วยเหลือด้วยการชี้แนะและการทำงานร่วมกับผู้ที่มีความชำนาญมากกว่า จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ อย่างไรก็ตามแต่จะเห็นว่าทั้งสองมีความเห็นที่คล้าย ๆ กันที่ว่า ประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มีความสำคัญต่อการพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึง ความพร้อมและประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นในการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้ง 2 แนวคิด จึงมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนต้องการให้มีวิธีการเรียนของตนเองอย่างต่อเนื่อง

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่าผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อที่จะอธิบายหรือสร้างความหมายในการอธิบาย ผู้เรียนแต่ละคนต้องอธิบายหรือสร้างความหมายในการค้นหาคำอธิบาย รู้จักสร้างความคิดจากเหตุการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ (Yager, 1991) กระบวนการทางสังคมและการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Cobb, 1994) และผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวก ทฤษฎีนี้มีเงื่อนไขการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดสภาพแวดล้อมที่เพิ่มความซับซ้อนของกิจกรรมการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ง่ายก็จะเกิดการเรียนรู้และทำความเข้าใจในเนื้อหา ผู้สอนควรกำหนดสถานการณ์หรือสร้างปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ถ้าเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนพบในห้องเรียนมีความสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยตรง จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ในการเรียนรู้ได้มากขึ้น

2. การจัดเตรียมบรรยากาศที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ทำงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แต่ละคนเกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการกระทำเช่นนี้จะเป็นการเสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น ส่งเสริมการอภิปรายและการมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการเรียนรู้

3. การจัดเตรียมเนื้อหาหรือสื่อการสอนต่าง ๆ ต้องให้สอดคล้องกัน มีการนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มองเห็นปัญหาในหลายแง่มุม
4. การให้ความสำคัญกับการสะท้อนความคิด เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนสร้างขึ้น การที่ผู้เรียนได้รู้ถึงความคิดของตนเอง ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาวิธีการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ ในระดับที่สูงขึ้น
5. ผู้เรียนไม่ใช่เป็นเพียงฝ่ายรับหรือเป็นผู้ตอบรับ แต่ควรมีส่วนร่วมในการคิด ตัดสินใจและได้รับโอกาส เพื่อออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามความต้องการของตนเองบ้าง

Driver และ Oldham (1986) ได้เสนอลักษณะและขั้นตอนของการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ว่า ควรมีองค์ประกอบด้วยลักษณะและขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดหมายและแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน
2. ขั้นล้าวงความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่
3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Turning restructuring of ideas) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ได้แก่
 - 3.1 การทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and exchange of ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับคนอื่น
 - 3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางรูปแบบ วิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่
 - 3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of new ideas) โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิด ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจรู้สึกไม่พึงพอใจความคิด ความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า
4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิด ความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขา เมื่อสิ้นสุดบทเรียน

Yager (1991) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวการสร้างความรู้ (The Constructivist Learning Model) โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน ได้แก่ นักเรียนสังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความรู้ อยากเห็น ถามคำถาม พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น จดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้น แต่ได้เกิดขึ้น และชี้สถานการณ์ที่การรับรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน

2. ขั้นสำรวจ ได้แก่ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมระดมพลังสมอง เกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้ มองหาสารสนเทศทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ สังเกตปรากฏณ์เฉพาะเจาะจง ออกแบบโมเดล รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเลือกทรัพยากรที่เหมาะสม อภิปรายการแก้ปัญหาพร้อมทั้งนักเรียนคนอื่น ๆ ออกแบบและดำเนินการทดลอง ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา สร้างขอบเขตของการสืบเสาะหาความรู้ และให้วิเคราะห์ข้อมูล

3. ขั้นนำเสนอคำอธิบาย และคำตอบของปัญหา ได้แก่ ให้นักเรียนสื่อความหมาย ข้อมูลและความคิดเห็น สร้างและอธิบายโมเดล สร้างคำตอบใหม่ ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา ประเมินผลการเสนอคำตอบ รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย ให้นักเรียนชี้ให้เห็นถึงคำตอบที่เหมาะสมและบูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

4. ขั้นนำไปปฏิบัติ ได้แก่ ให้นักเรียนตัดสินใจนำความรู้และทักษะไปใช้ถ่ายโยง ความรู้และทักษะ แลกเปลี่ยนสารสนเทศและความคิดเห็นถามคำถามใหม่ และสนับสนุนให้นักเรียน นำไปสู่คำตอบที่เป็นเหตุเป็นผล

บทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การพัฒนาผู้สอนให้เป็นผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีลักษณะที่แตกต่างจากการสอนแบบดั้งเดิมที่เชื่อว่าผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดให้ความรู้แก่ผู้เรียน

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2550) ได้อธิบายว่า ครูผู้สอนที่นำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะอาด เพื่อให้นักเรียนสามารถ สร้างความรู้ ดังนั้นครูควรมีบทบาท ดังนี้

1. ผู้นำเสนอกิจกรรม (Presenter) คือ ครูผู้สอนลดการบรรยาย แต่เป็นผู้สาธิต และเสนอกิจกรรมกลุ่มให้ผู้เรียน พร้อมทั้งสร้างทางเลือกให้ผู้เรียนแต่ละคนได้รับประสบการณ์ตรง

2. ผู้สังเกต (Observer) คือ ผู้สังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียนที่สะท้อนถึงความคิดของผู้เรียน สังเกตปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและผู้เรียนกับครูเพื่อจัดทางเลือกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

3. ผู้ตั้งคำถามและผู้เสนอปัญหา (Question asker and problem poser) คือ เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ โดยการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความคิดของผู้เรียนและนำเสนอข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนามโนทัศน์

4. ผู้จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ (Environment organizer) คือ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยสร้างบรรยากาศ จัดกิจกรรมที่เหมาะสมและให้อิสระแก่ผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรม

5. ผู้ประสานการประชาสัมพันธ์ (Public relations coordinator) คือ เป็นผู้กระตุ้นและสนับสนุนการรวมกลุ่มของนักเรียน และยอมรับความหลากหลายของนักเรียนภายในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาสัมพันธภาพในหมู่เพื่อน พร้อมทั้งชี้แจงและให้ความรู้ความเข้าใจแก่บุคคลอื่น ๆ เกี่ยวกับผลประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

6. ผู้รวบรวมข้อมูลทางการเรียนรู้ (Documenter of learning) คือ เป็นผู้ตรวจสอบและวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. ผู้สร้างทฤษฎี (Theory builder) คือ เป็นผู้ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ และได้สร้างความรู้ด้วยแบบแผนอย่างมีความหมายด้วยตัวของผู้เรียนเอง

De Vies และ Kohlberg (1990) ได้เสนอหลักการสำคัญในการพัฒนาความคิดและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของผู้สอนไปสู่การเป็นผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่สำคัญดังนี้

1. ผู้สอนควรปรับบทบาทจากผู้สอนไปสู่การเป็นผู้สร้าง ลดบทบาทการเป็นผู้สั่งสอนมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ เพื่อให้ผู้เรียนได้เป็นผู้สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนต้องติดตามความสนใจและสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้บรรลุตามที่พึงประสงค์

2. ความสนใจเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียน การให้ความสนใจกับความคิดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนต้องให้การสนับสนุนและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้

3. ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนเป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพา การเปลี่ยนแปลงความคิดของผู้สอนจากการบังคับควบคุมไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักพึ่งพาตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง สร้างความสัมพันธ์แบบร่วมมือให้เกิดขึ้น ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ทฤษฎี แบบจำลองชุดความรู้ของแต่ละบุคคล ผู้สอนช่วยผู้เรียนสร้างความรู้ ปรับมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5. ผู้สอนต้องออกแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพวิถีชีวิตจริง จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีคุณค่าและมีความหมายมากกว่าการเรียนรู้ที่ไกลตัวเกินไป ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความรู้ในบริบทที่เหมาะสม ได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับโลกที่เป็นจริงภายนอก

6. ผู้สอนตั้งคำถามประเภทปลายเปิดแล้วทิ้งช่วงเวลาให้ผู้เรียนตอบ เพราะความคิดลึกซึ้งต้องใช้เวลา และมักเกิดขึ้นหลังจากที่ได้รับฟังความคิดเห็นของคนอื่นมาแล้ว ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนและเพื่อน ความคิดของผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีโอกาสแสดงความคิดเห็นของตนเองและบางครั้งอาจได้รับอิทธิพลจากความคิดของคนอื่น

7. ผู้สอนยอมรับและส่งเสริมความคิดริเริ่ม รวมทั้งการแสดงความเป็นตัวเองของผู้เรียน การที่ผู้สอนยอมรับความคิดของผู้เรียน ส่งเสริมให้รู้จักใช้ความคิดโดยอิสระจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดอย่างอิสระเต็มที่

8. เสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้การยอมรับความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดา และเป็นสิ่งที่จะช่วยให้สามารถแสวงหาสิ่งที่ดีกว่าและถูกต้องได้

Lunenberg (1998 อ้างอิงมาจาก Brook and Brook, 1995) ได้สรุปบทบาทของผู้สอนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ 12 ประเด็น ดังนี้

1. ผู้สอนต้องเป็นผู้ให้กำลังใจ ยอมรับความเป็นอิสระ และความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระและความคิดริเริ่ม ทำให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ สามารถตอบคำถามได้โดยการวิเคราะห์ รู้จักรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง และเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับผู้ค้นพบปัญหา

2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลตามธรรมชาติและแหล่งข้อมูลที่แท้จริง เน้นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่แท้จริงกับความรู้ทักษะที่จำเป็น

3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้เกิดความคิด เช่น จำแนก (Classify) วิเคราะห์ (Analyze) ทำนาย (Predict) และสร้างสรรค์ (Create) โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมทางปัญญา ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การแปลความหมาย (Interpretation) การจัดประเภท (Classification) และการทำนาย (Predication) จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดี

4. ผู้สอนยินยอมให้ผู้เรียนนำเข้าสู่บทเรียน เปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ความสนใจหรือความไม่สนใจในบทเรียนของผู้เรียนจะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรจะต้องตัดออกไป แต่หมายความว่าผู้สอนจะนำสิ่งที่ได้จากผู้เรียนมาใช้ใน

การเรียนรู้ การที่ผู้เรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่าการเรียนรู้เฉพาะบทเรียน

5. ผู้สอนจะต้องพยายามทำความเข้าใจโน้ตสัจของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจก่อนที่เริ่มมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และแสดงความเข้าใจของผู้สอนออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาร่วมกับผู้สอนและเพื่อน เป็นแรงเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้น โดยการเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเอง ได้รับฟังและสะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่ หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมของตนที่มีอยู่

7. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม ผู้เรียนสามารถใช้คำถามที่ซับซ้อน และใช้คำถามปลายเปิด ถือเป็นการทำงานช่วยให้ผู้เรียนแสวงหาประเด็นที่ลึกซึ้งและกว้างไกล นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจของตนเอง

8. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนอง ตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความรู้ในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง

9. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการโต้แย้งสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทางปัญญา

10. ผู้สอนจะต้องให้เวลาสำหรับผู้เรียนหลังจากการถามคำถาม ผู้เรียนบางส่วนอาจไม่ได้เตรียมพร้อมสำหรับการตอบคำถาม หรือสามารถตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นได้ทันที การให้ผู้เรียนตอบทันทีจะกลายเป็นการยับยั้งความคิด และอาจกลายเป็นการบีบบังคับให้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์เรียนการสอนเท่านั้น ไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนรู้โดย

11. ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมสำหรับชั้นเรียน จัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้และสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดต่าง ๆ ด้วยตนเอง

12. ผู้สอนควรเอาใจใส่ธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle model) ซึ่งมี 3 ขั้นตอน ได้แก่

12.1 การค้นพบ (Discovery) ผู้สอนควรจัดเตรียมโอกาสที่เปิดกว้างสำหรับผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเลือกเนื้อหาสาระ กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานด้วยตนเองจากข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่การค้นพบคำตอบที่น่าสนใจ

12.2 การแนะนำโน้ตสัจ (Concept Introduction) ผู้สอนจัดเตรียมบทเรียนโดยให้ความสำคัญกับปัญหา จัดเตรียมความสัมพันธ์และศัพท์ใหม่ ๆ ที่มีโครงสร้างตามประสบการณ์ของผู้เรียน

12.3 การประยุกต์มโนทัศน์ (Concept application) เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วม การเรียนรู้การค้นพบ และแนะนำมโนทัศน์ตามลำดับแล้ว ผู้สอนควรจัดสถานการณ์และปัญหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนศักยภาพของตนจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านั้น

สรุปได้ว่า บทบาทของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการ เรียนรู้โดยการค้นพบโดยผู้เรียน ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เรียนรู้แบบ ร่วมมือโดยการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูและมีการ ประเมินผลการเรียนรู้แบบหลากหลายวิธี ในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สำหรับครู วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการจัดการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ ครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดไว้ในกิจกรรมการฝึกอบรมครูในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 มีลักษณะดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparing) วิทยากรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจผู้เข้าอบรม โดยใช้กิจกรรม เกม การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบและทบทวนความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะฝึกอบรม อภิปราย แสดงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่
2. ขั้นเรียนรู้ (Action learning) วิทยากรให้ความรู้ โดยให้ผู้เข้าอบรมทำความเข้าใจในประเด็นเนื้อหาสาระที่เรียนรู้ ลงมือฝึกปฏิบัติกิจกรรมตามหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยการออกแบบและวางแผนการดำเนินกิจกรรม ตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ การทำกิจกรรม แบบนำตนเอง
3. ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน (Sharing & Reflecting) ผู้เข้าอบรมร่วมอภิปราย นำเสนอผลที่ได้จากการทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิดในประเด็นที่ได้เรียนรู้จากการ ทำกิจกรรม
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (Conclusion & Evaluation) ผู้เข้าอบรมตรวจสอบ และสร้างความรู้ โดยเปรียบเทียบความคิดเริ่มต้นกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน สรุปเป็นความรู้ สำหรับตนเอง และวิทยากรประเมินผลงานหลังเรียนเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย

บทบาทของผู้เรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกอย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่าง ถ่องแท้ ทำความเข้าใจกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ กระบวนการเรียนการสอนที่เน้น กระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสภาพแวดล้อม การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ย่อมไม่สามารถใช้ทฤษฎีการเรียนรู้เฉพาะเพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น การรู้จัก การเลือก

การนำทฤษฎีไปปรับใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล เกิดแรงจูงใจในการค้นคว้าหาความรู้ เรียนรู้สิ่งรอบตัวอย่างมีคุณค่าและมีความสุขกับวิทยาศาสตร์ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2554)

แนวทางการประเมินการเรียนรู้

การสร้างความรู้ตามแนวทางการสร้างความรู้ เน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของผู้เรียน และให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชา เฉพาะการประเมินจะเน้นการวัดความสามารถซึ่งเป็นคุณสมบัติหลาย ๆ ด้าน อันประกอบด้วย ความสามารถในการตั้งปัญหาและแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถในการปฏิบัติงาน ความเข้าใจใน มโนคติที่ลึกซึ้ง ตลอดจนเจตคติที่ดีต่อการเรียน (Watts and Jofili, 1998) นอกจากนี้ การประเมินผลการสร้าง ความรู้ตามแนวการสร้างความรู้ยังเน้นการรายงานผลการเรียนของนักเรียนว่า ได้เรียนรู้อะไรไปบ้าง มากกว่าการรายงานว่าคุณครูยังไม่รู้อะไร จึงเน้นให้มีการประเมินตนเองของผู้เรียนเพื่อสะท้อนให้เห็นคุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูได้จัดให้กับผู้เรียน (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) นอกจากนี้ จุดเน้นดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยยังพบข้อเสนอแนะที่เป็นหลักสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้อีก การสร้างความรู้ตามแนวการสร้างความรู้ อีก ดังนี้ (Jonassen, 1991)

1. การประเมินผลการเรียนรู้ควรมีความหมายเป็นอิสระจากเป้าหมายมากขึ้น กล่าวคือ ในการประเมินไม่ควรมองที่เป้าหมายก่อนว่าต้องการให้เกิดความก้าวหน้าเพียงใด หรือไม่ต้องมีเกณฑ์ไว้อ้างอิงผลการประเมินก่อนที่จะมีการประเมิน เพราะการรู้เป้าหมายก่อน อาจทำให้เกิดความลำเอียงในการประเมินได้
2. สิ่งที่ควรประเมินจากการเรียนรู้ คือ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้และทักษะ การคิดในระดับสูง อันได้แก่ ทักษะการคิดเชิงเหตุผล และการรู้คิดของผู้เรียน ความสามารถในการนำ ความรู้ที่มีถ่ายโยงกับสถานการณ์ใหม่ หรือบูรณาการความรู้ที่มีอยู่ในการสร้างผลงาน การประเมิน ควรทำให้ทั้งครูและผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับความก้าวหน้าในเมตาโคคิสน์ชั้นของผู้เรียน
3. เนื่องจากหลักการสำคัญอย่างหนึ่งของการสร้างความรู้ตามแนวการสร้าง ความรู้ คือ เน้นการศึกษาที่เป็นจริง (Authentic Tasks) ซึ่งหมายถึง งานทั้งหลายที่มีประโยชน์และ สัมพันธ์กับชีวิตจริง เป็นงานที่ซับซ้อนมากด้วยบริบทและเป็นงานที่ผสมผสานเนื้อหาต่าง ๆ ของหลักสูตร ดังนั้นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่ มากด้วยบริบทที่มีความซับซ้อนสอดคล้องกับชีวิตจริงเช่นเดียวกับที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน
4. การประเมินผลควรผสมผสานอยู่กับการเรียนการสอนหรือเป็นส่วนหนึ่ง ของกระบวนการเรียนรู้ที่เรียกว่า การประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของ ผู้เรียนขณะที่ผู้เรียนแสดงหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการประเมินที่ทำให้ครูสามารถทราบข้อมูล

เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งอาจวัดได้เพียงความสามารถในการจำเท่านั้น

5. การประเมินไม่ควรใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียว ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยการแสดงความรู้ ความคิดเห็น และประเมินความก้าวหน้าของตนเอง เนื่องจากไม่มีใครสามารถประเมินการสร้างความรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุดเท่ากับตัวผู้เรียนเอง และการให้ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินตนเองยังเป็นการฝึกผู้เรียนได้ดีที่สุดเท่ากับตัวผู้เรียนเอง และการให้ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินตนเองยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง สามารถใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการควบคุมการเรียนรู้และวิเคราะห์ตนเองได้มากขึ้น

6. ในกรณีที่จำเป็นต้องประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้มากกว่ากระบวนการแล้ว ควรใช้แฟ้มสะสมงานมากกว่าการใช้ผลงานเพียงชิ้นเดียว ในการประเมินโดยแฟ้มสะสมงานที่ใช้ควรสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างทั้งในการตีความงานที่ได้รับมอบหมายและขั้นตอนในการพัฒนางานของผู้เรียนอย่างชัดเจน

สรุปว่า การประเมินเน้นพัฒนาการของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ การประเมินจะเน้นการวัดความสามารถซึ่งเป็นคุณสมบัติหลาย ๆ ด้านอันประกอบด้วย ความสามารถในการตั้งปัญหาและแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถในการปฏิบัติงาน ความเข้าใจในโมโนทัศน์ที่ลึกซึ้ง ตลอดจนเจตคติที่ดีต่อการเรียน เทคนิควิธีการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้สำหรับการสอน

การนิเทศ

การนิเทศ ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Supervision” จากความหมายตามรูปศัพท์ก็คือ การให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตามรูปศัพท์จากพจนานุกรม หมายถึง การชี้แจง การแสดง การจำแนก (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542)

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546) กล่าวว่า การนิเทศ หมายถึง กระบวนการจัดบริหารการศึกษา เพื่อชี้แนะให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือกับครู และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนของครู และเพิ่มคุณภาพของนักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของการศึกษา

ชาญชัย อาจิมสมาจาร (2547) ให้คำจำกัดความของการนิเทศว่าเป็นกระบวนการของการทำงานกับครู เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อให้มีประสิทธิผล ผู้นิเทศต้องใช้ความรู้ของการจัดองค์กร ภาวะผู้นำการสื่อความหมาย และหลักการสอน ในขณะที่เขาทำงานกับครูในชั้นเรียนและปรับปรุงการเรียนการสอนโดยการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547) ได้ให้ความหมายของการนิเทศว่า เป็นกระบวนการที่ผู้นิเทศในสถานศึกษา ประกอบด้วยผู้บริหาร ผู้ช่วยผู้บริหาร ครูวิชาการ และครูอาจารย์ ที่ผู้บริหารมอบหมายดำเนินการโดยใช้ภาวะผู้นำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจ ประสานงานและใช้ศักยภาพการทำงานอย่างเต็มที่ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนางานของสถานศึกษา นั้น ๆ โดยส่วนรวมให้เป็นไปตามหลักสูตร มาตรฐานการศึกษา

Glickman (1985) ให้ความคิดเกี่ยวกับการนิเทศว่า เป็นแนวความคิดเกี่ยวกับงาน และหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการสอนในเรื่องหลักสูตร การจัดครูเข้าสอน การจัดสื่อการสอน สิ่งอำนวยความสะดวก การเตรียมและพัฒนาครูรวมทั้งการประเมินผล การเรียนการสอน

Mosher (1972) ให้ความหมายของการนิเทศว่า เป็นการสอนครูให้รู้ว่า จะสอนอย่างไร และเป็นการนำทางวิชาชีพ ในการปฏิรูปการศึกษาสาธารณะ หรือถ้าจะกล่าวให้จำเพาะเจาะจงลงไป ก็คือว่า เป็นการนำเกี่ยวกับหลักสูตรการสอน และรูปแบบของการศึกษาสาธารณะ

Wiles (1993 อ้างอิงมาจาก Wiles and Bondi, 2004) กล่าวถึงผู้นิเทศซึ่งทำให้เข้าใจความหมายของ การนิเทศอย่างชัดเจนว่า พวกเขา (ผู้นิเทศ) เป็นผู้กระตุ้น เป็นผู้ช่วยก่อให้เกิดการติดต่อสื่อสาร ช่วยให้เราได้ยินซึ่งกันและกัน ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการให้คนได้ติดต่อกับผู้อื่น ซึ่งมีปัญหาคล้ายคลึงกัน หรือกับผู้รอบรู้ซึ่งสามารถให้การช่วยเหลือได้ พวกเขากระตุ้นผู้ร่วมงาน เพื่อให้ค้นคว้าความคิดใดและทรัพยากรใดบ้างที่กำลังได้รับการแลกเปลี่ยนกัน และในระดับใดบ้าง ซึ่งบุคคลได้รับการกระตุ้นและรับการสนับสนุนในขณะที่กำลังลองสิ่งใหม่ พวกเขาทำให้ง่ายขึ้นในการดำเนินการตามข้อตกลงที่ผุดขึ้นมาจากการประเมินผล พวกเขาฟังบุคคลต่าง ๆ อภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของตน และเสนอแนะแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ ที่อาจจะช่วยในการแก้ไข พวกเขาได้ทำข้อเสนอแนะและวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมมาให้แก่ครูเป็นรายคน พวกเขารับรู้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เกี่ยวกับความรู้สึกที่ครูมีเกี่ยวกับระบบ และนโยบายของระบบแล้ว แนะนำว่าฝ่ายบริหาร ควรตรวจสอบความชุ่มเคื่องในบรรดาบุคลากรทั้งปวง

จากความหมายของการนิเทศดังกล่าวสรุปได้ว่า การนิเทศเป็นการดำเนินงานร่วมกันของผู้บริหาร ผู้นิเทศ ครู และบุคคลที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษา ทั้งในด้านการพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลและการจัดกิจกรรมเสริมอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนของครูและเพิ่มคุณภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น

จุดมุ่งหมายของการนิเทศการศึกษา

การนิเทศมุ่งหมายที่จะช่วยครูให้สอนดียิ่งขึ้น ช่วยเด็กให้ได้เรียนดีขึ้น และปรับปรุงโรงเรียนให้ดียิ่งขึ้น การนิเทศการศึกษา มีความละเอียดลออและสลับซับซ้อนมากกว่าการนิเทศในอาชีพอื่น ๆ เช่น การพาณิชย์ หรืออุตสาหกรรม เป็นต้น เพราะการพัฒนาคนเป็นงานที่ต้องอาศัย

กาลเวลา วิธีการ ยิ่งบุคคลที่จะพัฒนาเป็นเด็กในวัยเยาว์ งานนิเทศยิ่งเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อน และ สลับซับซ้อน มากเท่านั้น (ชาลี มณีศรี, 2542)

กรองทอง จิตรเดชากุล (2550) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของงานนิเทศว่ามีจุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายทั่วไป กล่าวคือ เพื่อให้ผู้บริหารและคณะกรรมการการนิเทศของสถานศึกษา มีความรู้ความเข้าใจและปฏิบัติการนิเทศได้ เพื่อพัฒนาความสามารถของครู เพื่อช่วยเหลือและจัดสรรเครื่องมือ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนช่วยเหลือและปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ และเพื่อให้ครูเกิดความเจริญงอกงามทางวิชาชีพ

2. จุดมุ่งหมายเฉพาะเพื่อให้ครูสามารถพัฒนาพฤติกรรมการทำงานในเรื่องต่าง ๆ กล่าวคือ เพื่อให้สถานศึกษามีแผนการนิเทศ เพื่อเน้นให้มีการวิเคราะห์ ปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษา และในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้ครูจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การบูรณาการเน้นทักษะกระบวนการคิด ฯลฯ เพื่อปรับปรุงและพัฒนากระบวนการ/วิธีการเรียนรู้ของครู เพื่อให้มีการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ และเพื่อให้มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงและปรับปรุงกระบวนการวัด และประเมินผลให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายในงานนิเทศไว้ว่า การนิเทศเป็นการมุ่งปรับปรุงการเรียนการสอนในโรงเรียน ซึ่งมีดังนี้

1. เพื่อการพัฒนาวิชาชีพครู กล่าวคือ การนิเทศการสอนช่วยให้ข้อมูลแก่ครูในด้านการสอน การสอน เพื่อครูจะได้ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนของตน ช่วยให้ผู้ครูได้พัฒนาความรู้ความสามารถในด้านการสอน และช่วยส่งเสริมและพัฒนาวิชาชีพการสอนของครู

2. เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอนในโรงเรียนเพื่อคุณภาพของนักเรียน และเพื่อเสริมประสิทธิภาพงานวิชาการในโรงเรียน

3. เพื่อสร้างขวัญและกำลังใจแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการนิเทศการสอน

4. เพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกัน

สงัด อุทรานันท์ (2530) ได้กล่าวว่า การนิเทศมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 4 ประการ คือ เพื่อพัฒนาคน เพื่อพัฒนางาน เพื่อสร้างการประสานสัมพันธ์ และเพื่อสร้างขวัญและกำลังใจ กล่าวคือ ประการแรกที่ว่าว่าการนิเทศการศึกษาได้มุ่ง “พัฒนาคน” ก็คือ การนิเทศการศึกษาเป็นกระบวนการทำงานร่วมกับครูและบุคลากรทางการศึกษา เพื่อให้ครูและบุคลากรเหล่านั้นได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางที่ดีขึ้น ประการที่ 2 เนื่องจากการนิเทศการศึกษาได้มีเป้าหมายสูงสุด

อยู่ที่นักเรียน ซึ่งเป็นผลผลิตจากการสอนของครูและบุคลากรทางการศึกษา โดยเหตุนี้การนิเทศที่จัดขึ้นจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะ “พัฒนางาน” ซึ่งได้แก่ งานสอนให้ดีขึ้นนั่นเอง สำหรับประการที่ 3 “สร้างการประสานสัมพันธ์” นั้น จะเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกัน รับผิดชอบร่วมกัน ผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้นำและผู้ตาม ซึ่งไม่ใช่เป็นการทำงานภายใต้การถูกบังคับและคอยตรวจตราหรือคอยจับผิด และประการสุดท้ายคือ “การสร้างขวัญและกำลังใจ” นั้น ถือว่าเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการนิเทศ ทั้งนี้ เพราะว่าขวัญและกำลังใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้บุคคลมีความตั้งใจในการทำงาน หากการนิเทศไม่ได้ทำการสร้างขวัญและให้กำลังใจแก่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว การนิเทศการศึกษาที่ย่อมจะประสบผลสำเร็จได้ยาก การนิเทศการศึกษาที่ดีจะต้องมีจุดมุ่งหมายทั้ง 4 ประการดังกล่าวข้างต้น จะขาดข้อใดข้อหนึ่งไม่ได้ หากขาดจุดมุ่งหมายใดจุดมุ่งหมายหนึ่ง จะทำให้การนิเทศการศึกษาประสบความล้มเหลวได้ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการนิเทศทั้ง 4 ประการนี้จึงเป็นข้อบ่งชี้ว่าการดำเนินงานของผู้บริหารหรือผู้นิเทศนั้นเป็นลักษณะของ “การนิเทศ” หรือไม่

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการนิเทศ ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้สถานศึกษามีศักยภาพในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับมาตรฐานหลักสูตรและให้เป็นไปตามแนวทางของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545
2. เพื่อให้สถานศึกษาสามารถบริหาร และจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ
3. เพื่อพัฒนาหลักสูตรและการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน สังคม ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทุกด้าน
4. เพื่อให้บุคลากรในสถานศึกษาได้เพิ่มพูนความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน ตลอดจนความต้องการในวิชาชีพ
5. เพื่อส่งเสริมให้สถานศึกษาปฏิรูประบบบริหาร โดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมคิด ร่วมทำร่วมตัดสินใจ และร่วมรับผิดชอบชื่นชมในผลงาน

สรุปได้ว่า การนิเทศมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยพัฒนาครูให้มีความสามารถในการพัฒนา ศักยภาพการทำงานของตนให้ดีขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ ในสังคมต่อไป

ความสำคัญและประโยชน์ของการนิเทศการศึกษา

การนิเทศการศึกษา มีความสำคัญต่อการพัฒนาโรงเรียนอยู่ 2 ประการ คือ

1. ให้คำแนะนำส่งเสริมประสิทธิภาพของการศึกษา
 2. ให้ความช่วยเหลือแก่ครูในการปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- โดยผู้นิเทศจะเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือสร้างบรรยากาศแห่งความเป็นมิตร สร้างความสามัคคีอันดี

ต่อกัน ให้ความร่วมมือในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอน ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมและส่งเสริม การทำงานของครูให้ดีขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2534)

การนิเทศการศึกษา เป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาครูให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะเพียงพอต่อการพัฒนาการเรียนการสอน อันจะส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพของนักเรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการจัดการศึกษา ดังที่ สุทธนู ศรีไสย์ (2549) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ครูควรจะได้รับจากการนิเทศ ดังต่อไปนี้

1. การนิเทศช่วยให้ครูมีความเชื่อมั่นในตนเอง ถ้าครูยังคงมีความสนใจเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ในห้องเรียน ครูก็จะเป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่ได้สมบูรณ์แบบและจะมีความเข้มแข็งในการปฏิบัติงานทุกด้าน

2. การนิเทศสนับสนุนให้ครูสามารถประเมินผลการทำงานได้ด้วยตนเอง ครูสามารถมองเห็นด้วยตนเองว่า ตนเองนั้นประสบผลสำเร็จในการสอนได้มากน้อยเพียงใด และการปฏิบัติงานภายในโรงเรียนของครู ส่วนมากจะเกี่ยวข้องอยู่กับวิธีการควบคุมมากกว่าการจัดการ ดังนั้น ในการควบคุมสิ่งใดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องเรียน ครูจะต้องมีอำนาจอย่างแท้จริงจึงจะสามารถควบคุมสิ่งนั้นได้ เหมาะสมกับสถานการณ์และสามารถมองเห็นความสามารถของตนเองได้อย่างชัดเจน

3. การนิเทศช่วยครูได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ครูผู้สอนแต่ละคนสามารถสังเกตการทำงานหรือการสอนของครูคนอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงการสอนของตน นอกจากนี้ จะมีการแลกเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์การสอน และรับเอาวิธีการสอนใหม่ ๆ จากครูคนอื่นไปทดลองใช้ รวมทั้งเรียนรู้วิธีการช่วยเหลือให้การสนับสนุนแก่ครูคนอื่น ๆ ด้วย

4. การนิเทศช่วยกระตุ้นครูให้มีการวางแผนจัดทำมุ่งหมายและแนวปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน ครูแต่ละคนสามารถให้ความช่วยเหลือเพื่อนครูด้วยกัน เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาการสอนอย่างกว้าง ๆ ภายในโรงเรียน การวางแผนฝึกหรือให้บริการเสริมวิชาการ การพัฒนาหลักสูตร และการกระตุ้นให้ครูผู้สอนทำงานวิจัยเกี่ยวกับชั้นเรียน รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานของครูกับกลุ่มจะชี้ให้เห็นความสามารถในการควบคุมและจัดการ ความน่าเชื่อถือ และความเป็นนักวิชาการของครูคนนั้นได้เป็นอย่างดี

5. การนิเทศจะเป็นกระบวนการที่ทำทลายความสามารถของครูให้มีความคิดเชิงนามธรรมสูงขึ้น ในขณะที่ปฏิบัติงานครูผู้สอนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับซึ่งเป็นผลมาจากการประเมินผล ข้อมูลเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นข้อดีและข้อเสียของการปฏิบัติงาน รวมทั้งแนวคิดหลายแนวทางที่จะใช้เปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำทลาย และช่วยพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรม (Abstract thinking) ของครูให้สูงขึ้นได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า การนิเทศการศึกษามีความสำคัญและเป็นประโยชน์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมการให้คำแนะนำและช่วยเหลือครูหรือมุ่งพัฒนาครูให้มีความรู้ ความสามารถและเกิดทักษะเพียงพอในการพัฒนาการเรียนการสอน เกิดความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพของนักเรียนในที่สุด

กระบวนการนิเทศการศึกษา

กระบวนการนิเทศ (Process of supervision) เป็นขั้นตอนในการดำเนินงานและการปฏิบัติงานนิเทศอย่างมีระบบ มีการประเมินสภาพการทำงาน การจัดลำดับงานที่ต้องทำการ ออกแบบงาน การประสานงาน ตลอดจนการอำนวยความสะดวกให้งานลุล่วงไป (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2546) กระบวนการนิเทศการศึกษามีทั้งการนิเทศภายในโรงเรียนโดยผู้บริหาร ผู้ช่วยฝ่าย วิชาการ ทำหน้าที่เผยแพร่หลักวิชาการ และแนะแนวทางพัฒนาคุณภาพของครู ตลอดจนพัฒนาการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และการนิเทศจากภายนอกโดยบุคคลอื่น (สุมน อมรวิวัฒน์, 2546)

Ben ได้นำแนวความคิดของ Allen เกี่ยวกับกระบวนการบริหารงานการศึกษา โดยทั่ว ๆ ไป มาเสนอใช้กับการนิเทศการศึกษา ประกอบด้วยกระบวนการหลัก 5 ประการ ที่เรียกด้วย อักษรย่อว่า “POLCA” ดังนี้

1. Planning Process (P) หมายถึง การวางแผนในการปฏิบัติงานโดยคิดว่า จะทำอย่างไร กำหนดจุดมุ่งหมายของงาน พัฒนาวิธิดำเนินงาน กำหนดงานที่จะดำเนินการคาดคะเนถึงผลที่จะได้จากโครงการและวางโครงการ กระบวนการเกี่ยวกับการวางแผนมีดังนี้ 1) การคิด (Thinking) การคิดแผนงานที่จะทำในอนาคตตามลำดับก่อนหลัง 2) จัดทำตารางงาน (Scheduling) เพื่อให้แผนงานง่ายต่อการปฏิบัติ กำหนดวันเวลาสถานที่ให้แน่นอน 3) การทำโครงการ (Programming) เป็นขั้นนำแผนงานไปปฏิบัติ 4) แผนงานที่ดีนำไปสู่การคาดคะเน (Forecasting) การกะประมาณการอย่างดีย่อมง่ายต่อการที่จะทำนายผลการทำงานได้ และ 5) ปรับปรุงการทำงานแผนการให้ดีขึ้น (Developing procedure) ตระหนักในปัญหาและอุปสรรคของแผนงานที่เกิดขึ้นหาทางปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

2. Organizing Process (O) หมายถึง การจัดโครงสร้างของการทำงาน โดยสร้างหลักเกณฑ์ในการทำงาน สร้างความสัมพันธ์ของงาน แบ่งงานโดยกำหนดหน้าที่ในการปฏิบัติงาน มีการประสานงาน มอบหมายอำนาจให้ตามหน้าที่และการรวบรวมทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งคนและวัสดุอุปกรณ์ กระบวนการจัดโครงสร้างมีดังนี้ 1) จัดจำแนกหน้าที่ (Distributing function) เพื่อมิให้งานสับสนงานซ้อนงาน ควรจำแนกลักษณะงานให้เด่นชัด 2) การประสานงาน (Coordinating) สร้างความเข้าใจในการทำงานร่วมกัน ขจัดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อนกัน 3) ชี้แหล่งข้อมูลวิชาการ (Resource allocating) การจัดวัสดุอุปกรณ์ การสอนอำนวยความสะดวก

4) จัดให้มีความสัมพันธ์ (Establishing relationship) มีความเป็นปึกแผ่นในหน่วยงานการนิเทศ และ 5) เป็นตัวแทน (Delegating) งานของศึกษานิเทศก์ทำหน้าที่เป็นตัวแทนทางการศึกษา มีบทบาทเป็นตัวแทนทั้งในด้านบริหาร ด้านวิชาการ ด้านวิทยากร และด้านการประสานงาน

3. Leading Process (L) หมายถึง บทบาทในฐานะผู้นำที่ดำเนินการ การวินิจฉัยสั่งการ การคัดเลือกตัวบุคคล การให้คำปรึกษาแนะนำ กระตุ้นให้บุคคลทำงานลงมือ ปฏิบัติงาน การสาธิตในการปฏิบัติงาน การติดต่อสื่อสาร กระบวนการนำ มีลักษณะดังนี้ 1) นำในการ ตัดสินใจ (Decision making) แต่การตัดสินใจนั้นจะต้องมาจากหมู่คณะเป็นสำคัญ 2) ข้อเสนอแนะ (Suggesting) ให้คำปรึกษาแนะนำ 3) แรงจูงใจ (Motivation) การรักษาแรงจูงใจให้คงทนถาวรด้วยการตอบสนองความต้องการ การเข้าใจ การเอาใจใส่ 4) การสื่อความหมาย (Communicating) การใช้ความสามารถในด้านการติดต่อสื่อความหมาย ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานการศึกษาของผู้นิเทศเป็น สำคัญ 5) การคิดริเริ่ม (Initiating) บรรยายภาคในการคิดริเริ่มอยู่ที่ภาวะของผู้นำ หากศึกษานิเทศก์ เป็นผู้ที่มีใจกว้างขวาง ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยให้ครูอยากจะทำอะไร จะ เริ่มทำอะไรแปลก ๆ ใหม่ ๆ และ 6) การสาธิต (Demonstrating) การนำในการสาธิต คือ การนำเผยแพร่ทางวิชาการ

4. Controlling Process (C) หมายถึง การควบคุมการปฏิบัติงาน ดำเนินงาน โดยการพิจารณาขอบข่ายงาน ให้ความสะดวกในด้านต่าง ๆ พิจารณาลงโทษ มีการแก้ไขทันที เมื่องานผิดพลาด การให้บุคคลลาออกจากงาน การตักเตือนและการกำหนดระเบียบในการปฏิบัติงาน กระบวนการ ควบคุมมีลักษณะดังนี้ 1) ทำให้ถูกต้อง (Taking corrective action) เมื่อทราบ ข้อบกพร่องข้อผิดพลาดของครูศึกษานิเทศก์จะใช้เทคนิคการนิเทศแก้ไขข้อบกพร่องนั้น ซึ่งเป็นไป เพราะครูมีความเชื่อถือศรัทธาในหลักการ ความร่วมมือในด้านนี้มาจากน้ำใสใจจริง มิใช่จากการใช้อำนาจบังคับ 2) ความเจริญงอกงาม (Expediting) ในกรณีที่มีการกระทำถูกต้องหรือการเรียนการสอน ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ศึกษานิเทศก์ย่อมช่วยให้กิจการนั้นประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้น 3) การกล่าวโทษเป็นลายลักษณ์อักษร (Reprimanding) การทำงานร่วมกับบุคคลหลายประเภท ควรยอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งบุคคลบางคนยอมง่ายต่อการแนะนำแต่บางคนอาจจะ ต้องใช้หลักการเข้มงวดกวดขันจึงจะยอมเปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือปรับปรุงตนเอง

5. Assessing Process (A) หมายถึง การตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน โดยการประเมินผลการปฏิบัติงาน วัดผลการปฏิบัติงาน วิจัยผลการปฏิบัติงาน ดังนี้ 1) พิจารณา ผลงาน (Judging performance) ประเมินค่าผลงานว่าดี-เลวประการใด 2) วัดผล (Measuring performance) ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ผลการปฏิบัติงาน

กระบวนการนิเทศแบบ PIDRE ของ สจ๊ต อุทรานันท์ (2530 ; อ้างอิงมาจาก วัชร เล่าเรียนดี, 2550) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า กระบวนการนิเทศการศึกษา มี 5 ขั้นตอน ในการดำเนินการ คือ

ขั้นที่ 1 วางแผนการนิเทศ (Planning-P) เป็นขั้นที่ผู้บริหารผู้นิเทศและผู้รับการนิเทศจะทำการประชุมปรึกษาหารือเพื่อให้ได้มาซึ่งปัญหาและความต้องการจำเป็นที่จะต้องมีการนิเทศ รวมทั้งวางแผนถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการนิเทศที่จะจัดขึ้นอีกด้วย

ขั้นที่ 2 ให้ความรู้ ความเข้าใจในการทำงาน (Informing-I) เป็นขั้นตอนของการให้ความรู้ความเข้าใจถึงสิ่งที่ดำเนินงานว่าจะต้องอาศัยความรู้ความสามารถอย่างไรบ้าง จะมีขั้นตอนในการดำเนินการอย่างไร และจะอย่างไรจึงจะทำให้ได้ผลงานออกมาอย่างมีคุณภาพ ขั้นนี้จำเป็นทุกครั้งที่สำหรับการเริ่มการนิเทศที่จัดขึ้นใหม่ไม่ว่าจะเป็นเรื่องใดก็ตาม และก็มีความจำเป็นสำหรับงานนิเทศที่ยังไม่ได้ผล หรือได้ผลไม่ถึงขั้นที่พอใจ ซึ่งจำเป็นจะต้องทำการทบทวนให้ความรู้ในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติงาน (Doing-D) ประกอบด้วยงานใน 3 ลักษณะ คือ

3.1 การปฏิบัติงานของผู้รับนิเทศเป็นขั้นที่ผู้รับการนิเทศลงมือปฏิบัติงานตามความรู้ความสามารถที่ได้รับมาจากการดำเนินการในขั้นที่ 2

3.2 การปฏิบัติงานของผู้ให้การนิเทศ ขั้นนี้ผู้ให้การนิเทศจะทำการนิเทศและควบคุมคุณภาพให้งานสำเร็จออกมาทันตามกำหนดเวลาและมีคุณภาพสูง

3.3 การปฏิบัติงานของผู้สนับสนุนการนิเทศ ผู้บริหารก็จะให้บริการสนับสนุนในเรื่องวัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างได้ผล

ขั้นที่ 4 สร้างเสริมกำลังใจ (Reinforcing-R) ขั้นนี้เป็นขั้นของการเสริมกำลังใจของผู้บริหาร เพื่อให้ผู้รับการนิเทศมีความมั่นใจและบังเกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงานขั้นนี้อาจจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กันกับผู้รับการนิเทศกำลังปฏิบัติงานหรือการปฏิบัติงานได้เสร็จสิ้นลงไปแล้วก็ได้

ขั้นที่ 5 ประเมินการนิเทศ (Evaluating-E) เป็นขั้นที่ผู้นิเทศทำการประเมินผลการดำเนินการซึ่งผ่านไปแล้วว่าเป็นอย่างไร หลังจากการประเมินผลการนิเทศ หากพบว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคอย่างหนึ่งอย่างใดที่ทำให้การดำเนินงานไม่ได้ผลก็สมควรจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการปรับปรุงแก้ไขอาจจะทำได้โดยการให้ความรู้ในสิ่งที่ทำใหม่อีกครั้งหนึ่ง สำหรับกรณีที่ผลงานออกมายังไม่ถึงขั้นที่พอใจ หรือดำเนินการปรับปรุงการดำเนินงานทั้งหมด สำหรับกรณีการดำเนินงานไม่ได้ผล และถ้าหากการประเมินผลพบว่าประสบผลสำเร็จตามที่ได้ตั้งไว้หากจะได้ดำเนินการนิเทศต่อไปก็สามารถทำได้เลยโดยไม่ต้องให้ความรู้ในเรื่องนั้นอีก

สรุปได้ว่า กระบวนการนิเทศการศึกษาเป็นขั้นตอนในการดำเนินงานนิเทศการศึกษา เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ครอบคลุมถึงขั้นตอนที่สำคัญ คือ การวางแผนการนิเทศ (Planning) การให้ความรู้ความเข้าใจก่อนการดำเนินการนิเทศ (Informing) การเตรียมความพร้อมก่อนนิเทศ (Preparing) การปฏิบัติการณ์นิเทศ (Doing) การสร้าง

ขวัญกำลังใจ (Reinforcing) การประเมินผลการนิเทศ (Evaluating) และการรายงานผลการนิเทศ (Reporting)

เทคนิควิธีการนิเทศ

เทคนิคและวิธีการนิเทศเป็นแบบแผนของการดำเนินงาน มีหลายรูปแบบที่สามารถนำไปปรับใช้ในโรงเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory action research- PAR) การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นรูปแบบของการวิจัยแบบใหม่ที่ประยุกต์และเป็นการรวมเอาแนวความคิดของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) กับการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory research) มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาโดยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องมีส่วนร่วมในการพัฒนาทุกขั้นตอน (นิตยา เงินประเสริฐศรี, 2544)

ทวิทอง หงส์วิวัฒน์ (2527) ได้สรุปรูปแบบของการมีส่วนร่วมต่อการดำเนินกิจกรรมหรือโครงการพัฒนา สามารถจำแนกออกได้เป็นมิติต่าง ๆ ประกอบด้วย มิติแรก ร่วมศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นการที่ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษา ชุมชน วิเคราะห์ชุมชน ค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาภายในชุมชนร่วมกัน และมีส่วนร่วมในการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการด้วย เป็นการกระตุ้นให้ประชาชนได้เรียนรู้สภาพของชุมชนวิถีชีวิต สังคม ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดและประกอบการพิจารณาวางแผนงานวิจัย มิติที่สอง ร่วมวางแผน เป็นการวางแผนการพัฒนาหลังจากได้ข้อมูลเบื้องต้นของชุมชนแล้ว และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกันหาปัญหา สาเหตุของปัญหาเรียบร้อยแล้วก็นำมาอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์ของโครงการ การกำหนดวิธีการ และแนะแนวการดำเนินงาน ตลอดจนกำหนดทรัพยากรและแหล่งทรัพยากรที่จะใช้เพื่อการวิจัย มิติที่สาม ร่วมดำเนินการเป็นการมีส่วนร่วมของประชาชนในการดำเนินการพัฒนาหรือเป็นขั้นตอนปฏิบัติการตามแผนการวิจัยที่ได้วางไว้ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ประชาชนมีส่วนร่วมในการสร้างประโยชน์ให้กับชุมชน โดยการสนับสนุนด้านเงินทุน วัสดุ อุปกรณ์ และแรงงาน รวมทั้งการเข้าร่วมในการบริหารงาน การประสานขอความช่วยเหลือจากภายนอก ในกรณีที่มีความจำเป็น มิติที่สี่ ร่วมรับผลประโยชน์โดยประชาชนต้องมีส่วนร่วมในการกำหนดการแจกจ่าย ผลประโยชน์จากกิจกรรมการวิจัยในชุมชน ในพื้นฐานที่เท่าเทียมเสมอภาคกัน มิติที่ห้า เป็นการมีส่วนร่วมติดตามประเมินผลการดำเนินงานวิจัยและผลของการพัฒนา จากการดำเนินการไปแล้วว่าสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรือไม่ มีปัญหาอุปสรรคและข้อจำกัดอย่างไร เพื่อแก้ไขปัญหาดัง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ทันที และนำข้อผิดพลาดไปเป็นบทเรียนในการดำเนินการต่อไป การเปิดโอกาสให้ประชาชนหรือชาวบ้านที่เกี่ยวข้องได้มีโอกาสเข้าร่วมกระบวนการวิจัยนั้นนับได้ว่าเป็นคุณค่าโดยแท้ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบนี้ ซึ่งก่อให้เกิดรากฐานแห่งความยั่งยืนของการพัฒนา

สุภางค์ จันทวานิช (2531) กล่าวไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นการวิจัยที่นำแนวคิด 2 ประการ มาผสมผสานกัน คือ การปฏิบัติการ (Action research) กับการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participation) ซึ่งหมายถึง กิจกรรมที่โครงการวิจัยจะต้องดำเนินการ และคำว่า การมีส่วนร่วม (Participation) อันเป็นการมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องของทุกฝ่ายที่เข้าร่วมกิจกรรม ในการวิเคราะห์สภาพปัญหาหรือสถานการณ์อันใดอันหนึ่ง แล้วร่วมในกระบวนการตัดสินใจและการดำเนินการจนกระทั่งสิ้นสุดการวิจัย โดยมีความหมายถึงวิธีการที่ใช้ผู้วิจัยหรือชาวบ้านเข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัย เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมวิจัย นับตั้งแต่การระบุปัญหาของการดำเนินการ การช่วยให้ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนช่วยหาวิธีแก้ไขปัญหาหรือส่งเสริมกิจกรรมนั้นๆ

กมล สุกประเสริฐ (2537) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไว้ว่า เป็นการวิจัยที่จัดทำโดยผู้ปฏิบัติการ เพื่อนำผลการวิจัยมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยทันที และต้องทำเป็นหมู่คณะร่วมกัน

การใช้เทคนิคการนิเทศโดยการวิจัยแบบมีส่วนร่วม เป็นการให้ครูมีส่วนร่วมในการปรับปรุงพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีส่วนร่วมในการพัฒนาทุกขั้นตอนในกิจกรรมการวิจัย ตั้งแต่การวิเคราะห์สภาพปัญหา ร่วมในการตัดสินใจในการดำเนินการ จนกระทั่งสิ้นสุดการวิจัย จากแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาและพัฒนา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ครูผู้สอนมีส่วนร่วมในการพัฒนา ดังนี้

1. ร่วมศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาการนิเทศ
2. ร่วมวางแผนการนิเทศ
3. ร่วมดำเนินการนิเทศ
4. ร่วมรับผลประโยชน์
5. ร่วมติดตามประเมินผลการนิเทศ

2. การชี้แนะ (Coaching)

การชี้แนะ “Coaching” เป็นการชี้บอกทิศทางการแนะ การเสนอแนวทางให้เดินไปสู่ทิศนั้น ส่วนการจะเดินไปทิศนั้นหรือจะเลือกเดินอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับตัดสินใจเลือกของผู้รับการชี้แนะ หลักการชี้แนะ คือ วิธีการในการพัฒนาสมรรถภาพการทำงานของบุคคล โดยเน้นไปที่การทำงานให้ได้ตามเป้าหมายของงานนั้น หรือการช่วยให้สามารถนำความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่และ/หรือได้รับการฝึกอบรมมาไปสู่การปฏิบัติได้

2.1 ความหมายของการชี้แนะ สรุปได้ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1.1 มีลักษณะเป็นกระบวนการ คือ ประกอบด้วยวิธีการหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่วางแผนไว้อย่างดี ดำเนินการตามขั้นตอนจนกระทั่งบรรลุเป้าหมาย

2.1.2 มีเป้าหมายที่ต้องการไปให้ถึง 3 ประการ คือ การแก้ปัญหาในการทำงาน พัฒนาคำรู้ทักษะหรือความสามารถในการทำงาน และการประยุกต์ใช้ทักษะหรือความรู้ในการทำงาน

2.1.3 มีลักษณะปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้ชี้แนะกับผู้รับการชี้แนะ คือ เป็นกลุ่มเล็กหรือรายบุคคล (One-on-one relationship and personal support) และใช้เวลาในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.1.4 มีหลักการพื้นฐานในการทำงาน ได้แก่

2.1.4.1 การเรียนรู้ร่วมกัน (Co-construction) คือ ไม่มีใครรู้มากกว่าใครจึงต้องเรียนไปพร้อมกัน

2.1.4.2 การให้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2.1.4.3 การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) เป็นการช่วยค้นหาพลังในตัวบุคคล เมื่อค้นเจอก็คืนพลังนั้นให้เขาไป

2.1.5 เป็นกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาวิชาชีพ กล่าวคือ ในการพัฒนาวิชาชีพต้องมีความสัมพันธ์กับวิธีการพัฒนาอื่น ๆ ลำพังการชี้แนะอย่างเดียวไม่อาจทำให้การดำเนินงานสำเร็จได้

2.2 ความสำคัญของการชี้แนะ (Coaching significant)

กระบวนการ วิธีการในการพัฒนาครูผู้เข้ารับการฝึกประจำการนั้นมีหลากหลายมาก ซึ่งต่างมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงการสอนของผู้เข้ารับการฝึกแตกต่างกันไป วิธีการที่ถือว่ามีประสิทธิภาพและช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้พัฒนาการสอนได้อย่างยั่งยืนวิธีหนึ่ง คือ การชี้แนะ เนื่องจากสามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกเกิดความตระหนัก มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติได้ ซึ่งเป็นเป้าหมายปลายที่มุ่งหวังให้เกิดจากการชี้แนะ

2.3 หลักการของการชี้แนะ (Coaching principles) 8 ประการสำคัญ ดังนี้

2.3.1 การสร้างความสัมพันธ์และความไว้วางใจ (Trust and rapport) การชี้แนะเป็นเรื่องของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ชี้แนะกับผู้เข้ารับการฝึกรายบุคคลหรือกลุ่มผู้เข้ารับการฝึก ความเชื่อถือและความไว้วางใจของผู้เข้ารับการฝึกที่มีต่อผู้ชี้แนะมีส่วนสำคัญที่ทำให้การดำเนินการชี้แนะเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

2.3.2 การเสริมพลังอำนาจ (Empowerment) การชี้แนะเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ค้นพบพลัง หรือวิธีการทำงานของตนเองเป็นวิธีการที่ทำให้เกิดความยั่งยืนและผู้เข้ารับการฝึกสามารถพึ่งพาความสามารถของตนเองได้ เป้าหมายปลายทางของการชี้แนะ คือ การทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถพัฒนาการเรียนการสอนได้ด้วยตนเอง สามารถกำกับ

ตนเอง (Self-director) ได้ ในระยะแรกที่ผู้เข้ารับการฝึกยังไม่สามารถทำด้วยตนเองได้ เพราะยังขาดเครื่องมือ ขาดวิธีการคิด และกระบวนการทำงาน ผู้ชี้แนะจึงเข้าไปช่วยเหลือในระยะแรก จนกระทั่งผู้เข้ารับการฝึกได้พบว่าตนเองสามารถทำได้ด้วยตนเอง เป็นการช่วยค้นหาพลังที่ซ่อนอยู่ในตัวผู้เข้ารับการฝึกออกมาแล้วผู้ชี้แนะก็คือ พลังนั้นให้แกผู้เข้ารับการฝึกไปให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ใช้พลังนั้นในการพัฒนางานของตนเองต่อไป

2.3.3 การทำงานอย่างเป็นระบบ (Systematic approach)

การดำเนินการซื้ออย่างเป็นระบบมีขั้นตอนของกระบวนการที่ชัดเจน ช่วยให้ผู้ได้รับการฝึกได้จัดระบบการคิด การทำงาน สามารถเรียนรู้และพัฒนางานได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการชี้แนะเป็นกระบวนการพัฒนาวิชาชีพต่อเนื่อง ในระยะแรกผู้เข้ารับการฝึกอาจไม่คุ้นเคยกับวิธีการเหล่านี้มากนัก ทำให้ผู้ชี้แนะจำเป็นต้องออกแบบกระบวนการอย่างเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2.3.4 การพัฒนาที่ต่อเนื่อง (On-going development) การชี้แนะ

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาการเรียนการสอนได้ใช้เวลานาน ในการทำความเข้าใจและฝึกปฏิบัติให้เกิดผลตามเป้าหมาย การดำเนินการชี้แนะจึงเป็นการพัฒนาที่มีความต่อเนื่องยาวนาน ครอบคลุมทั้งที่มีความรู้ใหม่ทางการสอนเกิดขึ้นมากมาย และมีประเด็นทางการสอนที่ต้องทำความเข้าใจและนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน การดำเนินการชี้แนะก็ยังคงดำเนินการคู่ขนานไปกับการจัดการเรียนการสอนจนดูเหมือนเป็นงานที่ไม่อาจเร่งให้เกิดผลในเวลาอันสั้นได้ จึงเป็นงานที่ต้องค่อยเป็นค่อยไป

2.3.5 การชี้แนะแบบมีเป้าหมายหรือจุดเน้นร่วมกัน (Focusing)

โดยที่พี่เลี้ยงจะต้องตกลงร่วมกันกับผู้เข้ารับการฝึกว่าเป้าหมายสุดท้ายที่ต้องการให้เกิด คืออะไร แล้วร่วมกันวางแผน วางเป้าหมายย่อย ๆ เพื่อไปสู่จุดหมายนั้นกล่าวคือ การกำหนดประเด็นชี้แนะ ร่วมกันการกำหนดบทบาทใครคือผู้ชี้แนะใคร

2.3.6 การชี้แนะในบริบทในโรงเรียน (Onsite coaching)

การปฏิบัติการชี้แนะมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถนำความรู้ ทักษะการสอนที่มีอยู่ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน การประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะที่เกิดขึ้นในสภาพการทำงานจริง การดำเนินการชี้แนะจึงควรเกิดขึ้นในการทำงานในบริบทของโรงเรียน การดำเนินการชี้แนะเป็นการทำงานเชิงลึก เข้มข้น เป็นการช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกเลื่อนจากความรู้ความเข้าใจในการสอนแบบผิวเผิน (Surface approach) เป็นการทำความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้น (Deep approach) (Moon, 2004) โดยอาศัยกระบวนการลงมือปฏิบัติ ลงมือทำงาน การชี้แนะ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องเข้าไปทำงานร่วมกันกับผู้เข้ารับการฝึกในโรงเรียน

2.3.7 การชี้แนะที่นำไปใช้ได้จริง (Work on real content)

การชี้แนะในประเด็นหรือเนื้อหาสาระที่เป็นรูปธรรม (Being concrete) มีลักษณะเป็นพฤติกรรมที่

สามารถสังเกตได้ ปฏิบัติได้จริง ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปรับปรุงหรือพัฒนาการเรียน การสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การที่ผู้ชี้แนะเป็นบุคคลภายนอกโรงเรียนจึงมีข้อจำกัดตรงที่ ไม่สามารถอยู่กับผู้เข้ารับการฝึกได้ตลอดเวลา การพบปะผู้เข้ารับการฝึกในแต่ละครั้งจึงมีคุณค่ามาก ดังนั้น จึงควรใช้เวลาที่มีจำกัดนั้นให้เกิดประโยชน์สูงสุด การชี้แนะแต่ละครั้งจึงเน้นไปที่การนำความรู้ หรือทักษะไปใช้ได้จริง ได้แนวปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมและเป็นขั้นตอน ไม่เสียเวลาไปกับการอภิปราย หรือพูดคุยกันเชิงทฤษฎี (Kninght, 2004)

2.3.8 การทบทวนและสะท้อนผลการดำเนินงาน (After action review and reflection) การสะท้อนผลการทำงาน (Reflection) เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึก ได้คิดทบทวนการทำงานที่ผ่านมา สรุปเป็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไป การชี้แนะจึงใช้การสะท้อนผลการทำงานนี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้จนได้อีกชื่อหนึ่งว่า “การชี้แนะแบบมองย้อนสะท้อนผลการทำงาน” (Reflective coaching) การชี้แนะช่วยให้บุคคลได้ สะท้อนความสามารถของตนเพื่อหาจุดที่ต้องการความช่วยเหลือ เป็นการช่วยเหลือรายบุคคลในการ นำความรู้ไปใช้ในการทำงานและพัฒนาความสามารถของตน ไม่ใช่การสอนสิ่งใหม่ จุดพื้นฐานของ การชี้แนะอยู่บนพื้นฐานของความรู้หรือทักษะที่มีอยู่แล้ว (เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ, 2550 ; มนตรี ภูมิ, 2549 ; Moon, 2004)

2.4 กระบวนการชี้แนะ (Coaching process)

กระบวนการชี้แนะเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลได้รู้จักช่วยเหลือ ตนเอง (Coaching is a process of helping people to help themselves) โดยที่การชี้แนะ มีกระบวนการเฉพาะ ได้แก่ การชี้แนะทางปัญญา (Cognitive coaching) การชี้แนะการสอน (Instructional coaching) เพื่อนชี้แนะ (Peer coaching) เป็นต้น กระบวนการชี้แนะโดยทั่วไป มีขั้นตอนของกระบวนการ ดังนี้

2.4.1 ขั้นก่อนการชี้แนะ (Pre-coaching) ก่อนดำเนินการชี้แนะ มีการตกลงร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นหรือจุดเน้นที่ต้องการชี้แนะร่วมกัน เนื่องจากการดำเนินการชี้แนะ เน้นไปที่การเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริง เป็นการทำงานเชิงลึก (Deep approach) ดังนั้น ประเด็นที่ชี้แนะจึงเป็นจุดเล็ก ๆ แต่เข้มข้น ช่วยให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งแจ่มแจ้ง ช่วยคลี่ปมบางประการ ให้เกิดผลในการปฏิบัติได้จริง ในกรณีการสอนกระบวนการคิดต้องขับเคลื่อนไปที่ละประเด็น เช่น การใช้คำถามกระตุ้นคิด การใช้กิจกรรมที่ช่วยให้คิดได้อย่างหลากหลาย การใช้ผังกราฟฟิก (Graphic organizer) การใช้ผังมโนทัศน์ (Mind mapping) มาใช้ในการนำเสนอความคิด การช่วยให้นักเรียน อธิบายกระบวนการคิดกระบวนการทำงานของตนเอง ซึ่งในประเด็นเหล่านี้ยังมีประเด็นย่อย ๆ ที่ซ่อนอยู่มากมาย ทั้งผู้ชี้แนะและผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนต้องวางแผนร่วมกันว่าในแต่ละครั้งที่ ดำเนินการชี้แนะนั้นจะชี้แนะลงลึกเฉพาะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ

2.4.2 ขั้นการชี้แนะ (Coaching) ในขั้นของการชี้แนะประกอบด้วย
ขั้นตอนย่อย 3 ขั้น คือ

2.4.2.1 การศึกษาต้นทุนเดิม เป็นขั้นที่ผู้ชี้แนะพยายามทำความเข้าใจวิธีคิด วิธีการทำงานและผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานของผู้เข้ารับการฝึกอยู่ในระดับใด เพื่อเป็นข้อมูลในการต่อยอดประสบการณ์ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคน ซึ่งในขั้นนี้อาจใช้วิธีการต่างกันไปตามสถานการณ์ ได้แก่ 1) การให้ผู้เข้ารับการฝึกบอกเล่า อธิบายวิธีการทำงาน และผลที่เกิดขึ้น 2) การพิจารณาร่องรอยการทำงานร่วมกัน เช่น แผนการสอน ชิ้นงานของนักเรียน 3) การสังเกตการสอนในชั้นเรียน

2.4.2.2 การให้ผู้เข้ารับการฝึกประเมินการทำงานของตนเอง เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ทบทวนการทำงานที่ผ่านมาของตนเอง โดยใช้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมที่ผ่านมา ได้แก่ การสอนที่เพิ่งจบไปแล้ว ชิ้นงานที่นักเรียนเพิ่งทำเสร็จเมื่อสักครู่มาใช้ประกอบการประเมิน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นหนึ่งที่พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกไม่ได้ตระหนักถึงสิ่งที่ตนเองสอนหรือกระทำลงไปนัก แต่การที่จัดให้มีโอกาสได้ “นิยัยอนและสะท้อนผลการทำงาน” ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ทบทวนและไตร่ตรองว่าตนเองได้ใช้ความรู้ ความเข้าใจไปสู่การปฏิบัติอย่างไร มีอุปสรรค ปัญหาใดเกิดขึ้นบ้าง คำถามที่มักใช้กันในขั้นนี้มี คำถามหลัก คือ อะไรที่ทำได้ดี มีวิธีการอื่นอีกหรือไม่/กระทำอย่างเต็มที่หรือยังจะให้ดีกว่านี้ถ้ามีจุดอ่อน อะไรที่พบเห็นครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ การสอนหรือไม่เพียงใด มีมิติอื่นอีกหรือไม่ ฯลฯ

2.4.2.3 ขั้นต่อยอดประสบการณ์ เป็นขั้นที่ผู้ชี้แนะมีข้อมูลจากการสังเกตการทำงานและฟังผู้เข้ารับการฝึกอธิบายความคิดของตนเอง แล้วจึงลงมือต่อยอดประสบการณ์เรื่องเฉพาะนั้นเพิ่มเติม ซึ่งผู้ชี้แนะต้องอาศัยปฏิภาณในการวินิจฉัยให้ได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกต้องการความช่วยเหลือในเรื่องใด หากไม่แน่ใจก็อาจใช้วิธีการสอบถามขอข้อมูลเพิ่มเติม ในขั้นต่อยอดประสบการณ์มักมีการดำเนินการใน 2 ลักษณะ คือ 1) เมื่อพบว่าผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจที่ผิดพลาดบางประการหรือมีปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข ปรับปรุงความรู้ความเข้าใจให้ถูกต้องและช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา 2) เมื่อพบว่าผู้เข้ารับการฝึกเข้าใจหลักการสอนดีแต่ยังขาดประสบการณ์ในการออกแบบการเรียนการสอน ก็จำเป็นต้องเพิ่มเติมความรู้แบ่งปันประสบการณ์

2.4.3 ขั้นสรุปผลการชี้แนะ (Post-coaching) เป็นขั้นตอนที่ผู้ชี้แนะเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกได้สรุปผลการชี้แนะ เพื่อให้ได้หลักการสำคัญไปปรับการเรียน การสอนของตนเองต่อไป มีการวางแผนที่จะกลับมาชี้แนะร่วมกันอีกครั้งว่าความรู้ความเข้าใจอันใหม่ที่ได้รับการชี้แนะครั้งนี้จะเกิดผลในทางปฏิบัติเพียงใด รวมไปถึงการตกลงร่วมกันเรื่องให้ความช่วยเหลืออื่น ๆ เช่น หาเอกสารมาให้ศึกษาประสานงานกับบุคคลอื่น ๆ แนะนำ แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม การใช้เครื่องมือหรือรูปแบบการใช้ภาษาในการชี้แนะมี 2 มิติ คือ มิติของการผลักดัน (Push)

และมีติของการถอดดึง (Pull) การมีระดับของการผลักดันอย่างสุดขีด คือ การบอกความรู้ (Telling) ไปจนถึงระดับการถอดดึงสูงสุด คือ การรับฟัง (Listening) ทั้งนี้วิธีการเหล่านี้เป็นการช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนของตนเองได้ทั้งสิ้น แต่หากมีจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละวิธีแตกต่างกันไป ผู้ที่มีบทบาทและภารกิจเป็นผู้ชี้แนะจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ และผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนมีข้อเตือนใจว่าหากใช้มิติของการผลักดัน ได้แก่ การบอก การอธิบาย การสอน การสาธิต การแนะนำเพียงด้านเดียว ไม่ถือว่าเป็นการชี้แนะที่แท้จริง

2.5 กลวิธีการชี้แนะ (Coaching Techniques) กลวิธีการชี้แนะเป็นความรู้เชิงปฏิบัติ (Practical knowledge) ที่ผู้ชี้แนะได้ค้นพบในการลงมือปฏิบัติการชี้แนะกับผู้เข้ารับการฝึกในสถานการณ์การทำงานจริง แล้วเก็บเป็นกลวิธีเฉพาะของตนไว้ใช้ในการดำเนินการชี้แนะของตนเอง หากผู้ชี้แนะได้มีเวทีแลกเปลี่ยนประสบการณ์การใช้กลวิธีการชี้แนะเหล่านี้อย่างต่อเนื่องก็จะช่วยขยายประสบการณ์การชี้แนะให้กว้างขวางเพิ่มมากขึ้น

สรุปได้ว่า การนิเทศให้ประสบผลสำเร็จนั้นผู้นิเทศต้องมีทักษะสำคัญ คือ การสร้างมนุษยสัมพันธ์ การสร้างความไว้วางใจ การสร้างความเป็นกันเอง การใช้คำถาม การทำให้เกิดการยอมรับ และการดึงความสามารถของครูออกมาใช้ โดยการใช้เทคนิคในการนิเทศ ทั้งแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม ด้วยการเยี่ยมชั้นเรียน การสาธิตการสอน การให้คำปรึกษา การทดลองในห้องเรียน การประเมินตนเอง การประชุม การอบรม การประชุมเชิงปฏิบัติการ การส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียน และการให้บริการทางวิชาการ เป็นต้น

การฝึกอบรม

1. ความหมายของการฝึกอบรม

Byars และ Rue (1995) ได้กล่าวว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบ เพื่อสร้างหรือเพิ่มความรู้ ทักษะ ความสามารถและเจตคติให้แก่บุคลากร อันจะช่วยปรับปรุงให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่องานที่รับผิดชอบในปัจจุบัน และหรืองานที่ได้รับมอบหมายให้ทำในอนาคต

Rabin และคณะ (1995) กล่าวว่า การฝึกอบรมและการพัฒนาบุคคลเป็นการพิจารณาปัญหาจากการประเมินความต้องการจำเป็น ผู้ดำเนินการฝึกอบรมจะต้องดำเนินการออกแบบการเรียนรู้ (The learning design) ให้สัมพันธ์กับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Adult learning theories) ออกแบบการประเมินผลการฝึกอบรมและการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ซึ่งกระบวนการฝึกอบรมนั้นเป็นวิธีการโดยเฉพาะ และการออกแบบตามรูปแบบของการเรียนรู้ตนเอง

สันต์ ศูนย์กลาง (2551) ได้กล่าวว่าการฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ ทักษะ และเจตคติในการทำงานที่ได้รับมอบหมายเฉพาะอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเป้าหมายให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงาน อันจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อหน่วยงานและผู้เข้ารับการอบรมเอง

ชูชัย สมิทธิไกร (2556) ได้ให้ความหมายของการฝึกอบรมไว้ว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบเพื่อสร้างและเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ ความสามารถ และเจตคติ อันจะช่วยปรับปรุงให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

สมคิด บางโม (2544) ได้ให้ความหมาย การฝึกอบรม (Training) ว่าหมายถึง กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเฉพาะด้านของบุคคลโดยมุ่งเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) ทักษะ (skill) และทัศนคติ (Attitude) อันจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานการทำงานให้สูงขึ้น ทำให้บุคคลมีความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงานและองค์การบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากแนวคิดการฝึกอบรมที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการพัฒนาบุคลากรในหน่วยงานหรือองค์กรให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ เพื่อยกระดับมาตรฐานการทำงานให้สูงขึ้นและทำให้บุคลากรมีความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงานบรรลุตามเป้าหมายขององค์กรที่กำหนดไว้ สำหรับความหมายของการฝึกอบรมที่เกี่ยวกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ให้ความหมายของการฝึกอบรม ทำนองเดียวกับการฝึกอบรมโดยทั่วไปไว้ว่า เป็นการพัฒนาบุคลากรครูที่เน้นการเพิ่มพูนความรู้ ทักษะในการปฏิบัติงานในหน้าที่ครู และการพัฒนาระบบงานใหม่ ๆ ที่ปฏิบัติอยู่ในโรงเรียนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อปลูกฝังศรัทธา เจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานในอาชีพครู

2. จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมมีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาบุคลากร แต่ไม่ว่าจะกระทำด้วยวิธีใดหรือรูปแบบใดก็ตามย่อมมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานฝึกอบรมเฉพาะเจาะจงลงไปในแต่ละโครงการ แต่จุดมุ่งหมายโดยรวม ๆ ย่อมมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

เริงลักษณ์ โรจนพันธ์ (2539) ได้กล่าวถึง จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมไว้ ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความสามารถและความชำนาญในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้มีประสิทธิภาพ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต
2. เพื่อฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับระบบบริหารด้านปฏิบัติการ ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการสร้าง อันจะทำให้สามารถลงมือปฏิบัติงานได้ทันทีเมื่อมีเครื่องมือพร้อม
3. เพื่อสนองต่อความยากและการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของงาน

4. เพื่อให้ทราบนโยบาย หน้าที่ และความรับผิดชอบของหน่วยงานให้เข้าใจ กฎ ข้อบังคับ ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน สายการบังคับบัญชา สิทธิประโยชน์ที่แต่ละคนจะได้รับจาก หน่วยงานนั้น ๆ

5. เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการใช้ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการฝึกอบรม เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมให้กว้างขวางและทันเหตุการณ์

6. เพื่อให้มีเจตคติและขวัญกำลังใจที่ดี เกิดความเชื่อมั่นในตนเองที่จะปฏิบัติงาน ให้ได้ผลดี มีประสิทธิภาพ มีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาตนเอง

ชูชัย สมितिไกร (2554) จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมโดยรวมมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงระดับความตระหนักรู้ในตนเอง (Self-Awareness) ของแต่ละบุคคล ความตระหนักรู้ในตนเอง คือ การเรียนรู้เกี่ยวกับตนเอง อันได้แก่ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาท และความรับผิดชอบของตนเองในองค์กร การตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ตนเองปฏิบัติจริง และปรัชญาที่ยึดถือ การเข้าใจถึงทัศนคติที่ผู้อื่นมีต่อตนเองและการเรียนรู้ว่าการกระทำของเรามี ผลกระทบต่อผู้อื่นอย่างไร เป็นต้น

2. เพื่อเพิ่มพูนทักษะการทำงาน (Job skills) ของแต่ละบุคคล โดยอาจเป็นทักษะ ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านก็ได้ เช่น การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ การดูแลรักษาความปลอดภัยใน การทำงาน หรือการปกครองบัญชาลูกน้อง เป็นต้น

3. เพื่อเพิ่มพูนแรงจูงใจ (Motivation) ของแต่ละบุคคล อันจะทำให้การปฏิบัติงาน เกิดผลดี แม้ว่าบุคคลหนึ่ง ๆ จะมีความรู้และความสามารถในการปฏิบัติงาน แต่หากขาดแรงจูงใจใน การทำงานแล้ว บุคคลนั้นก็อาจจะมิได้ใช้ความรู้และความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่และผลงาน ก็ย่อมจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นการสร้างแรงจูงใจในการทำงานจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ อย่างยิ่งต่อความสำเร็จขององค์กร

สมคิด บางโม (2544) กล่าวว่า การฝึกอบรมเป็นการเพิ่มพูนความสามารถในการทำงาน เฉพาะอย่าง โดยมีจุดประสงค์ 4 ประการ เรียกว่า KUSA ซึ่งประกอบด้วย

1. เพื่อเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge : K) เป็นการให้ความรู้ หลักการ ทฤษฎี และแนวคิด เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน

2. เพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจ (Understand : U) เป็นลักษณะที่ต่อเนื่องจากการให้ ความรู้ กล่าวคือ เมื่อรู้หลักการหรือทฤษฎีแล้วสามารถตีความ แปลความ ขยายความและอธิบายให้ คนอื่นทราบได้ รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. เพื่อเพิ่มพูนทักษะ (Skills : S) เป็นการฝึกความชำนาญหรือความคล่องแคล่ว ในการปฏิบัติงานอย่างหนึ่งอย่างใด

4. เพื่อเปลี่ยนแปลงเจตคติ (Attitude : A) เป็นการสร้างความรู้สึกที่ดีต่อองค์การต่อผู้บังคับบัญชา ต่อเพื่อนร่วมงานและต่อหน้าที่ที่รับผิดชอบ

Rothwell (1996) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม เพื่อ

1. เพื่อเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) เพื่อส่งเสริมหรือสร้างเสริมทางปัญญาให้แก่บุคลากรเกี่ยวกับระเบียบ กฎเกณฑ์ ข้อบังคับ หน้าที่รับผิดชอบ การบริหารงาน ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้และสามารถขยายไปถึงการเพิ่มขีดความสามารถในการนำไปปรับใช้ในสถานการณ์จริงด้วย

2. พัฒนาทักษะ (Skill) เป็นการพัฒนาทักษะ ความชำนาญ การแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า การเพิ่มความมั่นใจในการตัดสินใจ ทำให้สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ และถูกต้องโดยใช้เวลาน้อยลง

3. เปลี่ยนแปลงเจตคติ (Attitude) ทำให้มีขวัญและกำลังใจในการทำงาน สามารถทำงานของตนด้วยความยินดีและพอใจ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข สร้างแรงจูงใจในการทำงาน เพื่อให้เกิดการใช้ความสามารถในการปฏิบัติงานอย่างเต็มศักยภาพ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการจัดการฝึกอบรมโดยทั่วไป มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาคนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาการปฏิบัติงานในหน่วยงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น ซึ่งจะเป็นโยบายต่อการพัฒนาสังคมที่มีความสัมพันธ์กับองค์กรนั้นด้วย

3. ประเภทของการฝึกอบรม

การจำแนกประเภทของการฝึกอบรมกระทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด Byars และ Rue (2000) ได้แบ่งประเภทของการฝึกอบรมโดยใช้ระยะเวลาเป็นเกณฑ์ได้ดังนี้

1. การฝึกอบรมก่อนประจำการ (Pre-service training) เป็นการฝึกอบรมบุคลากรก่อนจะเริ่มทำงานประจำในหน่วยงาน เพื่อเตรียมตัวบุคลากรให้มีคุณสมบัติตามที่หน่วยงานต้องการ เป็นการเตรียมตัวให้กับผู้ที่ได้รับการคัดเลือกจากหน่วยงานแล้ว การฝึกอบรมประเภทนี้ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย การฝึกอบรมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้ความชำนาญอย่างแท้จริง ซึ่งจะช่วยให้บุคคลพร้อมที่จะทำงานและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกอบรมประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การปฐมนิเทศ (Orientation) การฝึกอบรมก่อนประจำการในลักษณะนี้มีวัตถุประสงค์หลักของการฝึกอบรมประเภทนี้ คือ (เริงลักษณ์ โรจนพันธ์, 2539)

1.1.1 เพื่อให้พนักงานใหม่ได้ทราบถึงนโยบายและหน้าที่ของหน่วยงานโดยละเอียด

1.1.2 เพื่อให้เข้าใจกฎข้อบังคับระเบียบแบบแผน สิทธิหน้าที่ ประโยชน์ที่พึงจะได้รับและวิธีปฏิบัติงานของข้าราชการหรือพนักงาน

1.1.3 เพื่อให้มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานในหน่วยงานนั้น และเข้าใจในงานในหน้าที่รับผิดชอบของตน

1.1.4 เพื่อให้พนักงานได้รู้จักคุ้นเคยซึ่งกันและกัน

1.1.5 เพื่อส่งเสริมสามัคคีธรรมระหว่างกัน

1.1.6 เพื่อให้ทราบถึงอนาคต และโอกาสก้าวหน้าของตนการปฐมนิเทศเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จึงควรมีการฝึกอบรมในลักษณะการแนะนำงานด้วย

1.2 การแนะนำงาน เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีวิธีการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน การฝึกอบรมก่อนประจำการจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น การแนะนำงานใหม่ที่บุคลากรต้องปฏิบัติ จะช่วยให้บุคลากรเกิดความรู้สึกที่ดีต่องานที่ทำและต่อเพื่อนร่วมงาน นอกจากนี้จะช่วยให้อำนาจหน้าที่ถูกต้องในการทำงาน การฝึกอบรมลักษณะนี้อาจใช้เวลามากน้อยต่างกันแล้วแต่ลักษณะงานที่จะต้องทำสิ่งที่ควบคู่กับการแนะนำงานก็คือ การปฐมนิเทศ

2. การฝึกอบรมระหว่างประจำการ (In-service training) เป็นการฝึกอบรมสำหรับผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานแล้วระยะหนึ่ง และต้องการการฝึกอบรมเพิ่มเติมเพื่อให้ปฏิบัติหน้าที่ได้ดีขึ้นหรือเพื่อความก้าวหน้าในอาชีพ เพื่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานของหน่วยงาน ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีขึ้นและมีปริมาณมากขึ้น การฝึกอบรมระหว่างประจำการจำแนกได้ดังนี้

2.1 การฝึกอบรมขณะปฏิบัติหน้าที่ (On-the job training) เป็นการฝึกอบรมพร้อม ๆ กับการปฏิบัติหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมได้ทดลองปฏิบัติงานในหน้าที่ โดยมีหัวหน้างานคอยดูแลให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิด ถ้ามีปัญหาสามารถสอบถามจากหัวหน้างานได้ การฝึกอบรมประเภทนี้จึงช่วยให้ผู้รับการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การฝึกอบรมแบบหมุนเวียนการทำงาน (Job rotation) มีลักษณะเดียวกับการฝึกอบรมขณะทำงาน แต่พนักงาน 1 คน เรียนรู้งานได้หลากหลายในหน่วยงาน เพราะจะผ่านการฝึกอบรมการทำงานแบบหมุนเวียน บางครั้งเรียกการฝึกอบรมแบบนี้อีกอย่างหนึ่งว่าการฝึกอบรมแบบไขว้ (Cross training) ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถยืดหยุ่นบุคลากรในองค์กรได้เช่นพนักงาน คนหนึ่งไม่มาก็สามารถนำพนักงานอีกคนหนึ่งมาทำงานแทนได้ (Byars and Rue, 2000)

2.3 การฝึกอบรมในลักษณะฝึกงาน (Apprenticeship) วิธีนี้เป็นการฝึกอบรมเพื่อเตรียมพนักงานผู้ซึ่งเข้ามาใหม่ เป็นการเตรียมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมรู้ทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติในงานที่ต้องการทักษะสูง การฝึกอบรมแบบฝึกงานเป็นการผสมผสานระหว่างการฝึกอบรม

ขณะทำงาน และการฝึกอบรมในห้องอบรม การฝึกอบรมในลักษณะฝึกงานส่วนใหญ่ใช้สำหรับงานเฉพาะ (Byars and Rue, 2000)

2.4 การฝึกอบรมโดยพักการปฏิบัติหน้าที่ระหว่างการฝึกอบรม (Off the job training) เป็นการฝึกอบรมนอกระบบการทำงานและนิยมทำกันโดยทั่วไป เป็นการฝึกอบรมที่ผู้รับการฝึกอบรมจะพักจากการปฏิบัติหน้าที่ชั่วคราวเพื่อเข้ารับการฝึกอบรมในเรื่องที่สัมพันธ์กับงาน เพื่อช่วยให้การปฏิบัติหน้าที่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในบางกรณีอาจเป็นการเตรียมการเพื่องานที่จะได้รับมอบหมายในอนาคต เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ให้การเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว นิยมใช้กับกลุ่มใหญ่และไม่มีความรู้ในเรื่องที่จัดอบรมใช้สำหรับการฝึกอบรมเกี่ยวกับความรู้หลักการและทฤษฎี ซึ่งบายอาร์และรู (Byars and Rue, 2000) เรียกการฝึกอบรมชนิดนี้ว่าการฝึกอบรมในห้องอบรม (Classroom training)

3. การฝึกอบรมปฏิบัติการ (Workshop) การฝึกอบรมปฏิบัติการ เป็นกระบวนการพัฒนาบุคคลในด้านความรู้ เจตคติและทักษะ อย่างเป็นระบบ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมประชุมที่มีความสนใจร่วมกันในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ฝึกปฏิบัติ ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านนั้น ๆ คอยเป็นผู้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ เพื่อช่วยกันทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างใดอย่างหนึ่งให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การประชุมปฏิบัติการจะเน้นชั่วโมงปฏิบัติมากกว่าการอภิปรายหรือการบรรยายทำให้สามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม ทั้งด้านความรู้ ทักษะ เจตคติและแนวคิดใหม่ ๆ ที่จะนำไปริเริ่มสร้างสรรค์ ช่วยในการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับตัวเองเข้าใจในความสามารถของตนเอง ช่วยในการปฏิสัมพันธ์ของบุคคล ช่วยเพิ่มพูนความสามารถและพัฒนาศักยภาพในการทำงานของตนเองให้ดีขึ้น

รสสุคนธ์ มกรมณี (2550) การอบรมเชิงปฏิบัติการ หรือ การประชุมเชิงปฏิบัติการที่เรียกว่า Workshop นี้ เป็นการประชุมอีกแบบหนึ่งที่ใช้กันมากในบริษัทในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม และในองค์กรต่าง ๆ เนื่องจากการประชุมแบบนี้จะต้องมีการฝึกปฏิบัติ สำหรับผู้เข้าร่วมประชุม เป็นหลักสำคัญ การประชุมแบบนี้ปกติแล้วจะมีสมาชิกที่ร่วมประชุมจำนวนไม่มากนัก คือ มักจะมีจำนวนแต่เพียงพอเหมาะกับอุปกรณ์ และเครื่องอำนวยความสะดวกในการฝึกปฏิบัติการ ในเรื่องที่จะจัดประชุมขึ้น ๆ ขึ้น เนื่องจากเน้นการฝึกปฏิบัติเป็นส่วนที่สำคัญมาก

ในการประชุมเชิงปฏิบัติการนี้ สมาชิกในการประชุมจะต้องร่วมกันศึกษา รับฟังการบรรยาย หรือศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจและฝึกปฏิบัติ เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเฉพาะอย่าง ตามหัวข้อของการประชุมปฏิบัติการครั้งนั้น ๆ หลักสำคัญของการประชุมแบบนี้คือ การเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ แล้วนำไปปฏิบัติในการปฏิบัติงานจริง ตัวอย่าง การประชุมเชิงปฏิบัติการ เช่น การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการสร้างแบบทดสอบ แบบวัดความพึงพอใจของ

ผู้บริหาร การประชุมเชิงปฏิบัติการซ่อมบำรุงเกียร์ระบบอัตโนมัติ การประชุมเชิงปฏิบัติการซ่อมบำรุงเกียร์ระบบอัตโนมัติ การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดหมวดหมู่เอกสารในสำนักงาน เป็นต้น

การจัดการประชุมแบบนี้ จึงต้องมีเอกสาร มีหนังสือ มีรายละเอียดและข้อมูลตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ เพื่อประกอบการศึกษาและเพื่อการฝึกปฏิบัติ ซึ่งต้องเตรียมไว้ล่วงหน้าให้พร้อมเพื่อผู้เข้าประชุมจะใช้ประโยชน์ได้ทันทีในการฝึกปฏิบัติตามกำหนดการ หรือตามตารางการปฏิบัติตามที่ได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การประชุมเชิงปฏิบัติการดังกล่าวนี้ จุดเน้นจะอยู่ที่การปฏิบัติได้เป็นการแก้ปัญหาด้วยภาคปฏิบัติ เน้นการปฏิบัติมากกว่าการบรรยายหรือการอภิปรายมุ่งปรับปรุงความสามารถและความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานของสมาชิกแต่ละคน ส่วนใหญ่มักจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการงานหรือวิชาชีพ

ลักษณะเฉพาะของการประชุมแบบ Workshop มีดังนี้

1. มีการกำหนด เรื่องของการประชุมเชิงปฏิบัติการชัดเจน กำหนดสิ่งที่จะต้องปฏิบัติให้ได้ไว้เห็นได้ชัด และมีกำหนดการ หรือตารางดำเนินงานในการประชุมและการฝึกหัดที่สัมพันธ์กับเรื่องที่จะจัดประชุม
2. มีจุดมุ่งหมายสำคัญที่การเพิ่มพูนทักษะ ความรู้และประสบการณ์ ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มพูนประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานในเรื่องที่จัดประชุมปฏิบัติการนั้น ๆ โดยตรง
3. มีการเตรียมในด้านวัสดุอุปกรณ์ สถานที่ เอกสาร ข้อมูลที่จำเป็นให้พร้อมเพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติสำหรับสมาชิกโดยเฉพาะ
4. มีการฝึกทดลองปฏิบัติการ หรือ มีการฝึกปฏิบัติกิจกรรมในเรื่องที่จัดประชุม ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของการประชุม
5. จุดเน้นของการประชุมปฏิบัติการนี้ อยู่ที่การเตรียมคนให้มีความพร้อมสูง ให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในเรื่องที่จัดประชุม และสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

การประชุมในลักษณะดังกล่าวนี้ ปกติแล้วจะมีทั้งการให้ความรู้ (ซึ่งได้เลือกและเตรียมการไว้เป็นการล่วงหน้าอย่างดีแล้ว) และการฝึกปฏิบัติควบคู่กัน แต่จุดเน้นที่สำคัญท้ายที่สุดแล้วจะอยู่ที่ความสามารถในการปฏิบัติในเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพร้อมที่จะนำไปปฏิบัติได้ในการปฏิบัติงานจริง

สรุปได้ว่า ประเภทของการฝึกอบรม เป็นรูปแบบวิธีการฝึกอบรม กระบวนการฝึกอบรม ที่มีการปฏิบัติในห้องเรียนโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ ที่ยึดผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นศูนย์กลาง และมีวิทยากรประจำกลุ่มที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะและ เจตคติให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ช่วยพัฒนาให้เกิดการนำหลักการและกระบวนการที่ต้องการพัฒนาไปสู่การปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพได้ดี ทั้งในส่วนของบุคลากรและหน่วยงาน

4. หลักการฝึกอบรม

Bader และ Bloom (1994) ได้เสนอแนวคิดการจัดฝึกอบรมให้เกิดผลสำเร็จว่าควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดการฝึกอบรมและติดตาม (Defining training follow through) โดยเริ่มตั้งแต่ก่อน ระหว่างและหลังการฝึกอบรม เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจว่าการฝึกอบรมนั้นเป็นประโยชน์สูงสุด เป็นการสร้างสภาวะที่ช่วยกลั่นกรองและกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติงาน

2. สร้างมุมมองให้กว้างไกล (The boarder view) โดยการพิจารณาถึง

2.1 ความชัดเจนของเป้าหมายองค์กร

2.2 การปรับปรุงค่านิยมขององค์กร

2.3 งบประมาณสำหรับการฝึกอบรมที่เพียงพอ

2.4 การตรวจสอบผลของการอบรม

2.5 บรรยากาศของการเรียนรู้ในองค์กร (Learning environment)

เป็นการสร้างพันธมิตรความผูกพันให้กับสมาชิก การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การยอมรับสิ่งใหม่ การยอมรับการเปลี่ยนแปลง

2.6 อุปสรรค (Obstacle) ซึ่งได้แก่ แรงจูงใจ เวลา ทักษะของการจัดการใช้เวลาและการขาดการสนับสนุนจากแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ

3. ผู้มีส่วนร่วมในการฝึกอบรม ได้แก่

3.1 ผู้จัดการฝึกอบรมที่ได้มาจากภายในและภายนอกองค์กร

3.2 คณะวิทยากรฝึกอบรมที่ได้มาจากภายในและภายนอกองค์กร

3.3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับแรงจูงใจและการมีส่วนร่วม

4. การสร้างพันธะการติดตาม (The commitment to follow-through)

เป็นกระบวนการติดตามสร้างเสริมแรงจูงใจ สนับสนุน ส่งเสริม ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและตรวจสอบผลของการฝึกอบรมในภาวะต่าง ๆ

Vella (1995) ได้เสนอหลักการของการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับการฝึกอบรมไว้ 12 ข้อ ดังนี้

1. การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ต้องส่งผลต่อผู้เรียนทางด้านความรู้ เจตคติ ค่านิยม การรับรู้และรูปแบบพฤติกรรม

2. บุคคลควรจะต้องมีความเชื่อมั่นในความรู้ที่ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าความรู้ที่นำเสนอโดยผู้อื่น

3. การเรียนรู้จะได้ผลหากเป็นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติมากกว่าเป็นผู้รับ

4. การเรียนรู้ในลักษณะองค์รวมทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนรู้ด้วยการแยกส่วน
5. การเปลี่ยนแปลงความคิด เจตคติ และรูปแบบพฤติกรรมของบุคคลนั้น จำเป็นจะต้องอาศัยข้อมูลและปัจจัยอื่น ๆ ประกอบ
6. การสร้างสรรค์ความรู้ที่จำเป็นจะต้องอาศัยประสบการณ์ที่หลากหลายมากกว่าประสบการณ์เพียงครั้งเดียว
7. พฤติกรรมของบุคคลจะเปลี่ยนแปลงเพียงชั่วคราวเท่านั้นถ้าหากความคิด และเจตคติเกี่ยวกับสิ่งนั้นยังไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลง
8. การรับรู้ของบุคคลและสิ่งแวดล้อมทางสังคมควรจะได้รับ การเปลี่ยนแปลงก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงความคิด เจตคติและพฤติกรรมของบุคคล
9. การส่งเสริม สนับสนุน การยอมรับและการเอาใจใส่ทางด้านสิ่งแวดล้อมทางสังคม เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลมีอิสระที่จะเลือกรับหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม เจตคติ และความคิด
10. การเปลี่ยนแปลงของบุคคลทางด้านพฤติกรรม เจตคติ และความคิดจะเป็นไปอย่างถาวรถ้าหากบุคคลได้รับการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมทางบุคคลและสังคม
11. การเปลี่ยนแปลงความคิด เจตคติ และพฤติกรรมของบุคคลจะทำได้ง่าย เมื่อบุคคลยอมรับการเป็นสมาชิกในกลุ่ม การอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นด้วยการโต้แย้งหรือเห็นด้วยที่เกิดขึ้นในกลุ่มจะช่วยทำให้เกิดพันธะ ความผูกพันการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในบุคคลและภายในกลุ่ม
12. บุคคลจะยอมรับระบบความคิดใหม่ เจตคติ และรูปแบบพฤติกรรมก็เมื่อบุคคลยอมรับการเป็นสมาชิกใหม่ของกลุ่ม ซึ่งกลุ่มใหม่นี้จะสร้างการยอมรับ การให้ความหมายและให้ความคาดหวังกับพฤติกรรมที่เหมาะสมและให้ความช่วยเหลือในการเรียนรู้บุคคลจะเป็นส่วนหนึ่งของสังคม โดยการยอมรับโดยบรรทัดฐานทางสังคมของกลุ่มที่ตนเองสังกัด
- นอกจากนี้ Vella ได้เสนอหลักการพื้นฐานในการจัดการฝึกอบรมเพื่อให้ผู้ใหญ่เรียนรู้ได้ดีนั้นมี 12 ประการ คือ

1. วิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Need assessment)
2. สร้างบรรยากาศแห่งความปลอดภัย (Safety) ซึ่งได้แก่
 - 2.1 ความไว้วางใจในสมรรถภาพของโปรแกรมและผู้ฝึกอบรม
 - 2.2 ความเชื่อมั่นในความเป็นไปได้ของจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.3 การยินยอมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น

2.4 ความเชื่อมั่นในผลลัพธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ง่าย ชัดเจน

และมีความสัมพันธ์กับงานที่ทำ

2.5 เชื่อมมั่นในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

3. มิตรสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้ฝึกอบรมกับผู้เรียน ทางด้านการเรียนรู้และการพัฒนาบุคคล ด้วยวิธีการแสวงหาและความกระตือรือร้น

4. ให้ความสนใจอย่างระมัดระวังต่อการจัดลำดับเนื้อหา เพื่อการเรียนรู้และการเสริมแรงที่เหมาะสม ทั้งโปรแกรมการเรียนรู้ทางด้านความรู้ ทักษะและเจตคติอย่างหลากหลาย มีความสัมพันธ์กันและมีความน่าสนใจ

5. สร้างการปฏิบัติการและมีผลสะท้อนกลับ (Praxis) ที่รวมอยู่ด้วยกันภายในเป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ (Learning by doing) เพื่อให้เกิดความรู้ ทักษะและเจตคติ ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ได้แก่ การกระทำ การสะท้อนกลับ การตัดสินใจ การเปลี่ยนแปลงและการปฏิบัติสิ่งใหม่

6. การยอมรับผู้เรียนในฐานะสิ่งที่ต้องเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ให้เกิดการตัดสินใจ ยึดผู้เข้ารับการอบรมเป็นสำคัญ วิทยากรเป็นผู้อำนวยการความสะดวก

7. ยึดมั่นการพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านความรู้หรือความคิด เจตคติหรือความรู้สึกร่วมกันและทักษะต่าง ๆ หรือการกระทำ

8. สร้างการเรียนรู้อย่างฉับพลัน เกิดประโยชน์ทั้งทางด้านความรู้ เจตคติและทักษะ

9. สร้างบทบาทที่ชัดเจน (Clear roles) และบทบาทของการพัฒนาทั้งด้านการสื่อสารระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับวิทยากร

10. การเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำงานเป็นกลุ่ม (Teamwork) โดยจัดให้เป็นกลุ่มเล็กจำนวนหลายกลุ่ม เพื่อให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เกิดความรู้สึกร่วมกันเป็นลักษณะเพื่อนช่วยเพื่อน

11. ความผูกพันระหว่างผู้เรียนกับสิ่งที่เรียน (Engagement) ทั้งภาวการณ์เรียนรู้ ทำให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความผูกพัน

12. สามารถประเมินและตรวจสอบได้ (Accountability) เป็นการสร้างความชัดเจนว่าสิ่งที่จัดให้เกิดการเรียนรู้ มีทักษะที่ได้รับการพัฒนาและอื่น ๆ อย่างชัดเจน

สรุปได้ว่า หลักการฝึกอบรมที่ดีควรประกอบด้วย การตอบสนองกับความต้องการของบุคลากรและองค์กร การสร้างบรรยากาศของการอบรมควรมีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้ให้การอบรมกับผู้รับการอบรม เน้นกระบวนการเรียนรู้ การลงมือปฏิบัติ การทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การสะท้อนผลการอบรม และมีกระบวนการประเมินผลที่เป็นระบบสามารถตรวจสอบได้

5. การประเมินผลการฝึกอบรม

ในการประเมินโครงการฝึกอบรมมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้
(นิรชรา ทองธรรมชาติ, 2544)

1. ตรวจสอบว่าการฝึกอบรมสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดหรือไม่
2. ค้นหาข้อดีและข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขของการฝึกอบรม
3. ตรวจสอบความคุ้มค่าของโครงการฝึกอบรม
4. วินิจฉัยว่าผู้เข้ารับการอบรมทั้งในระดับบุคคลและกลุ่มที่ได้รับประโยชน์มากน้อย

เพียงใด

5. รวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการฝึกอบรมในอนาคต

การประเมินผลการฝึกอบรมสามารถดำเนินการใน 3 ระยะ คือ (จงกลณี ชูติมาเวรินทร์, 2544 ; นิรชรา ทองธรรมชาติ, 2544)

1. การประเมินก่อนการอบรม เป็นการประเมินเพื่อวางแผนการฝึกอบรม เพื่อให้ได้ข้อมูลมาประกอบการวางแผนโครงการและออกแบบหลักสูตร

2. การประเมินระหว่างการฝึกอบรม ได้แก่ การประเมินกระบวนการอบรม เทคนิค และวิธีการสอน รวมทั้งเนื้อหาว่าเหมาะสมสอดคล้องและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ สามารถประเมินได้ 2 ลักษณะ

- 2.1 การประเมินปฏิกิริยาตอบกลับจากผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่ามีความพึงพอใจ การอบรมเพียงใด เห็นคุณค่าของการฝึกอบรมหรือไม่ โดยดูจากปฏิกิริยาหรือข้อมูลย้อนกลับอื่น ๆ ทั้งเป็นทางการและไม่เป็นทางการ

- 2.2 การประเมินการเรียนรู้ โดยดูหรือวัดจากระดับการเรียนรู้ 6 ระดับว่า มีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการประยุกต์ ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในการสังเคราะห์ และความสามารถในการประเมินว่ามากน้อยเพียงใด โดยเปรียบเทียบจากแบบทดสอบก่อน หลังการฝึกอบรม

3. การประเมินหลังการอบรม เป็นการประเมิน 2 ลักษณะ

- 3.1 ประเมินพฤติกรรม เป็นการประเมินเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทำงาน โดยการสังเกตการณ์ในพื้นที่หรือใช้แบบสอบถาม

- 3.2 ประเมินผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลกระทบจากการฝึกอบรมที่มีต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งจะบอกระดับความสำเร็จในการอบรมว่ามีมากน้อยเพียงใด เป็นข้อมูลสำคัญในการแก้ไขและปรับปรุงหลักสูตร

ชูชัย สมितिไกร (2554) ได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินโครงการฝึกอบรมไว้ 4 ประเภท ได้แก่

1. ปฏิกริยาตอบสนอง (Reaction) เป็นการประเมินความรู้สึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อโครงการฝึกอบรม เพื่อวัดว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมพอใจหรือไม่กับประสบการณ์จากกิจกรรมการฝึกอบรม โดยอาจครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา วิทยากร วิธีการอบรม เอกสารประกอบการฝึกอบรมและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของการฝึกอบรม ซึ่งจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องการประเมินไว้ตั้งแต่ในขั้นการออกแบบโครงการฝึกอบรม และนำสิ่งที่ต้องการประเมินบรรจุลงในแบบประเมินผล

2. การเรียนรู้ เป็นเกณฑ์ที่บ่งชี้ว่าผู้เข้าอบรมมีความรู้ ซึ่งเป็นการวัดความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ วิธีการและกระบวนการทำงาน ด้านการวัดทักษะ เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะเพิ่มขึ้นหรือไม่ โดยให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะนั้นออกมา และผู้ฝึกอบรมจะคอยสังเกตและให้คะแนน หรือประเมินทัศนคติว่าเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นกว่าเดิมหรือไม่

3. พฤติกรรม เป็นการประเมินว่าพฤติกรรมการทำงานของผู้เข้ารับการอบรมมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ ภายหลังจากการฝึกอบรม ซึ่งสามารถทำการประเมินอย่างเป็นระบบทั้งก่อนและหลังการฝึกอบรม ควรเก็บข้อมูลจากกลุ่มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีการวิเคราะห์ทางสถิติ และควรมีกฎเกณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกอบรมเพื่อเปรียบเทียบ

4. ผลต่อองค์กร เป็นการประเมินผลการฝึกอบรมที่มีต่อการดำเนินการขององค์กร เพื่อตรวจสอบว่า การฝึกอบรมก่อให้เกิดผลอย่างไรต่อการดำเนินการขององค์กร เพื่อตรวจสอบว่าทักษะหรือความรู้ใดที่อยู่ในหลักสูตรมีผลด้านบวกต่อองค์กรมากที่สุด ผลที่ได้รับได้เกิดขึ้นในหลายส่วน หรือเพียงบางส่วนขององค์กร

สรุปได้ว่า การประเมินการฝึกอบรมเป็นการตรวจสอบว่า การจัดการฝึกอบรมบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ เป็นการตรวจสอบความคุ้มค่าของการจัดการฝึกอบรม ข้อดี ข้อบกพร่อง และประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรมของผู้เข้าอบรม ทั้งนี้การประเมินสามารถทำได้ทั้งก่อนการฝึกอบรม ระหว่างการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม โดยที่เกณฑ์การประเมินต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้สึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ด้านความรู้ พฤติกรรมการทำงานตลอดจนการส่งผลกระทบต่อองค์กร

6. รูปแบบในการพัฒนาการฝึกอบรมครู

หลักสูตรฝึกอบรมเป็นขอบเขตสาระวิชาและวิธีดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมในแต่ละโครงการ ลักษณะของหลักสูตรฝึกอบรมประกอบด้วยหัวข้อวิชาที่เกี่ยวข้องกัน อาจมีหลายสาระวิชาหรือสาระวิชาเดียวกันได้ โดยนักวิชาการแต่ละท่านมีแนวคิดในการพัฒนาระบบการฝึกอบรมเสนอไว้เป็นรูปแบบดังนี้

Milano และ Ullius (1998) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรม โดยใช้แนวคิดการพัฒนาการฝึกอบรมแบบลำดับขั้น (Sequential iterative model) หรือ SIM ซึ่งประกอบด้วยลำดับขั้น ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ (Goal and objectives) เป็นขั้นตอนการประเมินความต้องการขององค์กร มี 6 ขั้นตอน คือ

1.1 หาความต้องการที่จะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

1.2 วิเคราะห์ลักษณะผู้เข้าฝึกอบรมโดยรวม

1.3 ศึกษาองค์ประกอบของการจัดการฝึกอบรม

1.4 หาแหล่งเรียนรู้และข้อมูล

1.5 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

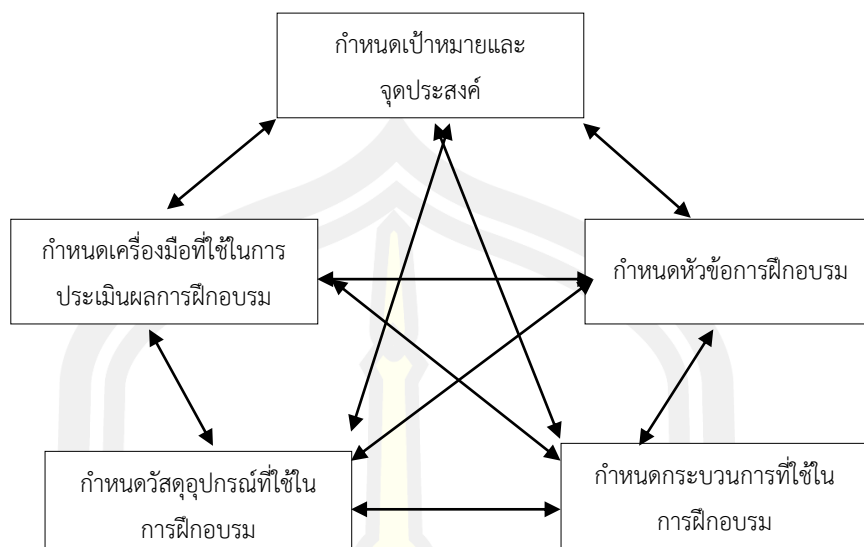
1.6 ศึกษาความเป็นไปได้และส่วนสนับสนุนในการจัดการฝึกอบรม

2. กำหนดหัวข้อในการฝึกอบรม (Key Topic) เป็นขั้นตอนของการกำหนดเนื้อหาและสิ่งที่ต้องการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ เพื่อให้การฝึกอบรมประสบความสำเร็จและบรรลุเป้าหมาย ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องเขียนโครงร่างหลักสูตรฝึกอบรมไว้ก่อน

3. กำหนดกระบวนการที่ใช้ในการฝึกอบรม (Training flow) เป็นการกำหนดขั้นตอนและลำดับของกิจกรรมในการฝึกอบรม ซึ่งกิจกรรมที่กำหนดขึ้นสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม เพื่อให้การฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ

4. กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม (Training materials) เป็นการกำหนดวัสดุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็น รวมทั้งสิ่งที่จะช่วยเสริมในการจัดการฝึกอบรม

5. กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการฝึกอบรม (Evaluation tool) ซึ่งเครื่องมือที่กำหนดในการประเมินการฝึกอบรมจะต้องสามารถประเมินได้ตามจุดประสงค์ตามแนวทางของ Krik Patrick 4 อย่าง คือ ประเมินปฏิกิริยาผู้เข้ารับการฝึกอบรม การเรียนรู้ พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงและผลที่ได้รับรูปแบบของแนวคิดในการพัฒนาการฝึกอบรมแบบ SIM ของ Milano และ Ullius (1998) ดังแสดงภาพประกอบ 7



ที่มา : Milano and Ullius (1998)

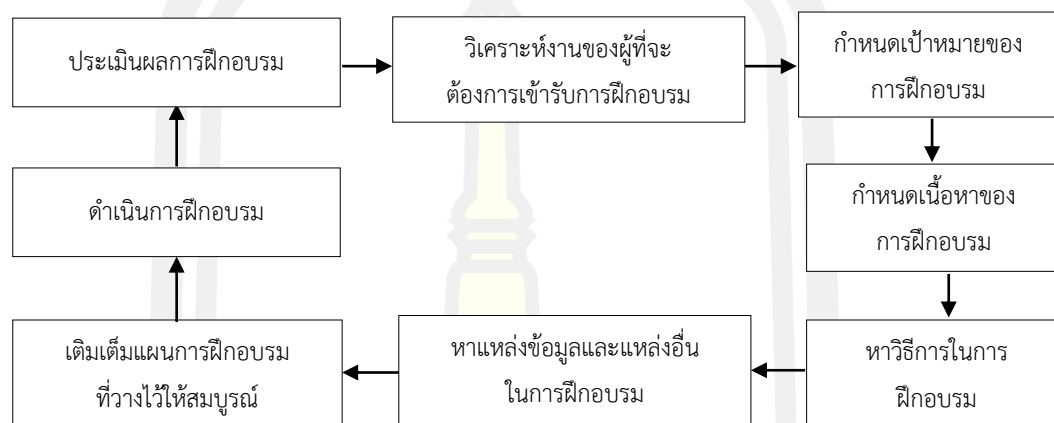
ภาพประกอบ 7 รูปแบบการพัฒนาการฝึกอบรมแบบ SIM

บีบี มอทเทต์ และโรช (Beebe, Mottet and Roach, 2004) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนากระบวนการฝึกอบรม โดยใช้ความต้องการของผู้เข้าอบรมเป็นสำคัญดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์งานของผู้ที่จะต้องการเข้ารับการฝึกอบรม (Analyze the training task) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งใดที่เราต้องการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกระทำ หรือเกิดทักษะอย่างไรบ้างที่ต้องการให้เกิดในการฝึกอบรม รวมถึงกำหนดลำดับขั้นในการฝึกอบรม
2. กำหนดเป้าหมายของการฝึกอบรม (Develop training objectives) หลังจากวิเคราะห์งานของผู้เข้ารับการอบรมแล้วจะทำให้สามารถกำหนดเป้าหมายของการฝึกอบรมได้
3. กำหนดเนื้อหาของการฝึกอบรม (Organize training content) เป็นขั้นตอนของการร่างเนื้อหาของการฝึกอบรมตามเป้าหมายของการฝึกอบรม
4. ทหาวิธีการในการฝึกอบรม (Determine training method) โดยการหากระบวนการในการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป้าหมาย และความต้องการของการฝึกอบรม
5. หาแหล่งข้อมูลและแหล่งอื่นในการฝึกอบรม (Select training resource) เป็นการหาแหล่งของข้อมูล แหล่งสื่อ ที่จะทำให้การฝึกอบรมสมบูรณ์ที่สุด
6. เติมเต็มแผนการฝึกอบรมที่วางไว้ให้สมบูรณ์ (Complete training plans) ทบทวนแผนงานที่ได้กำหนดไว้และเพิ่มเติมในสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้การฝึกอบรมมีประสิทธิภาพมากที่สุด

7. ดำเนินการฝึกอบรม (Deliver training) จัดการฝึกอบรมตามแผนที่วางไว้
อย่างมีประสิทธิภาพ

8. ประเมินผลการฝึกอบรม (Assess the training process) เมื่อการฝึกอบรม
เสร็จสิ้นกระบวนการฝึกอบรมยังไม่ยุติตาม แต่จะต้องมีการประเมินผล ทั้งกระบวนการ ความรู้สึกของ
ผู้เข้าอบรม การนำเอาผลการฝึกอบรมไปใช้และผลที่ได้ต่อหน่วยงาน



ที่มา : Beebe, Mottet and Roach (2004)

ภาพประกอบ 8 แนวคิดการพัฒนาระบวนการฝึกอบรม ของ บีบี มอทเทต์ และโรช

Rose (1964) ได้เสนอรูปแบบการฝึกอบรมในรูปแบบของโครงการฝึกอบรม
โดยเสนอแนะว่า การฝึกอบรมจะต้องดำเนินไปอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาทักษะที่ต้องการ โดยสำรวจประเภทและระดับของทักษะที่
เลือกจากการวิเคราะห์พื้นฐานของงานที่ปฏิบัติในด้านทักษะ ความรู้ และเจตคติที่ต้องการขณะนั้น
และในอนาคต

ขั้นที่ 2 พิจารณาทรัพยากรบุคคล โดยสำรวจความแตกต่างของบุคลากรจากการ
แสดงออกและความสามารถที่มีอยู่จากดัชนีบ่งชี้ต่อไปนี้คือ

1. ความรู้ความสามารถและเจตคติตรงกับการฝึกอบรมและประสบการณ์ที่
จัดให้

2. จากผลการทดสอบ ผลการทำงานและหัวหน้างานบ่งชี้ว่า ต้องเข้ารับการ
ฝึกอบรม

ขั้นที่ 3 พิจารณาความต้องการฝึกอบรม โดยการตัดสินใจเลือกประเภทและ
ระดับที่ต้องการพัฒนาความสามารถด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติด้วยการฝึกอบรม ให้สอดคล้องกับ

ทักษะปฏิบัติในการทำงาน โดยพิจารณาถึงความแตกต่างและความถี่ในการใช้ความสามารถระหว่าง
ทำงานและคุณภาพที่ได้จากความแตกต่างของบุคลากรที่เข้ารับการฝึกอบรม

ขั้นที่ 4 การพิจารณาทรัพยากรการฝึกอบรม โดยสำรวจความแตกต่างและ
รวมถึงความจำเป็นของทรัพยากรดังนี้ คือ

1. ความคุ้มค่าและเครื่องมือที่ใช้
2. ผู้สอนและผู้ควบคุม การฝึกอบรม
3. วัสดุที่ใช้ในการฝึกอบรม เช่น ตำรา การวิเคราะห์งาน เครื่องช่วยฝึก

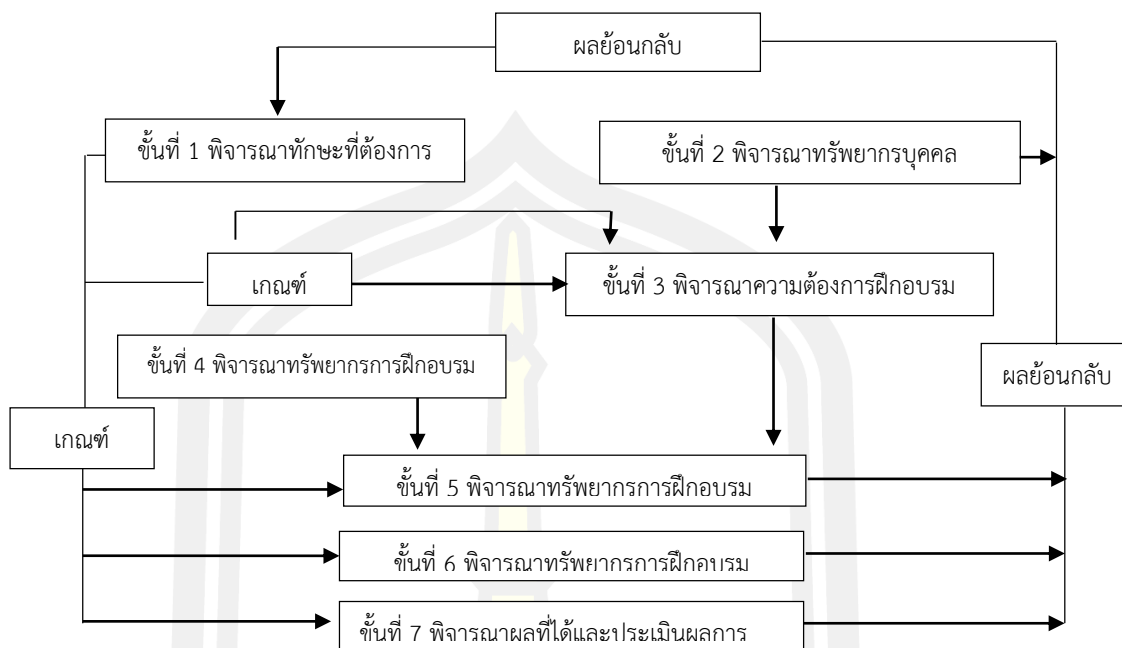
แบบทดสอบ ใบความรู้ ใบงาน แบบเรียนโปรแกรม

ขั้นที่ 5 เลือกแผนการจัดการเรียนรู้ พิจารณาหลักสูตร เนื้อหาวิชาที่เรียน
และแผนการเรียน โดยพัฒนาพิมพ์เขียวและเครื่องช่วยฝึกในการฝึกอบรมตามความแตกต่างของ
บุคลากรและตรงกับสิ่งที่ต้องการเสริมสร้าง ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานว่าขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้
ต้องตอบสนองวัตถุประสงค์และกิจกรรมในการฝึกอบรม

ขั้นที่ 6 กำหนดวิธีการสอนและการประเมินผล โดยควบคุมให้การฝึกอบรม
พัฒนาในสิ่งที่ต้องการส่งเสริม ปรับปรุงกิจกรรมการฝึกอบรมให้ดีขึ้น เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอน
ดำเนินการตามแผนและนำแผนทั้งหมดไปใช้ให้เกิดผลพัฒนาผู้เรียนที่แตกต่างกัน รวมทั้งการประเมิน
ความคงที่ของวิธีการที่เป็นผลจากการใช้แผนและการคงซึ่งทรัพยากรที่เลือกไว้ตามความต้องการและ
ปรับปรุงที่พบในขั้นตอนการตรวจสอบวิธีการและการตัดสินใจดำเนินงานตามความจำเป็น

ขั้นที่ 7 พิจารณาผลที่ได้และผลการประเมินการสอน โดยประเมินสิ่งที่ผู้เรียน
เปลี่ยนแปลงไป ว่าตรงกับความต้องการที่เป็นทักษะมาตรฐานในการทำงานหรือไม่ รวมทั้งสิ่งที่
ไม่ต้องการและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมโดยตรง ด้วยการวัดผลทักษะปฏิบัติงาน
ในหน้าที่จากรูปแบบโครงการฝึกอบรมดังกล่าวมีความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 9



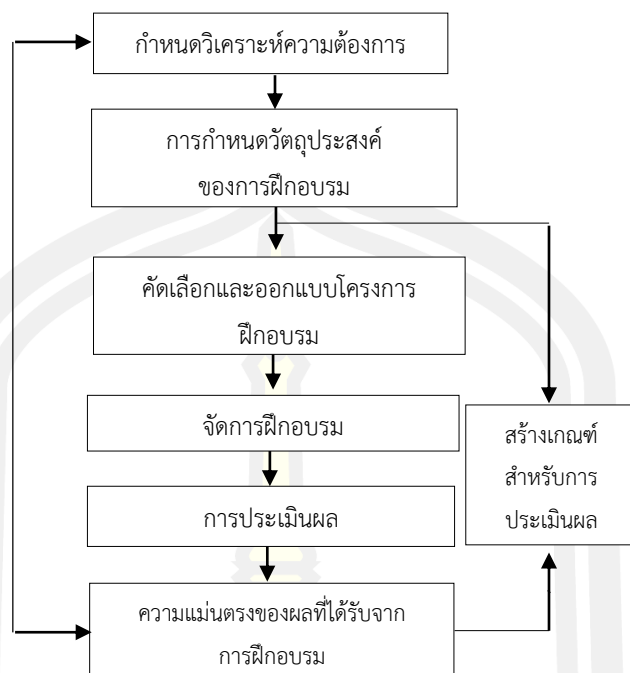


ที่มา : Rose (2005)

ภาพประกอบ 9 รูปแบบการพัฒนาการฝึกอบรม ของ Rose

ซูซีย์ สมितिไกร (2554) ได้เสนอรูปแบบการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ เน้นถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องภายในระบบ โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

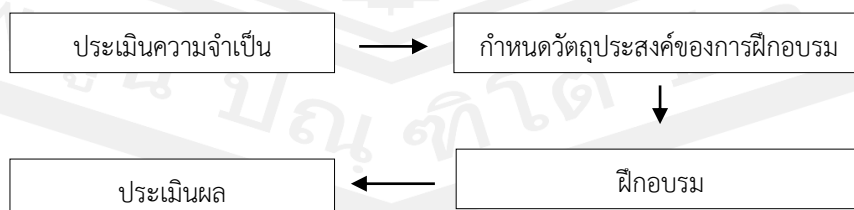
1. การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรม
2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม
3. คัดเลือกและออกแบบโครงการฝึกอบรม
4. สร้างเกณฑ์สำหรับการประเมิน
5. จัดการฝึกอบรม
6. การประเมินผลการฝึกอบรม



ที่มา : ชูชัย สมितिไกร (2554)

ภาพประกอบ 10 รูปแบบการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ ของ ชูชัย สมितिไกร

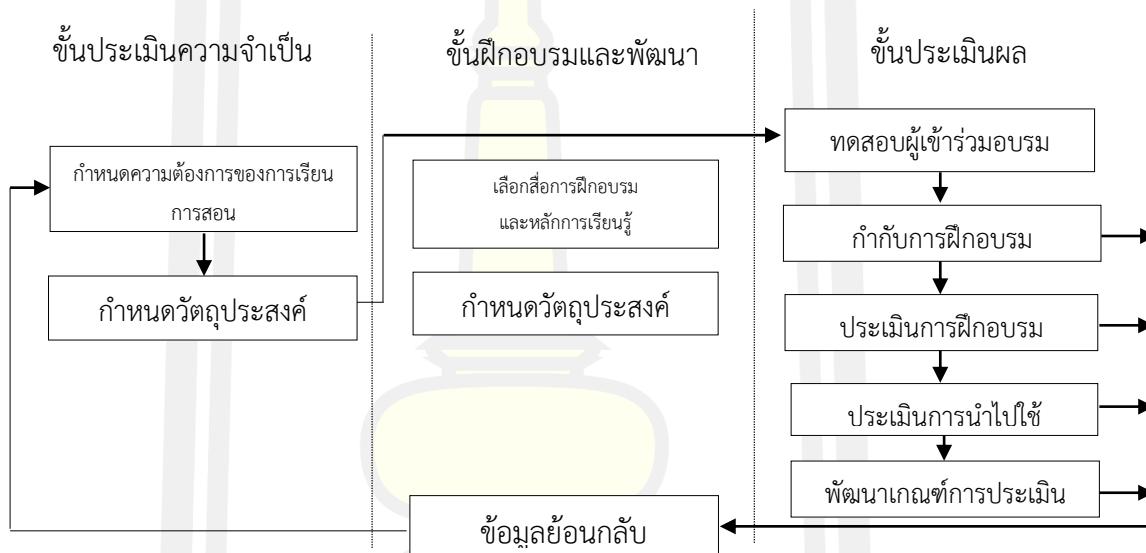
Dessler (1988) เสนอว่าแบบจำลองโดยทั่วไปของการฝึกอบรมจะมีกระบวนการหลัก ๆ ที่สำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นประเมินความจำเป็น (Assessment) เพื่อศึกษาปัญหาว่าจำเป็นต้องแก้ไขด้วยการฝึกอบรมหรือต้องการพัฒนาด้วยการฝึกอบรม ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์การฝึกอบรม (Set training objective) จะต้องกำหนดให้เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้ หรือวัดได้ ขั้นฝึกอบรม (Training) ต้องประกอบด้วยเทคนิคการฝึกอบรมที่เหมาะสมและมีโปรแกรมการดำเนินงานประกอบและขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินปฏิบัติการเรียนรู้พฤติกรรมหรือผลที่เกิดขึ้น



ที่มา : Dessler (1988)

ภาพประกอบ 11 แบบจำลองระบบการฝึกอบรมตามแนวคิดของ Dessler

Cascio (1986) ได้เสนอว่า กระบวนการพัฒนาแบบจำลองการฝึกอบรม โดยทั่วไป (General systems model of the training and development process) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นประเมินความจำเป็น (Assessment phase) เพื่อกำหนดความต้องการในการเรียนการสอน และกำหนดวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรม 2) ขั้นฝึกอบรมและพัฒนา (Training and development phase) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาเลือกสื่อ การฝึกอบรมและหลักการเรียนรู้ และวางแผนดำเนินการฝึกอบรมที่ตรงกับความต้องการ ต้องพัฒนาเกณฑ์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการตรวจสอบความรู้ขั้นต้นของผู้เข้ารับการอบรม กำกับกับการฝึกอบรม และ 3) ประเมินผลการฝึกอบรม และการนำความรู้ไปใช้โดยแต่ละขั้นมีวิธีการดำเนินงานที่สอดคล้องกัน



ที่มา : Cascio (1986)

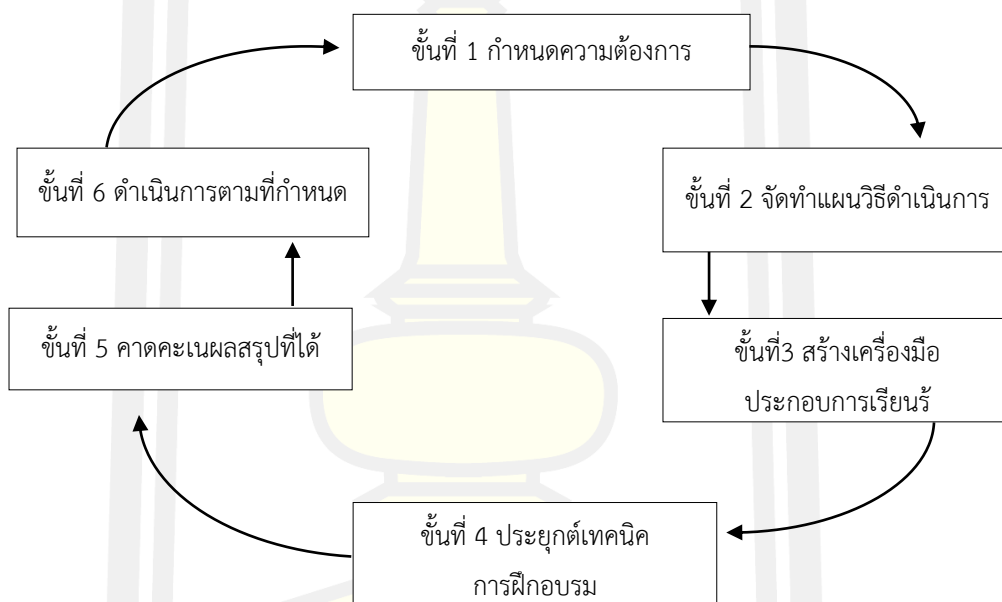
ภาพประกอบ 12 แบบจำลองระบบการฝึกอบรมตามแนวคิดของ Cascio

Chang (1995) เสนอว่า ระบบการฝึกอบรมประกอบด้วยกระบวนการสำคัญ 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นสรุปได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดความต้องการฝึกอบรม (Identify training needs) โดยการตัดสินใจว่า จะอบรมอย่างไรจึงจะปรับปรุงทักษะการปฏิบัติงาน และเป้าหมายที่เกิดจากการฝึกอบรม

ขั้นที่ 2 จัดทำแผนวิธีดำเนินการ (Map the approach) เลือกวิธีการฝึกอบรมจากวิธีการที่ดีที่สุด เพื่อผลการฝึกอบรมเป็นไปตามเป้าหมาย และการปรับปรุงทักษะการปฏิบัติงาน

- ขั้นที่ 3 สร้างเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ (Produce leaning tools)
สร้างเครื่องมือการอบรมทั้งหมดและส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการฝึกอบรม เช่น วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือโสตทัศน เครื่องช่วยฝึกปฏิบัติงาน
- ขั้นที่ 4 ประยุกต์เทคนิคการฝึกอบรม (Apply training techniques) ออกแบบการฝึกอบรมที่มั่นใจว่าจะประสบผลสำเร็จเมื่อสิ้นสุดกระบวนการ
- ขั้นที่ 5 คาคคคะเนผลที่ได้ (Calculate measurable results) ตรวจสอบการฝึกอบรม ความสำเร็จของกิจกรรมการฝึกในการเสริมสร้างทักษะปฏิบัติ และออกแบบการฝึกใหม่
- ขั้นที่ 6 ดำเนินการตามที่กำหนด (Track ongoing follow-through) จัดกิจกรรมตามที่วางแผนไว้อย่างเป็นระบบ



ที่มา : Chang (1995)

ภาพประกอบ 13 แบบจำลอง The High-IMPACT Training Model

รูปแบบการฝึกอบรมในแต่ละแนวคิดนั้นมีกระบวนการฝึกอบรมที่เหมือนกันอยู่ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นกิจกรรมก่อนการฝึกอบรม (Pre-implementation) ซึ่งครอบคลุมถึงกิจกรรมทุกกิจกรรมที่ต้องเตรียมการล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการฝึกอบรม เช่น การประเมินความจำเป็น การวิเคราะห์งาน การออกแบบหลักสูตร การเตรียมการเพื่อทดลองฝึกอบรม

ขั้นตอนที่สอง เป็นกิจกรรมระหว่างการฝึกอบรม (During implementation) รวมไปถึงกิจกรรมทางด้านวิชาการ เทคนิคการฝึกอบรม การจัดบันทึกผลการดำเนินการ และขั้นตอนสุดท้าย

เป็นกิจกรรมหลังการฝึกอบรม (Post-implementation) ครอบคลุมขั้นตอนที่จำเป็น ได้แก่ การจัดทำรายงานหลังเสร็จสิ้นการอบรม การติดตามผลภายหลังการอบรม การทบทวนเพื่อการปรับปรุง และการวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมสำหรับการฝึกอบรม การดำเนินการจัดอบรมต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นกำหนดการอบรม เนื้อหา กิจกรรม และสื่อสำหรับการอบรม รวมทั้งบุคลากรที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้การประเมินผลทั้งก่อนระหว่างและหลังการฝึกอบรมเป็นอีกองค์ประกอบที่ช่วยให้ข้อมูล สำหรับการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการฝึกอบรมทั้งในระหว่างการดำเนินการและการฝึกอบรมในโอกาสต่อไป

ตาราง 9 สรุปรูปแบบและขั้นตอนในการฝึกอบรม

| นักการศึกษา | รูปแบบและขั้นตอนในการฝึกอบรม |
|-------------------------------|---|
| Milano และ Ullius (1998) | <ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ (Goal and objectives) 2. กำหนดหัวข้อในการฝึกอบรม (Key topic) 3. กำหนดกระบวนการที่ใช้ในการฝึกอบรม (Training flow) 4. กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม (Training materials) 5. กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการฝึกอบรม (Evaluation tool) |
| Rose (2005) | <ol style="list-style-type: none"> 1. พิจารณาทักษะที่ต้องการ 2. พิจารณาทรัพยากรบุคคล 3. พิจารณาความต้องการฝึกอบรม 4. การพิจารณาทรัพยากรการฝึกอบรม 5. เลือกแผนการจัดการเรียนรู้ 6. กำหนดวิธีการสอนและการประเมินผล 7. พิจารณาผลที่ได้และผลการประเมินการสอน |
| Beebe Mottet and Roach (2004) | <ol style="list-style-type: none"> 1. วิเคราะห์งานของผู้ที่ต้องการเข้ารับการฝึกอบรม 2. กำหนดเป้าหมายของการฝึกอบรม 3. กำหนดเนื้อหาของการฝึกอบรม 4. หาวิธีการในการฝึกอบรม 5. หาแหล่งข้อมูลและแหล่งอื่นในการฝึกอบรม 6. เติมเต็มแผนการฝึกอบรมที่วางไว้ให้สมบูรณ์ 7. ดำเนินการฝึกอบรม 8. ประเมินผลการฝึกอบรม |

ตาราง 9 (ต่อ)

| นักการศึกษา | รูปแบบและขั้นตอนในการฝึกอบรม |
|------------------------|--|
| Dessler (1988) | <ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นประเมินความจำเป็น (Assessment) 2. ชั้นกำหนดวัตถุประสงค์การฝึกอบรม (Set training objective) 3. ชั้นฝึกอบรม (Training) 4. ชั้นประเมินผล (Evaluation) |
| Cascio (1986) | <ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นประเมินความจำเป็น กำหนดความต้องการในการเรียนการสอน และกำหนดวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรม 2. ชั้นฝึกอบรมและพัฒนา 3. ประเมินผลการฝึกอบรมและการนำความรู้ไปใช้ |
| Chang (1995) | <ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดความต้องการ 2. จัดทำแผนวิธีดำเนินการ 3. สร้างเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ 4. ประยุกต์เทคนิค การฝึกอบรม 5. คาดคะเนผลสรุปที่ได้ 6. ดำเนินการตามที่กำหนด |
| ชูชัย สมิทธิไกร (2558) | <ol style="list-style-type: none"> 1. การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในการฝึกอบรม 2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม 3. คัดเลือกและออกแบบโครงการฝึกอบรม 4. สร้างเกณฑ์สำหรับการประเมิน 5. จัดการฝึกอบรม 6. การประเมินผลการฝึกอบรม |

จากตาราง สรุปได้ว่า การฝึกอบรมเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบให้แก่บุคคล เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญในการพัฒนาองค์กร ซึ่งสมาชิกในองค์กรเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวขององค์กร โดยมีรูปแบบและขั้นตอนในการฝึกอบรมที่หลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การอบรม สามารถสังเคราะห์รูปแบบและขั้นตอนในการฝึกอบรม ได้ดังนี้ 1) กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ โดยศึกษาวิเคราะห์สภาพปัญหา ความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม 2) การออกแบบการฝึกอบรม เป็นการวางแผนและออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการที่ใช้ในการฝึกอบรม วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล เนื้อหาของการฝึกอบรม แหล่งข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ประกอบการฝึกอบรม 3) การดำเนินการฝึกอบรม ดำเนินการฝึกอบรมตามแผนที่วางไว้ โดยมีการควบคุมให้การฝึกอบรมเป็นไปตามที่กำหนด เพื่อให้เกิดผลดีต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมและเกิดประสิทธิภาพในการฝึกอบรม ตามขั้นตอนของกิจกรรม ดังนี้ 3.1) ขั้นเตรียมความพร้อม 3.2) ขั้นเรียนรู้ 3.3) ขั้นนำเสนอ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 3.4) ขั้นสรุปและประเมินผล เป็นการประเมินทั้งก่อนการฝึกอบรม ระหว่างการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม โดยประเมินหลากหลายรูปแบบ เพื่อตรวจสอบผลการดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่อย่างไร ซึ่งผลจากการประเมินที่ได้จะนำไปประกอบการพิจารณาการดำเนินงานในขณะที่ดำเนินการอยู่และในการดำเนินงานครั้งต่อไป โดยมีการสะท้อนผลการฝึกอบรม เพื่อใช้ในการประเมินผลการฝึกอบรมว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้หรือไม่อย่างไร

สรุปได้ว่า การฝึกอบรม เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญในการพัฒนาบุคคลในองค์กร เป็นกระบวนการเรียนการสอนในระยะสั้น ๆ ที่มีการถ่ายทอดเนื้อหา กิจกรรม และประสบการณ์ อย่างเป็นระบบให้แก่บุคคล เป้าหมายสำคัญของการฝึกอบรมคือ เป็นการให้ความรู้ เสริมสร้างทักษะ และปรับทัศนคติตามความจำเป็นที่สอดคล้องกับภาระหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรม บุคคลที่ได้รับการฝึกอบรมมาอย่างดีเยี่ยมเป็นหลักประกันต่อความมั่นคงและความเจริญก้าวหน้าขององค์กรนั้น การฝึกอบรมจึงเป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ต่อการส่งเสริมและพัฒนาองค์กร ช่วยให้ผู้เรียนหรือบุคลากรสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การเรียนรู้ของผู้ใหญ่

ในการพัฒนาหลักสูตรให้มีคุณภาพนั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การใช้หลักการเรียนรู้ที่เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะครูดังที่ Decenzo (1999) ได้กล่าวว่า ในการพัฒนาหลักสูตรจำเป็นจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ชัดเจนและถูกต้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ จิตวิทยาสำหรับการเรียนรู้เป็นหลักการสำคัญเพื่อใช้ในการฝึกอบรมให้เกิดประสิทธิผลของนักพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สำหรับการพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ได้ยึดหลักการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่เป็นฐานสำคัญในการพัฒนาหลักสูตร โดยนำมาใช้ในการออกแบบการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) Knowles (1975) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ให้เป็นระบบที่ชัดเจนขึ้น ทฤษฎี Andragogy ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อที่ว่าผู้ใหญ่แต่ละคนเป็นผู้ซึ่งมีวุฒิภาวะที่สมบูรณ์ มีความต้องการและความสามารถที่จะเป็นผู้ชี้แนะตนเอง

ในการใช้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ ในการระบุมุมมองที่เรียนของตนเอง ซึ่ง Knowles ได้ศึกษาและสรุปพื้นฐานของทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. ความต้องการและความสนใจ (Need and Interests) ผู้ใหญ่จะถูกชักจูงให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีถ้าหากว่าการเรียนรู้นั้นตรงกับความต้องการและความสนใจในประสบการณ์ที่ผ่านมา และจะเกิดความพึงพอใจ เพราะฉะนั้นควรจะมีการเริ่มต้นชักจูงอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมทั้งหลายเพื่อให้ผู้ใหญ่เกิดการเรียนรู้ที่ดี

2. สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตผู้ใหญ่ (Life situations) การเรียนรู้ของผู้ใหญ่ จะได้ดีถ้าหากถือเอาตัวผู้ใหญ่เป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน (Life-centered) ดังนั้นการจัดหน่วยการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ควรยึดถือเอาสถานการณ์ทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับชีวิตผู้ใหญ่เป็นสำคัญในการจัดการเรียนการสอน

3. การวิเคราะห์ประสบการณ์ (Analysis of experience) เนื่องจากประสบการณ์ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณค่ามากที่สุดสำหรับผู้ใหญ่ ดังนั้นหลักสำคัญการศึกษาผู้ใหญ่คือ การวิเคราะห์ ประสบการณ์ของผู้ใหญ่แต่ละคนอย่างละเอียดว่ามีส่วนไหนของประสบการณ์ที่จะนำมาใช้ในการเรียน การสอนได้บ้าง แล้วจึงหาทางนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

4. ผู้ใหญ่ต้องการเป็นผู้นำตนเอง (Self directing) ความต้องการที่อยู่ในส่วนลึกของผู้ใหญ่ก็คือ การมีความรู้สึกต้องการที่จะสามารถนำตนเองได้ เพราะฉะนั้นบทบาทของครูจึงอยู่ใน กระบวนการสืบหาหรือค้นหาคำตอบร่วมกันกับผู้เรียน (Mutual inquiry) มากกว่าการทำหน้าที่ ส่งผ่านหรือเป็นสื่อสำหรับความรู้ แล้วทำหน้าที่ประเมินผลว่าผู้เรียนคล้อยตามหรือไม่เพียงเท่านั้น

5. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual difference) ความแตกต่างระหว่างบุคคล จะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละบุคคลเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น เพราะฉะนั้นการสอนนักศึกษาผู้ใหญ่ จะต้องมีการจัดเตรียมการในด้านนี้อย่างดีพอ เช่น รูปแบบของการเรียนการสอน (Style) เวลาที่ได้ ทำการสอน สถานที่สอน และประการสำคัญคือความสามารถในการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของผู้ใหญ่ ย่อมเป็นไปตามความสามารถของผู้ใหญ่แต่ละคน (Pace of learning)

Stone (2013) ได้กล่าวถึง หลักการเรียนรู้ที่จำเป็นจะต้องนำมาใช้ในการออกแบบพัฒนา หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะที่สำคัญ มี 10 ประการ คือ

1. ความสนใจ ความสนใจเป็นภาวะที่จิตใจของบุคคลจดจ่อและปรารถนาที่จะรู้สิ่งใด สิ่งหนึ่ง เพื่อนำไปบำบัดความต้องการตามลำดับ ดังนั้นการออกแบบหลักสูตร ผู้ดำเนินการจะต้อง กำหนด วัตถุประสงค์ เนื้อหา สื่อต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เข้าร่วมอบรม

2. ความต้องการ ความต้องการเป็นสภาวะที่บุคคลยังขาดหรือยังไม่มีสิ่งใดสิ่งหนึ่งและ มีความต้องการที่จะมีหรือให้ได้มาในสิ่งเหล่านั้น ซึ่งความต้องการมีหลายระดับ ดังนั้นการที่บุคคล พยายามจะชวนชวายให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ตนขาดจะเป็นแรงผลักดันให้บุคคลมีการปรับปรุงและ

เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมภายในตนเองอย่างไม่หยุดยั้ง จนกว่าจะได้รับในสิ่งที่ตนเองปรารถนา ในการออกแบบหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะจำเป็นต้องกำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหาและวิธีการให้สนองต่อความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อเขามีความต้องการที่จะเข้าร่วมการฝึกอบรมนั้น

3. ความพร้อม ความพร้อมเป็นสภาวะที่บุคคลอยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเป็นพื้นฐานของทักษะและความรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้จากสิ่งที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับอายุ ประสบการณ์ สติปัญญา เป็นต้น ผู้เข้าร่วมอบรมจะเรียนรู้ได้ดีก็ต่อเมื่อเขามีความพร้อมที่จะเข้าร่วมอบรมอย่างเต็มที่ ดังนั้น หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะจึงควรมีความเหมาะสมกับความพร้อมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้มากที่สุด

4. การจูงใจ คือ การดำเนินการให้เกิดแรงจูงใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นเรื่องของการที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความกระตือรือร้นอยากที่จะเรียนรู้ การเรียนรู้จะเกิดแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมไม่ได้ถ้าขาดแรงจูงใจ แต่ในทางตรงกันข้ามการเรียนรู้จะเกิดประสิทธิผลมากเมื่อผู้เรียนมีแรงจูงใจสูง ซึ่งมีหลากหลายวิธีที่จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีแรงจูงใจเพิ่มขึ้น การจูงใจจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับหลักสูตรฝึกอบรม เพราะเป็นการโน้มน้าวจูงใจเพื่อให้เกิดความปรารถนา ความต้องการที่จะเรียนรู้ ซึ่งการจูงใจในการฝึกอบรมนั้นสามารถดำเนินการได้อย่าง เช่น การจัดบรรยากาศให้ส่งเสริมการเรียนรู้ การเลือกสื่อวัสดุอุปกรณ์ การกำหนดเนื้อหาที่น่าสนใจ การเลือกวิธีฝึกอบรมที่น่าสนใจ เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวคอยกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา

5. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความแตกต่างระหว่างบุคคลจะมีผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ของบุคคล บุคคลจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของความรู้ ประสบการณ์ อายุ ความถนัด เป็นผลให้เกิดการเรียนรู้ไม่เท่ากัน ผู้ใหญ่มักจะเรียนรู้เมื่อประสบกับปัญหา ดังนั้น การฝึกอบรมจะต้องออกแบบกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลในการออกแบบหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะจะต้องคำนึงถึงกิจกรรมที่จัดขึ้นอย่างหลากหลาย เพื่อสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น มีการเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรม การเปลี่ยนบทบาทผู้นำและผู้ตาม ความเหมาะสมของช่วงเวลา เป็นต้น

6. การเสริมแรง คือ การดำเนินการเพื่อให้บุคคลเกิดการปฏิบัติพฤติกรรมการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความต้องการ มีหลักการสำคัญคือ เมื่อได้รางวัลแล้วพฤติกรรมนั้นจะทำซ้ำอีกในทางตรงกันข้ามถ้าไม่ให้รางวัลหรือถูกลงโทษพฤติกรรมนั้นจะหายไป ดังนั้นในการฝึกอบรมเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานและมีพฤติกรรมเป็นไปตามความต้องการจะต้องได้รับการเสริมแรงทันที ซึ่งวิธีการเสริมแรงจะต้องกำหนดวิธีการไว้หลากหลาย เพื่อให้เกิดการบีบบังคับให้ผู้เรียนมีการตอบสนองสิ่งที่เรียนมากขึ้น เช่น การทดสอบ การให้คะแนน การตั้งเกณฑ์การผ่าน

การจำกัดเวลาให้เสร็จทัน เป็นต้น ซึ่งกติกาเหล่านี้ไม่ควรมีการบังคับมากเกินไป นอกจากนี้ เมื่อผู้เข้าอบรมสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมจะต้องได้รับรางวัลอย่างใดอย่างหนึ่งทันที ในการฝึกอบรมจึงควรมีการกำหนดการเสริมแรงไว้หลากหลายวิธี โดยเน้นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นการสร้างความเชื่อมั่นและส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมในทางบวกแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เป็นอย่างดี

7. ข้อมูลย้อนกลับ หรือการรู้ผลการเรียนบุคคลจะเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับของการปฏิบัติงานทั้งในทางบวกและทางลบ ผู้ดำเนินการฝึกอบรมจะต้องให้ข้อมูลผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับทราบผลการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ ทำให้มีการปรับปรุงตนเองอย่างต่อเนื่องได้ด้วยตนเอง ในการเรียนรู้ที่จะมีประสิทธิผลนั้นผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความจำเป็นที่ต้องได้รับข้อมูลย้อนกลับหรือการรู้ผลการเรียนรู้ ในขณะที่เขากำลังปฏิบัติงาน นอกจากนี้แล้วข้อมูลย้อนกลับยังมีความจำเป็นสำหรับเพื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีการปรับปรุงการปฏิบัติงานไปสู่จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรมที่วางไว้ ในการวางแผนของผู้ดำเนินการฝึกอบรมจะต้องมีการวางแผนกำหนดไว้ล่วงหน้าว่า จะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวนเท่าไร ช่วงใด ยกตัวอย่าง เช่น ช่วงแรกของการฝึกอบรม ผู้ดำเนินการฝึกอบรมจะต้องกำหนดการให้การยกย่องสรรเสริญ ชมเชย เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีการปรับปรุงงานให้ดีขึ้น ดังนั้นจึงต้องดำเนินการให้ข้อมูลย้อนกลับทางบวกตลอดการฝึกอบรม ช่วงสุดท้ายของการฝึกอบรม ผู้ดำเนินการฝึกอบรมควรจะแนะนำผู้เข้ารับการฝึกอบรมรับทราบวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานด้วยตนเอง แทนการได้รับการประเมินผลจากคนอื่น ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำผลการฝึกอบรมกลับไปใช้ปฏิบัติงานจริงได้อย่างถูกต้องได้ ซึ่งโดยสรุป ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วขึ้น เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับของการปฏิบัติงานทั้งในทางบวกและทางลบ การรู้ผลการเรียนรู้ ในขณะที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกำลังปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับ จะทำให้กระบวนการเรียนรู้ น่าสนใจยิ่งขึ้นสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

8. การจดจำสิ่งที่เรียน การจดจำสิ่งที่เรียนเป็นสภาวะของสมอง สติปัญญาในการจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนได้เห็นได้รู้มา ซึ่งวิธีการที่จะทำให้ผู้ใหญ่จำได้นานและได้ตื้นนั้น คือ การทำซ้ำ ทำบ่อย ๆ ทบทวน มีคู่มือให้จดบันทึก เป็นต้น ดังนั้นการออกแบบหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะ จำเป็นจะต้องจัดทำเอกสารสรุปความคิดรวบยอดในแต่ละบทเรียน หรือจัดทำเป็นคู่มือปฏิบัติงาน เพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ใช้ทบทวนและนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานจริง ในการฝึกอบรมที่ดีจำเป็นที่จะต้องมีการสรุปความคิดรวบยอดในแต่ละบทเรียน หรือจัดทำเป็นคู่มือปฏิบัติงาน เพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ใช้ทบทวน หรือนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานจริง

9. การฝึกปฏิบัติและการทำซ้ำ การเรียนรู้จะมีประสิทธิผลเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีโอกาสอย่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานซ้ำ ดังนั้นการฝึกอบรมจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการปฏิบัติให้ได้ฝึกทำซ้ำจำนวนมากพอ การฝึกปฏิบัติหรือทักษะจริงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ชัดเจนและคงทน ซึ่งในการออกแบบหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะ การฝึกปฏิบัติจริงควรจะแยกเป็นสองส่วน คือ ถ้างานธรรมดาจะฝึกปฏิบัติจริงทั้งหมด แต่ถ้าเป็นงานที่ละเอียดซับซ้อนจะวิเคราะห์รายละเอียดนำมาฝึกปฏิบัติเฉพาะบางส่วนที่สำคัญ ๆ นอกจากนี้แล้ววิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความเข้าใจกระจ่างแจ่มแจ้งเกิดความแม่นยำ ทำให้เกิดผลดีในการเรียนรู้ยิ่งขึ้นในการสอนกับผู้ใหญ่มักจะต้องใช้การทบทวนบทเรียนซ้ำ ๆ ดังนั้นการออกแบบหลักสูตรจำเป็นจะต้องมีแบบฝึกปฏิบัติในแต่ละเรื่อง ภายหลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีไปแล้ว นอกจากนี้ก่อนขึ้นบทเรียนใหม่จะต้องมีกิจกรรมทบทวนบทเรียนเดิมก่อน เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้เก่าให้เกิดความสัมพันธ์กันต่อเนื่องตามลำดับกันไป ซึ่งสรุปได้ว่า การฝึกปฏิบัติและการทำซ้ำเป็นการทบทวนบทเรียนให้ผู้เรียน ดังนั้นในการฝึกอบรม ผู้ดำเนินการฝึกอบรมจะต้องเลือกใช้วิธีการที่ทันสมัย เหมาะสม และต้องวิเคราะห์ว่า การฝึกนั้นควรจะแยกฝึกหรือฝึกเป็นกลุ่ม เพื่อการฝึกปฏิบัติจริงแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม เช่น ถ้าเป็นงานที่ยากซับซ้อนให้เวลาเรียนรู้มากจะต้องแบ่งเฉพาะส่วนไปฝึกดีกว่าที่จะใช้การฝึกแบบรวม เป็นต้น

10. การถ่ายโอนการฝึกอบรม การถ่ายโอนการฝึกอบรมเป็นการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการฝึกอบรมไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพราะจุดมุ่งหมายสูงสุดหรือขั้นสุดท้ายของการฝึกอบรม คือ การปรับปรุงการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งต้องเกิดการถ่ายโอนการฝึกอบรม สามารถเกิดได้ 3 ประการ คือ

10.1 การถ่ายโอนทางบวก เกิดจากเมื่อข้อมูลที่เกิดจากการเรียนรู้ในการฝึกอบรมส่งผลโดยตรงต่อการปฏิบัติงาน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติงานได้จริง

10.2 การถ่ายโอนทางลบจะเกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่ผู้รับการฝึกอบรมเรียนรู้ไปแล้วจากการฝึกอบรมขัดแย้งกับการปฏิบัติงาน

10.3 ไม่เกิดการถ่ายโอน จะเกิดขึ้นเมื่อการฝึกอบรมไม่มีผลในทางบวกและลบกับการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการฝึกอบรมจะต้องมีการส่งเสริมให้มีการถ่ายโอนในทางบวก ผู้ดำเนินการจะต้องพยายามที่จะพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมที่ส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้ทักษะที่จำเป็นอันประกอบด้วยความรู้ ทักษะ ความสามารถและเจตคติให้สอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานจริงได้

สมภพ ปราบณรงค์ (2535) ได้สรุปหลักการการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ตามแนวความคิดของลินด์แมน (Lindeman) ไว้ดังนี้ คือ

1. ผู้ใหญ่อยากจะเรียนก็ต่อเมื่อเขามีความต้องการและความสนใจที่จะเรียนและการเรียนรู้นั้นจะช่วยให้เขาพึงพอใจ ดังนั้นความต้องการและความสนใจที่จะเรียนของผู้ใหญ่จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่จะต้องพิจารณาสำหรับการจัดกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ของผู้ใหญ่
 2. ความสนใจหรือแนวโน้มในการเรียนรู้ของผู้ใหญ่นั้นจะมุ่งไปที่การถือเอาชีวิตประจำวันเป็นศูนย์กลาง (Life-centered) ในการเรียนรู้
 3. ถือว่าประสบการณ์แห่งชีวิตของผู้ใหญ่นั้น นับเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่ามากที่สุดสำหรับการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ดังนั้น วิธีการเรียนรู้เบื้องต้นก็คือวิธีการวิเคราะห์และค้นหาความจริงจากประสบการณ์
 4. ผู้ใหญ่มีความต้องการเป็นอย่างมากที่จะชี้นำตนเองมากกว่าที่จะให้บุคคลอื่นชี้นำ
 5. ผู้ใหญ่ยิ่งอายุมากขึ้นเพียงใดก็ยิ่งมีความแตกต่างระหว่างบุคคลมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย
- จากทฤษฎีการเรียนรู้ผู้ใหญ่ จิตวิทยาการเรียนรู้และหลักการเรียนรู้ผู้ใหญ่ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการออกแบบพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะ สรุปได้ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจ แรงจูงใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละคนนั้นจะมีลักษณะเป็นแรงจูงใจภายใน เกิดขึ้นเพราะความต้องการของบุคคลที่จะเรียนรู้และความประสงค์ที่จะเป็นผู้ที่ชี้นำตนเองได้ ดังนั้นผู้จัดการฝึกอบรมจึงควรที่จะทำหน้าที่เป็นผู้สร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นกันเองไม่เคร่งครัดมากนัก เพื่อสนองต่อความต้องการภายในของผู้เข้ารับการอบรม
2. การนำประสบการณ์มาใช้ เมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับการแนะนำในเรื่องความรู้ ทักษะ และเจตคติแล้ว ผู้ให้การฝึกอบรมควรที่จะรู้จักชักจูงเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ประสบการณ์ที่มีคุณค่าของผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมควรถูกนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การให้การสนับสนุน การที่บุคคลจะสามารถชี้นำตนเองได้นั้น บางครั้งต้องอาศัยการสนับสนุนจากผู้อื่น ไม่ว่าจะเป็นผู้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยกันหรือผู้ให้การฝึกอบรม ฉะนั้นบทบาทของผู้จัดการฝึกอบรมจึงควรเตรียมการสนับสนุนผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการสนับสนุนด้วยตนเองหรือให้กลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรมช่วยสนับสนุน
4. การประสานสัมพันธ์ ผู้ใหญ่ถือว่าเป็นผู้ที่มีวุฒิภาวะสูง มีประสบการณ์สูง และมีความประสงค์ที่จะเลือกการเรียนรู้ของตนเอง สาเหตุนี้ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เป็นผู้ใหญ่ไม่ชอบให้วิทยากรเข้ามาควบคุมและมีอำนาจเหนือสถานการณ์การเรียนรู้ของตนเองมากเกินไป ดังนั้นผู้ให้การฝึกอบรมควรที่จะจัดการฝึกอบรมที่มีลักษณะเป็นการประสานสัมพันธ์ให้ความร่วมมือทั้งสองฝ่าย ไม่ให้มีอำนาจต่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดมากเกินไป

5. การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ของผู้ใหญ่เป็นเรื่องที่ค่อนข้างละเอียดอ่อน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจะต้องมีลักษณะที่ผู้เรียนรู้สึกปราศจากความหวาดระแวง โดยเฉพาะต่อหน้าผู้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมควรจัดบรรยากาศฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมรู้สึกต้องการมีส่วนร่วมหรือแสดงออกด้วยตนเองปราศจากการบังคับจากผู้จัดการฝึกอบรม

6. การนำเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาใช้ ผู้จัดการฝึกอบรม ควรพึงระลึกเสมอว่าเนื้อหา ความรู้ ทักษะและเจตคติที่จะให้ในการฝึกอบรมควรที่จะเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ไม่ว่าจะเป็ชีวิตการทำงานหรือชีวิตประจำวัน การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ควรจัดกิจกรรม ในลักษณะที่สัมพันธ์กับความเป็นจริงมาเป็นเนื้อหาในการฝึกอบรม

7. การฝึกการแก้ปัญหา เนื้อหาและวิธีการของการฝึกอบรมที่เหมาะสม ควรที่จะนำไปสู่การฝึกการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น หรือคาดว่าจะเกิดขึ้นในการทำงานหรือชีวิตประจำวันของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ดังนั้นผู้จัดการฝึกอบรมควรที่จะนำประสบการณ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมมาใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยการเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การแก้ปัญหาต่าง ๆ

8. การมีส่วนร่วม ผู้จัดการฝึกอบรมควรเปิดโอกาสให้ผู้รับการฝึกอบรมได้มีส่วนร่วม ในกิจกรรมต่าง ๆ มากที่สุด เพื่อแต่ละคนได้มีโอกาสใช้ประสบการณ์ของผู้อื่น ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเข้าใจซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการขยายความสนใจเกิดการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ ได้มากขึ้น ที่สำคัญสามารถพัฒนาและเปลี่ยนแปลงทัศนคติเข้าใจตนเองและผู้อื่นมากขึ้นด้วย

เทคนิคในการสอนผู้ใหญ่

ในการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ ผู้ใหญ่จะเรียนรู้ได้ดี มี 12 ประการ (Knowles, 1975) ดังนี้

1. มีความเข้าใจและเห็นด้วยกับจุดมุ่งหมายของวิชาที่เรียน นั่นคือถ้าต้องการให้ผู้ใหญ่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว เขาควรจะได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของวิชานั้น โดยที่เขาต้องมองเห็นภาพโดยรวมได้อย่างชัดเจน และทิศทางที่จะดำเนินไปในการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีความสำคัญในการอธิบายถึงรายละเอียดของวิชา เป้าหมายที่แจ่มชัดให้ผู้เรียนได้รับทราบในการพบกันครั้งแรก นอกจากนั้นถ้าหากว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อยู่แล้ว เขาก็จะมีส่วนร่วมในการตั้งเป้าหมายเฉพาะของการเรียนวิชานั้น ๆ ผู้เรียนย่อมจะเกิดความมั่นใจว่าการสอนเป็นไปในทิศทางที่เขาต้องการทราบ การอภิปรายปัญหาทั้งหลายในตอนต้นวิชาจะช่วยให้แลเห็นเป้าหมายเฉพาะเจาะจง และมีความหมายต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้นด้วย

2. มีความต้องการที่จะเรียนรู้ นักการศึกษาผู้ใหญ่มักจะคาดคะเนว่า ผู้เรียนส่วนมากมาเข้าเรียนด้วยความต้องการที่จะเรียน เนื่องจากว่าโดยทั่ว ๆ ไปแล้วเขามักจะเข้ามาด้วยความสมัครใจ อย่างไรก็ตามในบางครั้งครูที่สอนผู้ใหญ่ก็อาจจะต้องเผชิญกับการให้กำลังใจ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนด้วย ความต้องการนี้ต้องเกิดจากความรู้สึกที่ตัวเองมีความสามารถที่จะบรรลุความสำเร็จได้ โดยการได้รับความเห็นใจและเข้าใจจากครูผู้สอน

3. บรรยากาศในการเรียนการสอนและสถานการณ์ของการเรียนรู้ควรเป็นกันเอง เนื่องจากการมีปฏิสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม เป็นแหล่งของการเรียนรู้ที่มีความสำคัญยิ่ง ผู้สอนควรมีความรับผิดชอบในการสร้างบรรยากาศ และอำนวยความสะดวกสำหรับอภิปรายในกลุ่ม ทักษะคติ การยอมรับ และความเคารพยกย่อง จะเป็นบุคลิกภาพที่สำคัญของครูผู้สอนในการสร้างบรรยากาศ เป็นกันเอง นอกจากนั้นแล้วครูผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกันได้ โดยการให้ผู้เรียนแนะนำตัวกันเอง และให้อธิบายรายละเอียดย่อ ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์และความสนใจ ถ้าหากผู้สอนแสดงบทบาทของตัวเองในฐานะผู้เรียนมากกว่าความเป็นผู้สอนแล้ว เขาย่อมจะได้รับความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

4. สภาพการณ์ทางกายภาพทั่ว ๆ ไป ควรเป็นที่พึงพอใจสำหรับผู้เรียน ได้แก่ การจัดโต๊ะ เก้าอี้ และเครื่องมือเครื่องใช้ ควรจะได้รับการพิจารณาเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความสุขสบาย ตามที่ผู้เรียนต้องการมีความสัมพันธ์กับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้สมาชิกได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันโดยเสรีแล้ว ผู้เรียนควรหันหน้าเขาหากันเพื่อจะได้อภิปรายอย่างเต็มที่

5. ผู้เรียนควรจะได้มีส่วนร่วมในการเรียน และความรับผิดชอบต่อกระบวนการเรียนรู้เพราะว่าวิธีการที่ดีที่สุดในการเรียนรู้คือการกระทำถ้าหากผู้เรียนได้กระทำบางอย่างหรือ พูดแสดงความคิดเห็นบางอย่างก็ย่อมจะดีกว่าการที่เพียงแต่นั่งเฝ้ามองดูคนอื่น ๆ หรือนั่งฟังคนอื่น ๆ พูดเฉย ๆ เท่านั้น โดยทั่วไปนั้นผู้เรียนที่กระตือรือร้นและมีชีวิตชีวาจะเรียนรู้ได้มากกว่าผู้เรียนจะเรียนได้มากขึ้น ถ้าหากเขารู้สึกว่าตัวเองต้องมีความรับผิดชอบต่อกระบวนการภายในกลุ่มด้วยเหตุนี้ ผู้สอนที่ฉลาดควรจะใช้วิธีการหลาย ๆ ด้านเกี่ยวกับกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มที่สามารถจัดดำเนินการได้ด้วยตัวเองจะได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้มากกว่ากลุ่มที่ต้องอาศัยครูผู้สอน

6. การเรียนรู้ควรจะมีสัมพันธภาพเกี่ยวข้องและใช้ประสบการณ์ของผู้เรียนให้เป็นประโยชน์ในการเสนอแนวความคิดและความรู้นั้น ถ้าหากมีความหมายต่อผู้เรียนแล้ว ผู้สอนควรจะได้ปรับให้เข้ากับประสบการณ์ของผู้เรียนทั้งหลายด้วย ผู้ใหญ่โดยทั่ว ๆ ไปนั้นเรียนโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิม หรือด้วยการโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ยังไม่รู้ไปหาสิ่งที่รู้แล้ว นอกจากนั้นประสบการณ์ของผู้เรียนที่เสนอต่อชั้นเรียน นับว่าเป็นแหล่งของความรู้ที่มีคุณค่ามาก สมาชิกของชั้นเรียนผู้ใหญ่ผู้นั้นมักจะมีประสบการณ์ที่มีคุณค่าแตกต่างกันออกไปที่จะทำให้ทุก ๆ คนได้รับประโยชน์ร่วมกันด้วย

7. ครูผู้สอนควรจะต้องรู้เนื้อหาวิชาที่ตนสอนเป็นอย่างดี ถ้าหากครูจะช่วยแนะนำแนวทางการเรียนการสอนให้ได้ผลดี เขาจะต้องมีความรู้ในวิชาที่สอนอย่างเชี่ยวชาญ ต้องรู้ถึงเอกสารและตำราทางวิชาการในสาขานั้นอย่างดี เพื่อจะได้ช่วยแนะนำแหล่งความรู้ให้แก่ผู้เรียนที่จะได้ค้นคว้าต่อไป รวมทั้งจะได้จัดการเรียนการสอนให้ดำเนินไปอย่างเหมาะสมด้วย

8. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นเกี่ยวกับวิชาที่สอน และการสอนวิชานั้น ๆ ด้วย โดยที่ความกระตือรือร้นนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้อีกด้วย ครูที่แสดงให้เห็นชัดเจนว่าตัวเองมีความกระตือรือร้นและพึงพอใจในการสอนจะมีผลทำให้นักเรียนเป็นผู้กระตือรือร้นและเอาใจใส่ในการเรียนด้วย ความกระตือรือร้นนั้นนับว่าเป็นแรงจูงใจสำคัญที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนรู้

9. ผู้เรียนควรได้เรียนรู้ไปตามระดับความสามารถของตนเนื่องจากในชั้นเรียนของผู้ใหญ่นั้นมีความแตกต่างในด้านของประสบการณ์ศึกษาความถนัดทางการเรียน ความสนใจและความสามารถอย่างมากมาย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอน จึงควรจะได้คิดถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในแง่ต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว สำหรับผู้เรียนที่เรียนได้เร็วก็อาจจะกระตุ้นให้เรียนด้วยความก้าวหน้า เช่น ให้เรียนโดยโครงการเฉพาะตัว ส่วนผู้ที่เรียนช้าก็ควรได้รับความมั่นใจว่าการเรียนของผู้ใหญ่ไม่ใช่การเรียนเพื่อแข่งขันกันกับคนอื่น ๆ แต่ว่าเป็นการพัฒนาเพื่อความก้าวหน้าของตัวเอง

10. วิธีการสอนที่ใช้กับผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ควรแตกต่างและแปรผันกันไปในแต่ละโอกาสหรือสถานการณ์ของการสอน ครูสามารถเลือกใช้วิธีการสอนได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสม ตัวอย่างเช่น การสอนถึงปัญหาเกี่ยวกับที่อยู่อาศัย หรือบ้านพักในชุมชนใดชุมชนหนึ่ง ครูผู้สอนอาจจะใช้วิธีการบรรยายเกี่ยวกับเรื่องราวเหล่านั้น ประกอบกับการฉายภาพยนตร์ การอภิปรายปัญหาต่าง ๆ จากสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งการจัดทัศนศึกษาประกอบ ครูที่ดีและมีความชำนาญการสอนจะสามารถเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ให้เป็นไปตามสถานการณ์และความต้องการของผู้เรียน เพราะว่าการทำเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมตลอดเวลา และเป็นไปตามความแตกต่างของบุคคลด้วย

11. ครูผู้สอนควรมีความรู้สึกทางด้านการเจริญงอกงามนับว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อทัศนคติของครูที่เขาควรยอมรับว่าประสบการณ์ในด้านการสอนนั้น ช่วยทำให้เขามีโอกาสในการพัฒนาตัวเอง ถ้าหากครูคิดว่าตัวเองเป็นเสมือนผู้เรียนคนหนึ่งด้วยแล้วปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อผู้เรียนจะเป็นการกระตุ้นได้มากกว่า การที่เขามีความคิดว่าตัวเองมีความรู้ดีที่สุดในอกจากนั้นแล้วทัศนคติของครูยังเป็นพลังที่เข้มแข็งในการชี้ถึงบรรยากาศของกลุ่ม และทัศนคติของผู้เรียนด้วย

12. ครูผู้สอนควรมีแผนงานที่ยืดหยุ่นได้ เกี่ยวกับการสอนซึ่งจะช่วยให้ทั้งครูและผู้เรียนได้มีแนวความคิดที่เด่นชัดว่าเขากำลังทำอะไรอยู่ และจะทำอะไรต่อไป ถ้าหากสามารถเปลี่ยนแปลงการสอนได้ โดยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มที่ตกลงร่วมกัน ซึ่งไม่ควรกำหนดจะไม่ตายตัว และแผนการสอนนั้น ๆ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่ ชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรฝึกอบรมจะประสบผลสำเร็จและเกิดประสิทธิผลต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมนั้นจะต้องนำหลักของการเรียนรู้ผู้ใหญ่มาเป็นหลักการสำคัญเพื่อใช้ในการฝึกอบรม ซึ่งในการจัดฝึกอบรมที่จะให้เกิดประสิทธิผล

มากที่สุด รูปแบบการดำเนินการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมจะต้องมีการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจ และชี้ให้เห็นความสำคัญของการพัฒนาวิชาชีพครูและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เข้าอบรมเกิดความกระตือรือร้นในการฝึกอบรม โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน และปฏิบัติเป็นรายบุคคลตามความสนใจที่สอดคล้องกับประสบการณ์และภาระงานที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกำลังปฏิบัติอยู่ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำไปพัฒนางานของตนเองได้ มีกิจกรรมการนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมอบรม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่และหลักการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่มาเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามแนวคิดที่ Knowles (1975) ได้เสนอไว้ ได้แก่ ความต้องการและความสนใจ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตผู้ใหญ่โดยการวิเคราะห์จากประสบการณ์ ความต้องการเป็นผู้นำตนเอง ตลอดจนการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยกำหนดในขั้นตอนการฝึกอบรม 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparing) วิทยากรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจผู้เข้าอบรม โดยใช้กิจกรรม เกม การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบและทบทวนความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะฝึกอบรม อภิปราย แสดงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่
2. ขั้นเรียนรู้ (Action learning) วิทยากรให้ความรู้ โดยให้ผู้เข้าอบรมทำความเข้าใจ ในประเด็นเนื้อหาสาระที่เรียนรู้ ลงมือฝึกปฏิบัติกิจกรรมตามหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยการออกแบบและวางแผนการดำเนินกิจกรรม ตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ การทำกิจกรรมแบบนำตนเอง
3. ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน (Sharing & Reflecting) ผู้เข้าอบรมร่วมอภิปราย นำเสนอผลที่ได้จากการทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิดในประเด็นที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม
4. ขั้นสรุปและประเมินผล (Conclusion & Evaluation) ผู้เข้าอบรมตรวจสอบและสร้างความรู้ โดยเปรียบเทียบความคิดเริ่มต้นกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน สรุปเป็นความรู้สำหรับตนเอง และวิทยากรประเมินผลงานหลังเรียนเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ, อลิศรา ชูชาติ และปรีชาญ เดชศรี (2554) ได้ทำการวิจัย การพัฒนากลยุทธ์การพัฒนาครูพี่เลี้ยงวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักการเรียนรู้เป็นทีม เพื่อเสริมสร้าง สมรรถนะในการปฏิบัติงานในโรงเรียนมัธยมศึกษา ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1. กลยุทธ์การพัฒนา ครูพี่เลี้ยงวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักการเรียนรู้เป็นที่พัฒนาขึ้นมี 2 องค์ประกอบ 1) หลักการของ กลยุทธ์คือ การเรียนรู้ การปฏิบัติงานและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกันระหว่างครูพี่เลี้ยงที่มี ศักยภาพสูงกับครูวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสัมพันธ์กับการสร้างสัมพันธ์ภาพ บรรยากาศ และ ความตระหนักในการพัฒนาวิชาชีพโดยมีการกำหนดเป้าหมายการทำงาน การวางแผนการเรียนรู้ ร่วมกัน รวมทั้งติดตามการปฏิบัติงานด้านการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) กลยุทธ์ การพัฒนาครูพี่เลี้ยง ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์หลัก คือ กลยุทธ์ที่ 1 การคัดเลือกครูพี่เลี้ยงโดยกลยุทธ์ การมีส่วนร่วมระหว่างผู้บริหารสถานศึกษา หัวหน้างานวิชาการและครูวิทยาศาสตร์ กลยุทธ์ที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะครูพี่เลี้ยงตามหลักการเรียนรู้เป็นทีมประกอบด้วย 4 กลยุทธ์ย่อย (1) การศึกษา ด้วยตนเอง (2) การอบรมเชิงปฏิบัติการ (3) การฝึกปฏิบัติงาน (4) ประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และกลยุทธ์ที่ 3 การกำกับและติดตามการปฏิบัติงานครูพี่เลี้ยง โดยเน้นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ระหว่างครูพี่เลี้ยงและระหว่างครูพี่เลี้ยงกับครูวิทยาศาสตร์ด้านการวางแผน และติดตาม การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2. การประเมินประสิทธิภาพของกลยุทธ์การพัฒนา ครูพี่เลี้ยงวิชาวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สมรรถนะครูพี่เลี้ยง จากการประเมินตนเองของครูพี่เลี้ยง พบว่าสมรรถนะหลัก ได้แก่ การสร้างสัมพันธ์ภาพการสร้างบรรยากาศ การให้คำปรึกษาและ การสอนงาน การกำกับ และติดตามการปฏิบัติงานมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 37.00 44.00 และ 39.50 ตามลำดับ สมรรถนะประจำสายงาน ได้แก่ ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ และด้านการวัดผลประเมินผลมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.75 33.75 และ 13.30 ตามลำดับ และแตกต่างจากก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ จากการประเมินตนเองและการประเมินโดยครูพี่เลี้ยง พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะ ด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดผลประเมินผลมีคะแนนเฉลี่ย เพิ่มขึ้นร้อยละ 25.17 7.06 และ 25.17 และร้อยละ 29.50 28.45 และ 30.33 ตามลำดับ และแตกต่างจากก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชรอยวรรณ ประเสริฐผล (2556) ได้ทำการวิจัยรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้าน การจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน

ประเภทสามัญศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาสมรรถนะและแนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา โดยการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาโรงเรียนที่มีการปฏิบัติเป็นเลิศโดยการสัมภาษณ์จำนวน 12 คน 2) การสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา โดยการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบด้วยเทคนิคการสนทนากลุ่ม การตรวจสอบเอกสาร โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 15 คน 3) การประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะ ด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา โดยการสัมมนารับฟังความคิดเห็น กลุ่มผู้ให้ข้อมูล จำนวน 80 คน การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาสมรรถนะและแนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 วัตถุประสงค์การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 2 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่ โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 3 สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภท สามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 4 หลักการในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญ ศึกษา และ องค์ประกอบที่ 5 เงื่อนไขแห่งความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา 2) ผลการสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่ารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 2 วิธีการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 3 เงื่อนไขแห่ง ความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา 3) ผลการประเมินรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา พบว่า ผลการประเมินด้านความเป็นไปได้ของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา โดยภาพรวมมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

นิลรัตน์ โคตะ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูผู้สอนระดับประถมศึกษา เพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูผู้สอนระดับประถมศึกษา

เพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ และศึกษาผลการใช้หลักสูตรมีการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สืบหาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 100 คน และ 3) สันทนาการกลุ่ม ผู้อำนวยการโรงเรียน ศึกษานิเทศก์ ผู้บริหารระดับเขตพื้นที่การศึกษา และครูผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนาหลักสูตร ยกร่างหลักสูตร การประเมินโครงร่างหลักสูตร การศึกษานำร่อง และการเตรียมการก่อนการทดลองใช้หลักสูตร และระยะที่ 3 การใช้หลักสูตรกับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 คน และชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน ผลการวิจัย พบว่า ครูผู้สอนมีความสนใจในการจัดการเรียนรู้เรื่องการแก้โจทย์ปัญหา มีความต้องการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การใช้สื่อเทคโนโลยีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้เกิดความร่วมมือของครูในการจัดการเรียนรู้ โครงร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$) มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .80-1.00 องค์ประกอบของหลักสูตร ประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างหลักสูตร การวัดและประเมินผล และสื่อ/แหล่งเรียนรู้ ผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรมครูผู้สอนระดับประถมศึกษา พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.19$) และ ความพึงพอใจต่อหลักสูตรฝึกอบรม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$)

ศักดิ์สิทธิ์ สีหลวงเพชร (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการดำเนินการวิจัย 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร ระยะที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขหลักสูตร ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัญหาและความต้องการในการเสริมสร้างสมรรถนะโดยครูมีพื้นฐานความรู้เดิมน้อย หลักสูตรที่สร้างมีความเหมาะสมในระดับมาก องค์ประกอบของหลักสูตร ประกอบด้วย ปัญหาและความจำเป็นของหลักสูตร หลักการและเหตุผล เป้าหมาย โครงสร้างหลักสูตร เนื้อหาสาระ กิจกรรม การอบรม สื่อประกอบการอบรม ระยะเวลาและการวัดและประเมินผล ผลการทดลองใช้หลักสูตร พบว่า ครูที่ผ่านการอบรมมีความรู้ความเข้าใจในระดับที่สูงขึ้น ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมมาก ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูอยู่ในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้เรียนผ่านเกณฑ์

กิตติ เสือแพร และปณิตา วรณพิรุณ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่าย สังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม 2) ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 19 คน เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม โดยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่าองค์ประกอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.54) ผลการทดลองใช้รูปแบบนี้พบว่า 1) ผู้เรียนมีคะแนนด้านทักษะการคิดคำนวณหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนด้านทักษะการคิดคำนวณหลังเรียนเท่ากับ 89.36 (S.D. = 14.4) และมีค่าเฉลี่ยคะแนนด้านทักษะการคิดคำนวณก่อนเรียนเท่ากับ 26.05 (S.D. = 12.5) 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนหลังจากเรียนจากรูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน ด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ ได้เท่ากับ 89.13 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.04

บัญญัติ พูลสวัสดิ์ และพนมพร ดอกประโคน (2559) ได้ทำการศึกษาเกมบน โปรแกรมเชิงจินตภาพ และแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบ ของโปรแกรมเชิงจินตภาพ มาใช้งานร่วมกับปัญหาที่กำหนดขึ้นสำหรับทดสอบแนวคิดเชิงคำนวณ อย่างเป็นระบบให้เกิดทักษะการเขียนโปรแกรมที่ดีขึ้นในกลุ่มของผู้เรียน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับ โครงการงานพัฒนาเกมในระยะเวลาที่จำกัด 2 สัปดาห์ เพื่อเป็นการศึกษาว่าการผสมผสานรูปแบบ การเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนให้รู้จักการแก้ปัญหา และคิดรูปแบบการรับมือได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นผ่านผลลัพธ์ของโครงการพัฒนาเกม ผลการวิจัยพบว่า แนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการนำมาทบทวนแก่ ผู้เรียนภาษาโปรแกรมที่ยังไม่เข้าใจการแก้ปัญหาโปรแกรมตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนถึงการประยุกต์ใช้ งานที่ซับซ้อน ซึ่งหากนำแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบมานำเสนอร่วมกับการเขียนโปรแกรมเชิง จินตภาพ ในรูปแบบสื่อการเรียนรู้ หรือเครื่องมือช่วยเหลือแก่ผู้เรียนจะสามารถเพิ่มระดับการพัฒนา ทักษะของผู้เรียนให้สามารถเข้าใจ คำสั่งการทำงานไปจนถึงขั้นที่ซับซ้อนของภาษาโปรแกรม

วิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบรูปแบบการทำงาน และลงมือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในระยะเวลาที่สั้นลง กว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบเดิม

อริสา นพคุณ (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความต้องการการพัฒนาสมรรถนะครู เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครู ประเมินรูปแบบ การพัฒนาสมรรถนะครู และเสนอแนวทางการพัฒนาสมรรถนะครู ผลการวิจัย พบว่า สมรรถนะครู มี 6 ด้าน ได้แก่ 1)การพัฒนาหลักสูตร 2) การพัฒนาผู้เรียน 3) การวัดและประเมินผล 4) นวัตกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา 5) การจัดการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ 6) ความต้องการพัฒนาสมรรถนะครูโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครู มีองค์ประกอบ 6 ส่วน ได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กระบวนการพัฒนา และการวัดและประเมินผลการพัฒนา ความถูกต้องและความเหมาะสมของ รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครูโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก การประเมินรูปแบบการพัฒนา สมรรถนะครู พบว่า ความเป็นไปได้และความเป็นประโยชน์ของรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครู โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และแนวทางการพัฒนาสมรรถนะครู ได้แก่ ครูควรศึกษาด้วยตนเอง ครูควรปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรมของนักเรียนที่เป็นจุดเน้นของหลักสูตร ครูควรศึกษาลักษณะของ การวัดและประเมินผล การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ ครูควรศึกษาแนวคิดและทฤษฎี เกี่ยวกับนวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา ครูควรศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ตามพัฒนาการและศักยภาพของผู้เรียน ครูควรเข้ารับการพัฒนาตนเองและวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

อุบลวรรณ กิจคณะ (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง รูปแบบบทเรียนออนไลน์แบบกลุ่มสืบเสาะ ที่มีสแคฟโฟลด์ ที่ส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงประมวลผล วัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) เพื่อสังเคราะห์รูปแบบบทเรียนออนไลน์แบบกลุ่มสืบเสาะที่มีสแคฟโฟลด์เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดเชิงประมวลผล และ 2) เพื่อประเมินรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น โดยมีวิธีการ ดำเนินการวิจัย คือ 1) สังเคราะห์รูปแบบ กลุ่มตัวอย่าง ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนและ กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 7 คน และ 2) ประเมินรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบจำนวน 5 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นมีองค์ประกอบทั้งหมด 5 โมดูล ได้แก่ 1) โมดูลผู้เรียน 2) โมดูลผู้สอน 3) โมดูล กระบวนการเรียนรู้ไอซีทีโดยมีกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นทำทนาย ความคิด ขั้นพิจารณา ประเด็น ขั้นเรียงเป็นลำดับ ขั้นติดตามแก้ไข ขั้นสรุปให้รอบคอบ และขั้นตรวจสอบประเมิน 4) โมดูล สแคฟโฟลด์ และ 5) โมดูลการติดต่อสื่อสารการประเมินความเหมาะสม

มูนิธิระ ฝดุง, ศิริชัย นามบุรี, แพรวศรี เดิมราช และอิสมาแอ ลำเตะเกะ (2561)

ได้ทำการศึกษาผลการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะคำนวณ ด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ การศึกษาผลการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะคำนวณด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะคำนวณด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ 2) ศึกษาความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะคำนวณด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 90 คน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลามในจังหวัดยะลา โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะคำนวณด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่า ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที แบบไม่อิสระ ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้อ่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนมีความคิดเห็นต่อความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะ คำนวณด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12, S.D. = 0.50$)

สุธีวัชร ศุภลักษณ์ (2561) ได้ทำการศึกษาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล พบว่าการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพความต้องการในการจัดการเรียนการสอน 2) เพื่อพัฒนาระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ 3) เพื่อศึกษาผลของการใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ และ 4) เพื่อนำเสนอระบบการเรียนรู้ฯ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพความต้องการคือนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 685 คน และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 26 คน ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 14 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดเชิงประมวลผล จำนวน 8 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมผันกลับ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 1 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามออนไลน์ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินรูปแบบ ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับ แผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบประเมินตนเองด้านความคิดเชิงประมวลผล แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนด้วยระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ ฯ และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความคิดเชิงประมวลผล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) และ

การทดสอบค่าที (T-Test) ผลการวิจัยพบว่า ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ ที่พัฒนาขึ้น มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ระบบการเรียนรู้ 2) เนื้อหา 3) บทบาทผู้สอนและผู้เรียน 4) เครื่องมือบนระบบคลาวด์ และ 5) การประเมินผล โดยมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดเป้าหมายและการตั้งกลุ่ม 2) การร่วมกันวางแผน 3) การเลือกต้นแบบ 4) การวิเคราะห์งานร่วมกัน 5) การออกแบบร่วมกัน 6) ให้ผลป้อนกลับและการประเมินผล ผลการทดลองใช้ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ฯ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดเชิงประมวลผลหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดความคิดเชิงประมวลผลในแต่ละรอบนั้นมีค่าคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Baytak, Land และ Smith (2011) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาการคิดเชิงคำนวณมาใช้กับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทดลองอบรมปฏิบัติการกับนักเรียนและอาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หลักสูตรการอบรมเป็นการฝึกการเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ผ่านกิจกรรมและสถานการณ์จำลอง โดยใช้สถานการณ์จำลองที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Python ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจในหลักวิชาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อนำเครื่องมือทางการคิดเชิงคำนวณมาเป็นตัวเสริมความรู้ ความเข้าใจ และเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในอนาคตได้ การอบรมปฏิบัติการนี้มีเป้าหมายดังนี้ (1) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยอาจารย์ในระดับ K-12 ในการพัฒนาการสอน (2) สร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน K-12 (3) เพิ่มช่องทางหรือโอกาสสำหรับผู้ต้องการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมในระดับปริญญาตรี และ (4) สร้างความตระหนักและความสนใจในวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ การบูรณาการศาสตร์กับการดำรงชีวิตจริงเหตุผลที่จำเป็นต้องการคิดเชิงคำนวณเข้ามาบูรณาการการอบรมกับวิชาวิทยาศาสตร์ (1) การคิดเชิงคำนวณมีความสำคัญมากในทุกะดับการเรียนรู้ในปัจจุบัน (2) ผู้เรียนสามารถนำหลักการคำนวณมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้ และ (3) การคิดเชิงคำนวณนี้สามารถนำมาสอนได้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มหรือหลากหลายหลักสูตรได้ การนำหลักการการคิดเชิงคำนวณนี้มาใช้ในการฝึกอบรมส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในอาชีพทางด้านสะเต็มศึกษา (STEM) หรือทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ การฝึกอบรมครั้งนี้ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรม มีอุปสรรคเพื่อเกิดความท้าทาย งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณกับการเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถพัฒนาทักษะรอบด้านเกิดความจำระยะยาว การพัฒนาเครื่องมือหรือสถานการณ์จำลองในห้องเรียนด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Python เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง ช่วยให้ผู้ที่ไม่มีทักษะทางด้านเขียนโปรแกรม สามารถพัฒนาเนื้อหาวิธีการสอนผ่านทางโปรแกรมนี้ได้อย่างง่าย

วิธีการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณนี้ มีได้หลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

Lee และคณะ (2011) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การคิดเชิงคำนวณในการปฏิบัติกับวัยรุ่น โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่ออธิบายชุดทักษะการคิดและแนวทางต่าง ๆ 2) เพื่อประมวลผลค่าต่าง ๆ ตามขั้นตอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย คือ ประชากรเป็นนักเรียนเกรด 12 ใน CT การจัดสภาพแวดล้อมในการคำนวณที่หลากหลายให้ผู้เรียนออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของตนเองจนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่นำมาซึ่งคำตอบของโจทย์นั้น ๆ มีขั้นตอนการเรียนรู้คือ ใช้แก้ไขออกแบบ ทดสอบ วิเคราะห์ และปรับแต่ง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาเกมต่าง ๆ ซึ่งสามารถทำได้อย่างเป็นรูปธรรม และนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันย่อมมีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันแต่ได้ผลลัพธ์หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ไปในทิศทางเดียวกัน

Lye และ Koh (2014) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมหลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ การเขียนโปรแกรม ถือเป็นรูปแบบการสอนหนึ่งที่ทำให้เกิดความสามารถนี้โดยการนำหลักการส่งเสริมความคิดนามธรรม (Abstraction) และการแยกแยะปัญหาออกเป็นย่อย ๆ (Decomposition) การนำหลักการของความสามารถนี้มาประยุกต์ใช้กับหลายสาขาวิชา และการคิดเชิงคำนวณนี้ได้รับการยอมรับและเป็นสิ่งที่จำเป็นในศตวรรษ โดยความสามารถในการคิดนี้ถูกแบ่งออกเป็นสามมุมมอง คือ หลักการการคิดเชิงคำนวณการปฏิบัติ และมุมมองของความคิดนี้ มีนักวิจัยและนักการศึกษาได้ทำวิจัยเกี่ยวกับวิธีการที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนระดับ K-12 ในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาความคิดนี้ผ่านการเขียนโปรแกรมด้วยการใช้ Visual Programming ในการสร้างเกมหรือเรื่องราวในรูปแบบสื่อดิจิทัล กลยุทธ์ที่นิยมนำมาพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ อยู่บนพื้นฐานของหลักการการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) โดยผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นไปในทิศทางดี สามารถนำมาประยุกต์กับหลักสูตรได้ วิธีการประเมินผลจากบันทึกการสอน ให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดและข้อมูลที่ได้คือ หลักฐานจากการเรียนเขียนโปรแกรม สองมุมมองที่ช่วยสนับสนุนการเรียนนี้คือ Constructionist-Based และ Problem Solving Learning Environment การเรียนรู้แก้ปัญหาพร้อมประเมินในสถานการณ์จริง การประมวลผลข้อมูล การใช้รูปแบบความช่วยเหลือ (Scaffolding) และการใช้กิจกรรมสะท้อนคิด (Reflection) ทั้งหมด สามารถนำมาช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่จำเป็นนี้ได้

Bower และคณะ (2015) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับทัศนคติความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณของครูผู้สอนจากสถาบันต่าง ๆ ในประเทศออสเตรเลีย โดยระบบการศึกษาของ

ออสเตรเลียได้นำเอาเทคโนโลยีไปช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกโรงเรียนและสอน ให้ผู้เรียนเข้าใจ และสามารถนำความคิดนี้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ต่อมาได้ทำการสำรวจความคิดเห็นกับ ครูผู้สอน จำนวน 221 คน เกี่ยวกับความเข้าใจความคิดเชิงคำนวณในเรื่องหลักการออกแบบการสอน และเทคโนโลยี และมีความมั่นใจที่สามารถนำทักษะนี้ไปใช้ได้ โดยจำแนกผลการสำรวจและข้อคำถาม ได้ดังนี้ คำถามที่ 1 คือ อะไรคือการคิดเชิงคำนวณที่คุณเข้าใจ จากการตอบของครูผู้สอน จำนวน 294 คน พบว่า 76 คน (ร้อยละ 25.8) คิดว่าเป็นทักษะในการแก้ปัญหา รองลงมา 60 คน (ร้อยละ 20.4) คิดว่าเป็นทักษะการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ คำถามที่ 2 คือ กลยุทธ์การสอนอะไรที่จะ นำทักษะการคิดเชิงคำนวณมาพัฒนาผู้เรียนให้เกิดศักยภาพ จากการตอบของครูผู้สอน จำนวน 273 คน พบว่า 39 คน (ร้อยละ 14.3) คิดว่าเป็นงานหรือกิจกรรมที่สร้างมาให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามที่ได้ ออกแบบงานไว้ รองลงมา 35 คน (ร้อยละ 12.8) คิดว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีในการเสริม ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ คำถามที่ 3 จะมีวิธีใดที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการ คิดเชิงคำนวณจากการตอบของครูผู้สอน จำนวน 199 คน พบว่า 36 คน (ร้อยละ 18.1) คิดว่า ต้องสอนการเขียนโปรแกรมในการแก้ปัญหานั้น รองลงมา 22 คน (ร้อยละ 11.1) คิดว่าเป็นการนำ การวิธีการสร้างหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอน จากการสำรวจความมั่นใจของผู้สอนจาก จำนวนครู 140 คน ที่ได้ตอบคำถามพบว่า ครูผู้สอนหลายคนที่มีความมั่นใจที่จะนำวิธีการพัฒนา ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยมั่นใจในความสามารถของตัวเอง แต่ก็มีส่วนหนึ่งที่ ไม่มั่นใจและไม่มีความเชื่อมั่นที่จะสามารถพัฒนาได้จริง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ครูผู้สอน หลายคน que เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวิธีการสร้างความสามารถนี้ให้ผู้เรียน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการ พัฒนาความสามารถของผู้เรียน ตัวชี้วัดนี้จะนำไปเป็นข้อมูลเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ มา ช่วยครูผู้สอนในการออกแบบการสอน ทฤษฎีการที่ต้องใช้ และกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ รวมไปจนถึงการสร้าง ความมั่นใจให้กับผู้สอนในการนำการคิดเชิงคำนวณไปใช้สอนด้วย

Dol (2015) ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อแอนิเมชันเกี่ยวกับการเขียนผังงาน เพื่อใช้สำหรับพัฒนาอัลกอริทึม โดยตัวสื่อจะเริ่มจากการอธิบายเกี่ยวกับอัลกอริทึมที่จะช่วยในการ ทำแอนิเมชันของการเขียนผังงานทีละขั้นตอน สื่อและกิจกรรมนี้นำมาทดลองกับนักศึกษา จำนวน 36 คน โดยถูกนำมาใช้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมเชิงระบบในระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาการ คอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยการออกแบบงานวิจัยได้แบบ One group pre-test pots-test design ซึ่งผลที่ได้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน และ ผู้เรียนพอใจอย่างมากกับการเรียนด้วยสื่อประเภทนี้ การเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้เป็นภาระระดับการคิด เชิงวิเคราะห์ ซึ่งเป็นความสามารถในภาษาขั้นสูงเป็นภาษาเครื่องได้ และยังสามารถยกระดับทักษะ การทำงานในออกแบบการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นได้

Moreno-León และ Robles (2015) ได้นำเสนอรูปแบบการประเมินผลที่เรียกว่า Dr.Scratch ซึ่งเป็นระบบประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงประมวลผลแบบระบบอัตโนมัติ ผ่านโปรแกรม Scratch โดยระบบ Dr. Scratch นั้นจะทำการตรวจสอบการประมวลผลของโครงการที่สร้างจากโปรแกรม Scratch โดยในงานวิจัยนี้ตรวจสอบมากกว่า 100 โครงการ เพื่อวัดและประเมินผล โครงการนี้ว่าครบตามองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล โปรแกรม Scratch เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมาก สามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และมีขั้นตอนที่หลากหลาย เรียนรู้พื้นฐานของการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น มีงานวิจัยหลายแห่งได้ออกมายืนยันว่าการเขียนโปรแกรมนั้นเป็นทักษะที่สำคัญสามารถนำไปแก้ปัญหาและพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ นอกจากนี้เครื่องมือ Dr. Scratch แล้วยังมีเครื่องมือที่ชื่อว่า Hairball เป็นลักษณะการวิเคราะห์แบบ Static Code สามารถตรวจสอบความผิดพลาดของโครงการสร้างจาก Scratch ได้ ส่วนโปรแกรม Dr. Scratch เป็นโอเพนซอร์สเครื่องมือบนเว็บมีความสามารถคล้ายกับ Hairball แต่สามารถวิเคราะห์ออกมาเป็นคะแนนในเทอมของตามลักษณะองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผลแต่ก็มีข้อจำกัดใหญ่ คือ ไม่สามารถวิเคราะห์โค้ดในลักษณะเชิงลึกได้ เช่น ความสามารถในการ Debugging หรือ Remixing แต่ถึงอย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดและการเขียนโปรแกรมเพิ่มขึ้น ผู้สอนสามารถใช้เครื่องมือ ในการประเมินความสามารถของผู้เรียนแต่วิธีการนี้ไม่ได้สามารถแทนที่การประเมินชิ้นงานการทำงานใหญ่ ๆ ได้

Kalelioglu, Gülbahar และ Kukul (2016) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกรอบแนวคิดของการคิดเชิงคำนวณ จุดประสงค์เพื่ออธิบายความหมายและกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความสามารถนี้ โดยงานวิจัยที่เลือกมาจะดูที่จุดประสงค์การทดลองกลุ่มประชากร ทฤษฎี พื้นฐาน รูปแบบงานวิจัย ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดนำมาสร้างกรอบแนวคิดจากจำนวนงานวิจัยได้เลือกมาทั้งสิ้น 125 ฉบับ จากฐานข้อมูลวิจัย 6 ฐาน กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เรียนระดับ K-12 บนพื้นฐานของทฤษฎีแนวคิดการเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานและแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นต้น การคิดเชิงคำนวณนั้นมีความสำคัญในการเข้าใจและหาวิธีแก้ปัญหา ด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหา จากผลการทบทวนวรรณกรรมแสดงให้เห็นว่า การวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณนั้นมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เพราะความจำเป็นที่ต้องเข้าใจเทคโนโลยีว่ามีความสำคัญต่อชีวิตในยุคดิจิทัล โดยสรุปแล้วประเด็นที่สามารถนำมาถกเถียงกันมีดังนี้ (1) มีวิธีการสอนให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอย่างไร (2) วิธีการประเมินความสามารถนี้เป็นอย่างไร และ (3) วิธีการประเมินความสามารถนี้กับเหตุการณ์จริงสามารถทำได้อย่างไร การคิดเชิงคำนวณเป็นสิ่งที่สำคัญในการเรียนรู้ เพื่อที่จะรองรับและยกระดับจะต้องลองแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยการนำพื้นฐานการคิดนี้มาช่วยให้การแก้ปัญหานั้นง่ายขึ้น การเน้นเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณนี้ จึงมี

ความสำคัญถึงแม้ว่ายังไม่มียูนิฟอร์มการสอนที่ชัดเจน แต่ผู้สอนแต่ละคนได้พัฒนาวิธีการสอนและการประเมินความสามารถนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนเกี่ยวกับผลลัพธ์จากการเรียนรู้ยิ่งขึ้น

Alfayez (2018) ได้สำรวจระดับความเชี่ยวชาญแนวคิดเชิงคำนวณ ในครูชายจำนวน 55 คน ที่สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐ 42 แห่ง ที่ใช้ระบบการศึกษารายวิชา (CS) ในเมืองริยาด ประเทศซาอุดีอาระเบีย ผลการศึกษาพบว่า ครู 36 คน สามารถรับรู้ได้ว่า CT เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคน และมีครู 41 คน ที่ทำคะแนนได้น้อย สรุปได้ว่า ครูชายที่สอนวิทยาการคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่มีระดับความเชี่ยวชาญด้านแนวคิดของ CT ต่ำ 74.54% และ 23.64% ของครู CS มีความรู้ CT ที่ยอมรับได้ ครู CS ส่วนใหญ่ (N = 36) ยังไม่สามารถกำหนด CT ได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมอย่างมืออาชีพ และกลยุทธ์การสอนที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเพื่อพัฒนาทักษะ CT ของนักเรียน คือ การเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้ร่วมมือ และการแก้ปัญหา เทคโนโลยีที่ครูใช้เพื่อพัฒนาทักษะ CT ของนักเรียน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โปรเจกเตอร์ และสมาร์ทบอร์ด

Wu (2018) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบเกมเพื่อการศึกษาเป็นเกตเวย์สำหรับการใช้ทักษะการคิดแบบคำนวณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อสร้างเกม 2) เพื่อการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นประเทศไต้หวัน จำนวน 15 คน ให้ดำเนินกิจกรรมตามเกมที่ออกแบบ มีการปรับปรุงทักษะการคำนวณเข้าไปไว้ในเกม ให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้จากการเล่นเกม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้รับความรู้จากการเล่นเกมและฝึกทักษะการคิดคำนวณ อย่างมีประสิทธิภาพ

Fessakis และ Prantsoudi (2019) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การรับรู้ของครูวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ความเชื่อ และทัศนคติต่อการคิดเชิงคำนวณในกรีซ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้ทฤษฎีการดำเนินการอย่างมีเหตุผล (TRA) และแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) ผลการวิจัยพบว่า มีผู้ให้ความสนใจอย่างมากในการเข้าร่วมเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ และมีความเต็มใจที่จะเข้าร่วมโครงการพัฒนาวิชาชีพ ผู้เข้าร่วมได้เปิดเผยถึงความเข้าใจผิดเกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณและทัศนคติเชิงลบต่อการบูรณาการด้านการศึกษา ซึ่งได้มีการศึกษาและอภิปรายเพิ่มเติม นักวิจัยเสนอแนวทางในการออกแบบและการดำเนินการตามโปรแกรมการฝึกอบรมครูที่เหมาะสม โดยผลการวิจัยสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการบูรณาการ การคิดเชิงคำนวณในการศึกษา เช่นเดียวกับนวัตกรรมอื่น ๆ การบูรณาการที่ประสบความสำเร็จของการคิดเชิงคำนวณนั้นขึ้นอยู่กับ การรับรู้ ความเชื่อ และทัศนคติของครูที่จะต้องนำไปปฏิบัติ

Esteve-Mon, Llopis และ Adell-Segura (2020) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถทางดิจิทัลและการคิดเชิงคำนวณของครูผู้สอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัมพันธ์กับระหว่างความสามารถด้านดิจิทัลกับการคิดเชิงคำนวณและความแตกต่างทางเพศ ส่งผลต่อความสามารถทาง

ดิจิทัลและการคำนวณหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาโครงการฝึกอบรมครูมหาวิทยาลัยในสเปน 248 คน ผู้หญิง 78% และผู้ชาย 22% โดยสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทั้งสองและความแตกต่างที่มีอยู่ โดยใช้แบบสอบถามการรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความสามารถทางดิจิทัล จากผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่รับรู้ความสามารถทางดิจิทัลของตัวเองอยู่ในระดับกลางถึงระดับสูง โดยเน้นที่มีมิติมิติเดียวและการสื่อสาร ซึ่งตรงข้ามกับมิติทางเทคโนโลยีที่มากกว่า ในทางกลับกัน ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงคำนวณกับความสามารถด้านดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการสื่อสารและเทคโนโลยี และผลลัพธ์พบว่า ผู้หญิงมีความสามารถทางดิจิทัลต่ำในการคิดเชิงคำนวณ และมีความสามารถทางดิจิทัลน้อยกว่าผู้ชาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านมิติทางเทคโนโลยี ผลของการวิจัยนำไปสู่การพัฒนาการดำเนินการฝึกอบรมครูและนักเรียนเพื่อตรวจสอบช่องว่างทางเพศที่ยังคงมีอยู่

Rodríguez del Rey และคณะ (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณด้วยโมดูลของการแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมดูลของการแก้ปัญหาสำหรับการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ ในนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ปีที่ 1 มหาวิทยาลัย Cienfuegos ประเทศคิวบา นักศึกษาต้องทำความเข้าใจคำจำกัดความ หน้าที่ และวัฒนธรรมของการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและพิจารณาว่าจะปรับปรุงทักษะการวิเคราะห์และทักษะที่สำคัญได้อย่างไร คำจำกัดความตามบริบทของวิธีการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณถูกเสนอเป็นกระบวนการทางปัญญาที่มนุษย์ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดทางคอมพิวเตอร์ในแง่ของการสลายตัว การรู้จำรูปแบบ การออกแบบอัลกอริธึม นามธรรม การแสดงข้อมูล การสลายตัวของปัญหา การคิดแบบอัลกอริธึม และการวางนัยทั่วไปของรูปแบบ การจำลองและการประเมิน การดำเนินการวิจัยโดยการออกแบบการทดลองที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ใช้การโมดูลมีจำนวนนักเรียน 18 คน ผลการวิจัยพบว่า การนำความคิดเชิงวิเคราะห์ไปปฏิบัติในหลักสูตรการศึกษาจะส่งผลต่อความเข้าใจในหลักการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณของนักศึกษาก่อนเรียนได้

Knie, Standl และ Schwarzed (2022) ได้ทำการศึกษาวิจัย การบูรณาการการคิดเชิงคำนวณเข้ากับโปรแกรมการฝึกอบรมการเรียนรู้แบบผสมผสานสำหรับครู STEM กลุ่มเป้าหมายเป็นครูวิทยาศาสตร์โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเยอรมนี กลุ่มตัวอย่าง 104 คน ประกอบด้วย ครูชาย 44 และครูหญิง 58 ไม่ระบุ 2 คน โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ 2 วัน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เข้าร่วมการอบรมรับรู้การฝึกอบรมอย่างไร โดยการวัดความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม และลักษณะการเรียนรู้ของครูประกอบด้วยการพัฒนาความรู้และทัศนคติ โดยการตรวจสอบว่าผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมโปรแกรมเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือไม่ และตรวจสอบผลลัพธ์ที่เกิดจากการเข้าร่วมการฝึกอบรม ประเมินในรูปแบบของการสำรวจเชิงปริมาณตามแบบสอบถามและการวัดซ้ำแล้วทำการบันทึกข้อมูล โดยการออกแบบโปรแกรมการฝึกอบรมครู นำเสนอในรูปแบบการเรียนรู้

แบบผสมผสาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนทางดิจิทัลและแบบเผชิญหน้าสลับกัน ในส่วนของขั้นตอนดิจิทัล ได้มีการแนะนำโมดูลการเรียนรู้ด้วยตนเองทางออนไลน์แบบโต้ตอบบน CT เพื่อส่งเสริมความสามารถแบบสหวิทยาการในสาขา STEM เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน เพื่อระบุงการรับรู้และการพัฒนาของผู้เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกอบรมและโมดูลออนไลน์เกี่ยวกับ CT ทำการสำรวจสอบถามการออกแบบภายในตัวโปรแกรม ดำเนินการติดตามการออกแบบก่อนหลังการใช้โปรแกรม ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α) พบว่าความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถในการทำงานของโมดูลออนไลน์อยู่ในระดับสูง ครูเกือบทั้งหมด (97.9%) ระบุว่าอินเทอร์เฟซหน้าจอได้รับการออกแบบให้ใช้งานง่าย 2.1% ที่พบโมดูลออนไลน์สับสน เนื้อหาของโมดูลออนไลน์ได้รับการประเมินในเชิงบวก โดยไม่มีผู้เข้าร่วมรายใดระบุว่าเข้าใจยาก ระยะเวลาของโปรแกรมทั้งหมด รวมทั้งเซสชันแบบเผชิญหน้า มีความเหมาะสม 81.9% และความแตกต่างก่อนและหลังการใช้โปรแกรม โดยทำการทดสอบ Wilcoxon มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยหลักสูตรเป็นการฝึกอบรม ถ่ายทอดความรู้และทักษะให้แก่ผู้เข้ารับการอบรมได้มีความรู้ ความเข้าใจ ด้านการคิดเชิงคำนวณ มีความสามารถในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้เทคนิควิธีการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้ตามความต้องการของตนเอง จะทำให้พัฒนาตนเองได้อย่างมีคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบและขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของ Tyler (1949)

ซึ่งมี 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นที่ 1 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
2. ขั้นที่ 2 การเลือกประสบการณ์ในการเรียนรู้
3. ขั้นที่ 3 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้
4. ขั้นที่ 4 การประเมินการจัดประสบการณ์

ได้กำหนดระยะเวลาการดำเนินการเป็น 3 ระยะ ดังนี้

- ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
- ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร
- ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรตามแนวคิดของทาบ (Taba)

ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักการของหลักสูตร
2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
3. โครงสร้างหลักสูตร ประกอบด้วย เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดกิจกรรม การอบรม สื่อและแหล่งเรียนรู้ และระยะเวลา
4. การวัดและประเมินผล

ตาราง 10 กำหนดขั้นตอนการดำเนินการฝึกอบรม

| ขั้นตอนการฝึกอบรม | หลักการ | แนวคิด/ทฤษฎี |
|--------------------|--|---|
| 1. เตรียมความพร้อม | การสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจผู้เข้ารับการอบรม เป็นวิธีการที่สนองต่อความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยที่บุคคลจะเรียนรู้ได้ดีถ้าหากมีความต้องการในการเรียนสิ่งนั้นและการเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน | - ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Vygotsky) - หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Malcolm S. Knowles) - แรงจูงใจ - กฎแห่งความพร้อม |
| 2. ชั้นเรียนรู้ | - การวิเคราะห์ปัญหา - การออกแบบการเรียนรู้ วางแผน การเลือกรูปแบบ แนวทางวิธีการที่หลากหลาย เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ได้ลงมือกระทำหรือให้มีประสบการณ์จากการกระทำของตนเอง โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตเป็นสำคัญ โดยผู้เข้าอบรมจะต้องกำกับตนเองตั้งแต่การวางแผนการวิเคราะห์และรับรู้วิธีดำเนินงานของตนเอง แล้วปรับเปลี่ยนแก้ไขงานให้เป็นที่ไปตามเป้าหมายที่วางไว้ | - การคิดวิเคราะห์ (Bloom) - ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Piaget, Bruner) - การแก้ปัญหา (Weir) - หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Knowles) |

ตาราง 10 (ต่อ)

| ขั้นตอนการฝึกอบรม | หลักการ | แนวคิด/ทฤษฎี |
|-----------------------------------|---|---|
| 3. ชี้นำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ | การแลกเปลี่ยนและสะท้อนความคิดเห็นให้แก่กันจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ - การเชื่อมโยงความรู้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ สามารถนำความรู้และกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทอื่นได้ | - ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Vygotsky) (Bruner) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Piaget) - หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Knowles) - การสะท้อนคิด |
| 4. ชี้นำสรุปและประเมินผล | - การนำผลการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้มากำหนดเป็นความคิดใหม่ หรือความรู้ใหม่ การประเมินความรู้และความคิดใหม่ของผู้เข้าอบรมโดยใช้วิธีการ อภิปราย ตรวจสอบผลงาน สอบถามความคิดและทดสอบความรู้ | - ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Piaget, Bruner) - ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Vygotsky, Bruner) |

กรอบแนวคิดของการวิจัย



โครงร่างหลักสูตร

| |
|---|
| <p>1. หลักการ</p> <p>1.1 เป็นหลักสูตรที่เน้นให้ครูมีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ มีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและความสามารถในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ นำความรู้การคิดเชิงคำนวณไปใช้เป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบูรณาการเทคโนโลยีในการออกแบบกิจกรรม ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)</p> <p>1.2 หลักสูตรเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการฝึกปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลเป็นขั้นตอนตามแนวความคิดเชิงคำนวณ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิด การแสดงความคิดเห็น ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันของผู้เข้าอบรม</p> <p>1.3 หลักสูตรเน้นการฝึกอบรมเพื่อนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติงานจริง ภายใต้การจัดบรรยากาศให้มีอิสระในการเรียนรู้ และในการปฏิบัติงาน โดยมีวิทยากรผู้ให้การอบรมกำกับ ดูแล</p> |
| <p>2. จุดมุ่งหมาย</p> <p>2.1 เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ เป้าหมาย ความสำคัญการคิดเชิงคำนวณ การออกแบบการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อและการวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ</p> <p>2.2 เพื่อพัฒนาครูให้สามารถออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนได้</p> <p>2.3 เพื่อพัฒนาครูให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้</p> |
| <p>3. โครงสร้างหลักสูตร</p> <p>3.1 เนื้อหา/สาระ</p> <ul style="list-style-type: none"> หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม <p>3.2 กิจกรรม</p> <p>ดำเนินการฝึกอบรมครูตามเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ วิทยากรให้ความรู้ การฝึกปฏิบัติของผู้เข้าอบรม การนำเสนอผลการปฏิบัติ การสะท้อนผลการฝึกปฏิบัติ การวัดและประเมินผล และกิจกรรมหลังฝึกอบรมโดยการนิเทศติดตาม โดยใช้เทคนิคการชี้แนะ ในการสังเกตชั้นเรียน</p> <p>3.3 สื่อการอบรม คู่มือการใช้หลักสูตรฯ ใบความรู้ ใบกิจกรรม วัสดุและอุปกรณ์</p> <p>3.4 การวัดและประเมินผล วัดและประเมินผลตามสภาพจริง</p> |
| <p>4. ระยะเวลาดำเนินการอบรม (อบรมในห้องอบรม 2 วัน และติดตามผลในชั้นเรียน 12 สัปดาห์)</p> |
| <p>5. การวัดและประเมินผล</p> <p>5.1 ทดสอบความรู้ก่อนและหลังการใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้</p> <p>5.2 ประเมินความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้</p> <p>5.3 ประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน</p> <p>5.4 ประเมินความสามารถการคิดเชิงคำนวณผู้เรียน</p> |

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

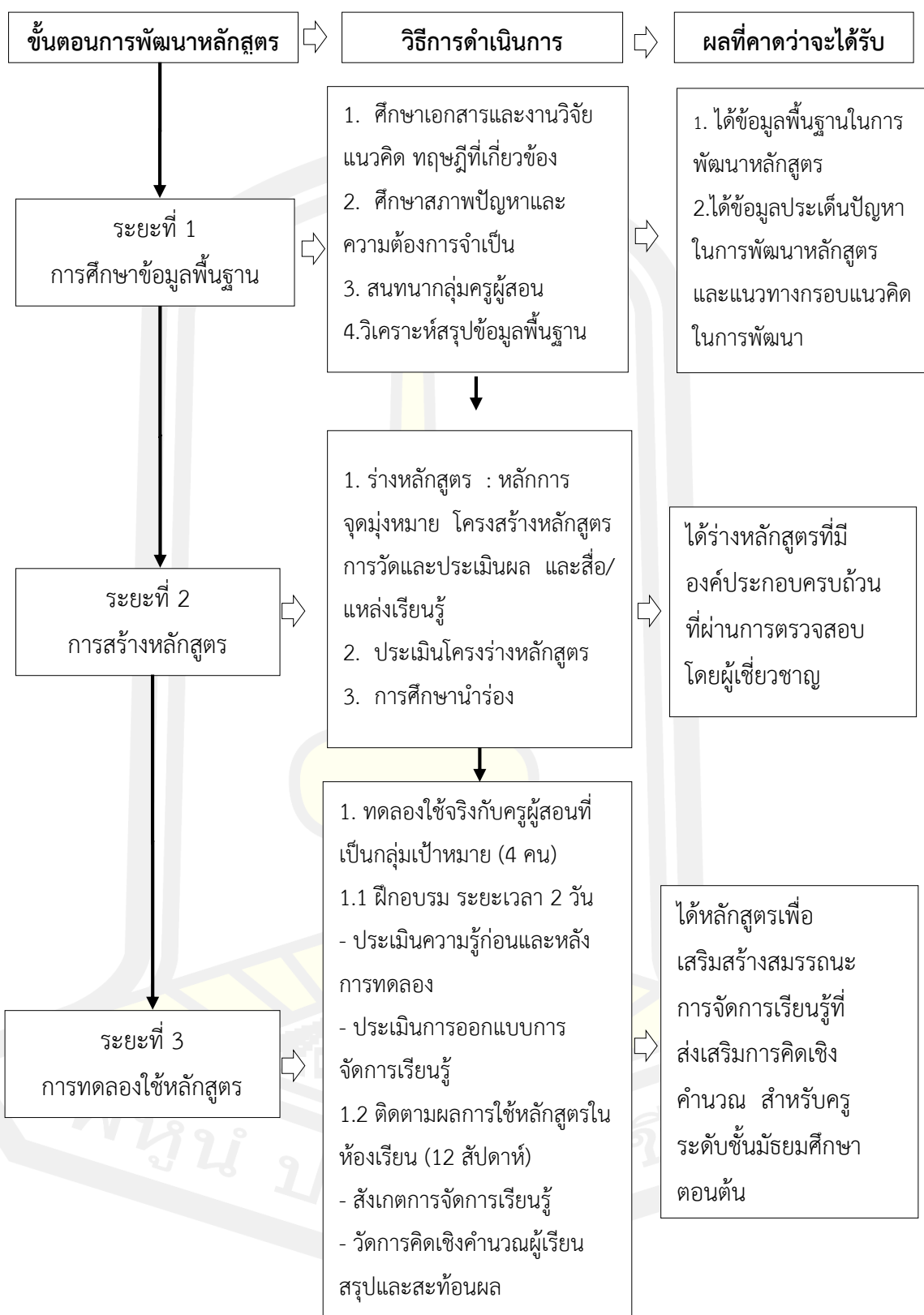
การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการทั้งหมด 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตร

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. การศึกษาข้อมูล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุดประสงค์ของการศึกษา เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

1.2 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร

1.3 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะ

1.4 ศึกษาแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ

1.5 ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกอบรม และการเรียนรู้ของผู้ใหญ่

1.6 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิจัยเอกสาร (Documentary Research) เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี นำมาสังเคราะห์และสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วย หลักการและเหตุผล จุดหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระ กระบวนการและกิจกรรมการฝึกอบรม สื่อประกอบการฝึกอบรม ระยะเวลาฝึกอบรม และการประเมินหลักสูตร นำไปสู่การกำหนดโครงสร้างของหลักสูตรและการปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรต่อไป

2. ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นของครูผู้สอน

จุดประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นในการเสริมสร้างสมรรถนะความสามารถของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ให้ได้ข้อสรุป เพื่อนำไปกำหนดรายละเอียดของหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ตรงกับสภาพปัญหาและความต้องการอย่างแท้จริง

2.1 วิธีการประเมิน

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการสอบถามความเข้าใจและความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อการคิดเชิงคำนวณไปกำหนดเป็นประเด็นในการสนทนากลุ่ม

การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อให้ได้ปัญหาและความต้องการในการพัฒนารูปแบบของกิจกรรมการฝึกอบรมที่สามารถเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2.2 ประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2564 จำนวน 42 คน

2.3 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2564 จำนวน 14 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณโดยผู้วิจัยได้ปรับมาจากแบบสำรวจแนวคิดในการคิดเชิงคำนวณครูผู้สอนวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของ Alfayez (2018) และแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครอบคลุมประเด็นที่ได้จากการสอบถามความเข้าใจในการคิดเชิงคำนวณ การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ กิจกรรมการพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ครูผู้สอนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะ และคุณลักษณะที่ดี มีความสามารถจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

3.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

แบบสอบถามความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ

1. ผู้วิจัยปรับจากแบบสำรวจของ Alfayez (2018) ที่ทำการสำรวจความรู้ความเข้าใจของครูผู้สอนวิทยาการคอมพิวเตอร์ ปรับข้อความบางคำถามเพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีตัวอย่างคำถาม เช่น ท่านเคยได้ยินคำว่า “การคิดเชิงคำนวณ” หรือไม่ ท่านมีประสบการณ์ในการเข้าร่วมการฝึกอบรมในหัวข้อหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์หรือไม่ ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความรู้ เป็นต้น โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 คำถามความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ

2. นำแบบสอบถามเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความครอบคลุมของข้อความและความชัดเจนของภาษา ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา โดยการตรวจสอบความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด และตรวจสอบ

ความเหมาะสมของข้อคำถาม และข้อเสนอแนะอื่นเพิ่มเติม นำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิดหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม กำหนดจุดประสงค์ของการสนทนากลุ่ม และสร้างแบบบันทึกการสนทนากลุ่มให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบบันทึกปลายเปิด

2. นำแบบบันทึกการสนทนากลุ่ม เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ ให้คำแนะนำ แล้วปรับปรุงแก้ไขแบบบันทึกการสนทนากลุ่มตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3. นำแบบบันทึกการสนทนากลุ่มที่ปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อคำถาม ความเหมาะสมของภาษาและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ผู้วิจัยปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อประสานงานกับกลุ่มเป้าหมายครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการติดต่อประสานงานกับผู้บริหารสถานศึกษาของครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย พร้อมทั้งติดต่อประสานงานกับครูเพื่อดำเนินการเก็บข้อมูล

4.2 ดำเนินการสนทนากลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกการสนทนากลุ่มด้วยตนเองโดยในการดำเนินการสนทนากลุ่ม ใช้เวลา 1 วัน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการสอบถามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและสภาพปัญหาที่กำหนดเป็นประเด็นในการสนทนากลุ่ม การแสดงความคิดเห็นในการสนทนากลุ่ม และนำข้อมูลจากการบันทึกการสนทนากลุ่มมาวิเคราะห์ ตีความ นำมาสร้างข้อสรุปสาระในความเห็นที่สอดคล้องกันแล้วนำผลที่ได้มากำหนดเป็นประเด็น เพื่อนำไปใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยและองค์ประกอบของหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ต่อไป

ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร

การสร้างหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนำผลจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในระยะที่ 1 มากำหนดเป็น โครงร่างหลักสูตร และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ โดยแบ่งการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างโครงร่างหลักสูตร กำหนดองค์ประกอบของโครงร่างหลักสูตร ประกอบด้วย

1.1 กำหนดหลักการและเหตุผล กำหนดให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาความต้องการ จำเป็นที่จะพัฒนาและสอดคล้องกับนโยบาย หลักการ จุดเน้นของการจัดการศึกษา แนวคิด ทฤษฎี การพัฒนาหลักสูตร โดยเมื่อได้รับการพัฒนา ฝึกอบรมตามหลักสูตรนี้แล้วครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณตามความต้องการ และความจำเป็น ตามจุดเน้นที่ต้องการ

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อคาดหวังผลที่ได้และสิ่งที่เกิดกับ กลุ่มเป้าหมายเมื่อผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยกำหนดให้สอดคล้องกับหลักการและเหตุผล

1.3 กำหนดเนื้อหา สาระการเรียนรู้ของหลักสูตร กำหนดให้สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยคาดหวังว่าเมื่อดำเนินการฝึกอบรมครูตามโครงสร้างของหลักสูตร แล้วจะบรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย เนื้อหาประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานการคิด เชิงคำนวณ หลักการ แนวคิด ความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ แนวทาง การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ และแนวทางการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาใหญ่ เป็นปัญหาย่อย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ เนื้อหาประกอบด้วย แนวทางการจัดการ เรียนรู้การหารูปแบบ และมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ ในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม เนื้อหาประกอบด้วย แนวทาง การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงนามธรรม กระบวนการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ การนำแนวคิดเชิง คำนวณมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม เนื้อหาประกอบด้วย แนวทาง การจัดการเรียนรู้การออกแบบอัลกอริทึม การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ และแนวทาง วิธีการวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ

1.4 กำหนดรูปแบบกิจกรรมการฝึกอบรม จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ฝึกอบรมครูตาม เนื้อหาสาระ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 4 โดยกิจกรรม ประกอบด้วย กิจกรรมการชี้แจงวัตถุประสงค์ของ การฝึกอบรม การทดสอบก่อนเรียน จัดกิจกรรมฝึกอบรมและทดสอบหลังเรียน โดยมีขั้นตอนรูปแบบ กิจกรรมการดำเนินการฝึกอบรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparing) วิทยากรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจผู้เข้าอบรม โดยใช้กิจกรรม เกม การถาม - ตอบ เพื่อตรวจสอบและทบทวนความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะฝึกอบรม อภิปราย แสดงถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มี

1.4.2 ขั้นเรียนรู้ (Action Learning) วิทยากรให้ความรู้ โดยให้ผู้เข้าอบรม ทำความเข้าใจในประเด็นเนื้อหาสาระที่เรียนรู้ ลงมือฝึกปฏิบัติกิจกรรมตามหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วย โดยการออกแบบและวางแผนการดำเนินกิจกรรม ตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ การทำกิจกรรมแบบนำตนเอง

1.4.3 ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน (Sharing & Reflecting) ผู้เข้าอบรมร่วม อภิปราย นำเสนอผลที่ได้จากการทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิดในประเด็นที่ได้เรียนรู้ จากการทำกิจกรรม

1.4.4 ขั้นสรุปและประเมินผล (Conclusion & Evaluation) ผู้เข้าอบรม ตรวจสอบและสร้างความรู้ โดยเปรียบเทียบความคิดเริ่มต้นกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียนสรุปเป็น ความรู้สำหรับตนเอง และวิทยากรประเมินผลงานหลังเรียนเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย

1.5 กำหนดสื่อในการอบรม โดยสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมต้องมีความสอดคล้องกับ เนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนด ได้แก่ คู่มือการฝึกอบรมสำหรับวิทยากร คู่มือการฝึกอบรมสำหรับ ผู้เข้าอบรม เอกสารประกอบการฝึกอบรม วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรม ตลอดจนสื่อที่ใช้สำหรับ นำเสนอข้อมูล

1.6 กำหนดการประเมินผลการฝึกอบรม ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระ กิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อใช้เป็นแนวทางการตรวจสอบว่าหลักสูตรเพื่อเสริมสร้าง สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่พัฒนาขึ้นบรรลุตามจุดประสงค์สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หรือไม่ ทั้งด้านความรู้ และการนำกระบวนการไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 การประเมินโครงสร้างหลักสูตร

การประเมินโครงสร้างหลักสูตรเพื่อนำโครงสร้างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นมา ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

2.1 พิจารณาความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยพิจารณาจากสภาพปัจจุบันและความต้องการจำเป็น หลักการและเหตุผล จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระ กิจกรรมที่ใช้ในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ สื่อที่ใช้ ระยะเวลาในการฝึกอบรม การประเมินหลักสูตร และองค์ประกอบต่าง ๆ ของโครงร่างหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นว่ามีความเหมาะสมสอดคล้องที่จะนำไปใช้ได้จริงเพียงใด

2.2 ผู้ประเมินโครงร่างหลักสูตร ในการประเมินโครงร่างหลักสูตรกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการประเมินโครงร่างหลักสูตรและตรวจสอบคุณภาพหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกอบรม และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบโครงร่างหลักสูตร และคู่มือหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 เหมาะสมมากที่สุด 4 เหมาะสมมาก 3 เหมาะสมปานกลาง 2 เหมาะสมน้อย และ 1 เหมาะสมน้อยที่สุด โดยในการประเมินองค์ประกอบของหลักสูตรที่จะประเมิน ได้แก่ หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระ กิจกรรมการฝึกอบรม สื่อประกอบการฝึกอบรม การวัดและประเมินผล การเตรียมการก่อนการฝึกอบรม การดำเนินการระหว่างฝึกอบรม การดำเนินการหลังฝึกอบรม ระยะเวลาในการฝึกอบรม กระบวนการฝึกอบรม โครงสร้างการฝึกอบรม ตารางการฝึกอบรม แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ แนวทางการประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล การประเมินองค์ประกอบของโครงร่างหลักสูตร โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

2.4.1 กำหนดกรอบประเด็นที่จะประเมิน โดยวิเคราะห์จากการศึกษา รายละเอียดของโครงร่างหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตรแล้วสร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมองค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตร

2.4.2 สร้างแบบประเมินโครงร่างหลักสูตรตามกรอบประเด็นในข้อที่ 2.4.1 แล้วนำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินตามเกณฑ์ ของ ลิเคิร์ท (Likert) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ คือ 5 เหมาะสมมากที่สุด 4 เหมาะสมมาก 3 เหมาะสมปานกลาง 2 เหมาะสมน้อย 1 เหมาะสมน้อยที่สุด เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบประเมิน ตรวจสอบข้อคำถามและการใช้ภาษา

2.4.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4.4 นำแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร ไปตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง
เชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.4.5 นำแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบ
ความเหมาะสมของแบบประเมิน โดยตรวจสอบข้อคำถามและการใช้ภาษา ปรับปรุงตามคำแนะนำ
ของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลต่อไป

2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการส่งเอกสารและเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้วยตนเอง

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร โดยผู้วิจัย
นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมาย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูล
ความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร นำเสนอผลการวิเคราะห์ ในรูปของค่าเฉลี่ย และข้อเสนอแนะ
เพิ่มเติมนำเสนอเป็นรายชื่อ

การประเมินความเหมาะสมโครงร่างหลักสูตร กำหนดเกณฑ์การแปล
ความหมาย ค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51–5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51–4.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51–3.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51–2.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00–1.50 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ถ้าวัดค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่าโครงร่าง
หลักสูตรมีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น พบว่า โครงร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมในระดับมาก
มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 4.32$, $SD = 0.18$)

ขั้นที่ 3 การศึกษานำร่อง (Pilot study)

การศึกษานำร่องเป็นการนำร่างหลักสูตรที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับ
ครูผู้สอนโดยมีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาคุณภาพของหลักสูตร ปัญหา อุปสรรค และข้อบกพร่องระหว่าง
การใช้หลักสูตรฝึกอบรมและตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้หลักสูตรในสถานการณ์จริง
ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย การดำเนินการดังนี้

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการศึกษานำร่อง ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน จากโรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัด
มหาสารคาม จำนวน 3 แห่ง ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีตั้งแต่
3 ปีขึ้นไป ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานำร่อง ได้แก่ คู่มือการใช้หลักสูตร

เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการฝึกอบรม

2.2.2 แบบประเมินการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

2.2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียน

2.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานำร่อง

2.3.1 แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการฝึกอบรม เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร แนวคิดหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างข้อสอบด้านการคิดเชิงคำนวณ หลักสูตรการฝึกอบรมและคู่มือการใช้หลักสูตรที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรมและการประเมินผลที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยมีจำนวนข้อสอบความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ดังตาราง 11

ตาราง 11 จำนวนข้อสอบความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

| สาระการเรียนรู้ | สาระ | จำนวนข้อสอบที่สร้าง (40 ข้อ) | จำนวนข้อสอบที่ใช้ (30ข้อ) |
|--|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. ความรู้พื้นฐานด้านการคิดเชิงคำนวณ (10) | - หลักการ แนวคิด การคิดเชิงคำนวณ | 4 | 3 |
| | - ความสำคัญการคิดเชิงคำนวณ | 3 | 2 |
| | - องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ | 3 | 2 |

ตาราง 11 (ต่อ)

| สาระการเรียนรู้ | สาระ | จำนวนข้อสอบ ที่สร้าง (40 ข้อ) | จำนวนข้อสอบ ที่ใช้ (30ข้อ) |
|---|---|----------------------------------|-------------------------------|
| 2. หลักสูตรแกนกลาง กับการคิดเชิงคำนวณ (10) | - มาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการคิด เชิงคำนวณ | 3 | 2 |
| | - หน่วยการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ | 3 | 2 |
| | - สาระการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ | 4 | 3 |
| | - และตัวชี้วัดการคิดเชิงคำนวณ | | |
| 3. การจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดเชิง คำนวณ (10) | - การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ | 4 | 3 |
| | - การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | 6 | 5 |
| | | | |
| 4 การวัดและประเมิน ผล การคิดเชิงคำนวณ (10) | - การออกแบบการประเมินผลการคิด เชิงคำนวณ | 5 | 4 |
| | - การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิง คำนวณ | 5 | 4 |

2) สร้างข้อคำถามโดยเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ
เนื้อหาของหลักสูตร จำนวน 40 ข้อ ข้อสอบที่ต้องการ จำนวน 30 ข้อ

3) กำหนดเกณฑ์การประเมินการตอบแบบทดสอบโดยตอบถูกให้
1 คะแนน และตอบผิดไม่ให้คะแนนหรือให้ 0 คะแนน

4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและเกณฑ์การประเมินการตอบ
แบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้อง
ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระในการฝึกอบรม ความเหมาะสมของการใช้ภาษา
โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน + 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์
และเนื้อหาสาระการเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์
และเนื้อหาสาระการเรียนรู้

ให้คะแนน - 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์ และเนื้อหาสาระการเรียนรู้

หาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruency: IOC) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นใช้ได้ ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าน้อยกว่าที่กำหนด ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00

5) หากคุณภาพของแบบทดสอบโดยนำแบบทดสอบไปใช้กับครูผู้สอนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 25 คน จากโรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม วิเคราะห์ค่าความยาก (P) โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่ต้องการ คือ มีความยากตั้งแต่ 0.30 – 0.70 และ หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41 – 0.82

6) วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder – Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

7) นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม

2.3.2 แบบประเมินความสามารถการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เป็นการประเมินผลตามสภาพจริง จากการปฏิบัติตามใบงาน ซึ่งกำหนดเกณฑ์คะแนน (Rubric score) 5 ระดับ ผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ด้านการออกแบบหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ สังเคราะห์สร้างเป็นแบบประเมินการออกแบบการจัดการเรียนรู้

2) สร้างแบบประเมินการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ การวางแผนและการออกแบบการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ การดำเนินการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้และสื่อ/แหล่งเรียนรู้ รวมจำนวน 20 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง

3) วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบประเมินการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยพิจารณาความเหมาะสมของรายการที่ประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กำหนดค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

- 1) คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้เหมาะสมมากที่สุด
- 2) คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้เหมาะสมมาก
- 3) คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้เหมาะสมปานกลาง
- 4) คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ พอใช้
- 5) คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 หมายความว่า ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ควรปรับปรุง

ผลการหาคุณภาพของแบบประเมินการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า แบบประเมินการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.55)

2.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมและบันทึกข้อมูลของผู้สอนที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักการ แนวคิด ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณ
- 2) กำหนดจุดประสงค์ในการสังเกตการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ
- 3) กำหนดพฤติกรรม คุณลักษณะย่อยของแต่ละพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ และเลือกคุณลักษณะย่อยที่สามารถวัดได้ มาสร้างเป็นแบบสังเกตพฤติกรรม
- 4) สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณที่ครอบคลุมองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย การแยกย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะ (Rubric score) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

- 5 หมายถึง สามารถจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณได้ดี
มาก
- 4 หมายถึง สามารถจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณได้ดี
ปานกลาง
- 3 หมายถึง สามารถจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณได้
พอใช้
- 2 หมายถึง สามารถจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณได้
ปรับปรุง
- 1 หมายถึง สามารถจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณต้อง
ปรับปรุง
- เมื่อกำหนดคะแนนความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณแล้วกำหนดค่าคะแนนเฉลี่ยและการแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้
1. คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 หมายความว่า จัดการ
เรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ระดับดีมาก
 2. คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 หมายความว่า จัดการ
เรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ระดับดี
 3. คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 หมายความว่า จัดการ
เรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ระดับพอใช้
 4. คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 หมายความว่า จัดการ
เรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ระดับควรปรับปรุง
 5. คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 หมายความว่า จัดการ
เรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ระดับต้องปรับปรุง
- 5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง
คำนวณให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำ
- 6) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง
คำนวณ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของข้อความ และการใช้ภาษา
- 7) นำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาประเมินความเหมาะสม
โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยพบว่า แบบสังเกตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.53)
- 8) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข
ในส่วนที่ต้องได้รับการปรับปรุง ด้านการจัดลำดับหมวดหมู่ของข้อความโดยจัดตามลำดับของ

การจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมตามแผน และการวัดและประเมินผล แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

2.3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียน

แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน มีลักษณะของข้อสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) กำหนดเนื้อหาสาระ และจุดมุ่งหมายในการจัดทำแบบวัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นปีที่ 2
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ ดังตาราง 12

ตาราง 12 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ สำหรับผู้เรียน

| เนื้อหา | จุดประสงค์ | จำนวนข้อสอบ | จำนวนข้อสอบที่ต้องการ |
|---|---|-------------|-----------------------|
| | | 40 (ข้อ) | 32 (ข้อ) |
| 1. การคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย ความหมาย ความสำคัญ หลักการ องค์ประกอบ กระบวนการ และการประยุกต์ใช้งานการคิดเชิงคำนวณ | 1. บอกความหมายและความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ | 5 | 4 |
| | 2. อธิบายกระบวนการคิดของการคิดเชิงคำนวณ | 5 | 4 |
| | 3. อธิบายหลักการของการคิดเชิงคำนวณ | 5 | 4 |
| | 4. วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ | 7 | 5 |
| 2. การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ | 5. แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงคำนวณ | | |
| 3. ตัวอย่างปัญหาสถานการณ์แนวคิดเชิงคำนวณ | 6. ออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ | 8 | 7 |
| 4. การออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ | | | |
| 5. การลำดับขั้นตอนแก้ปัญหาจะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ | | 10 | 8 |

3) เขียนข้อสอบให้มีข้อความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ของหลักสูตรที่วิเคราะห์ไว้ จำนวน 40 ข้อ แล้วจัดทำเป็นแบบทดสอบ กำหนดเกณฑ์ของคะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

4) นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียนและข้อความคำถามด้านความคิดเชิงคำนวณไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและสำนวนภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียนที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ และความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าความเหมาะสมสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 -1.00

6) นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียนที่ตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง และผ่านการเรียนในเนื้อหาการคิดเชิงคำนวณมาแล้ว จำนวน 30 คน จากโรงเรียนมัธยมวัดกลางโกสุม สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม แล้วนำมาตรวจให้คะแนน

7) นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าความหาค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.40-0.70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.97

8) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณทั้งฉบับ โดยใช้ สูตร KR-20 ของ Kuder – Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98

9) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียนฉบับสมบูรณ์

3. ดำเนินการฝึกอบรม ดำเนินการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมตามที่กำหนด โดยฝึกอบรมในห้องอบรม จำนวน 2 วัน (14 ชั่วโมง)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลจากการประเมินความรู้ความเข้าใจความสามารถในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการดังนี้

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังการฝึกอบรม และการประเมินการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

6. นำหลักสูตรจากการศึกษานำร่องมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่พบข้อบกพร่อง เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

การดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นการนำหลักสูตรที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรแล้ว นำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีแบบแผนการทดลองและการทดลองใช้หลักสูตรดังนี้

แบบแผนการทดลองใช้หลักสูตร

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการทดลองใช้หลักสูตรแบบ (Quasi Experimental Research) เป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2536) ดังรูปแบบต่อไปนี้

| สอบก่อน | ทดลอง | สอบหลัง |
|----------------|-------|----------------|
| O ₁ | X | O ₂ |

เมื่อ O₁ แทน การทดสอบก่อนการใช้หลักสูตร

X แทน การจัดกิจกรรมตามหลักสูตร

O₂ แทน การทดสอบหลังการใช้หลักสูตร

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 14 คน และผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเอกชนสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 185 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้หลักสูตร (Field Study) ในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ เป็นครูผู้สอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชน
สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 4 คน และกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 123 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกำหนด
เกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตาราง

ตาราง 13 จำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้เรียน เกณฑ์ที่ใช้ในการสุ่มร้อยละ 70

| ครู | จำนวนนักเรียนทั้งหมด (คน) | จำนวนนักเรียนที่ได้ (คน) |
|------------|---------------------------|--------------------------|
| ครูคนที่ 1 | 96 | 65 |
| ครูคนที่ 2 | 52 | 34 |
| ครูคนที่ 3 | 24 | 15 |
| ครูคนที่ 4 | 13 | 9 |

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1.1 หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิด

เชิงคำนวณ

2.1.2 เอกสารประกอบการฝึกอบรม ได้แก่ คู่มือการใช้หลักสูตร

แผนการฝึกอบรม ใบงาน ใบความรู้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจการคิดเชิงคำนวณก่อนและ

หลังการฝึกอบรม

2.2.2 แบบประเมินการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง

คำนวณ

2.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2.2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียน

3. การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่
ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้การอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) ตามแนวทฤษฎีการสร้าง
ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist) หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ การเรียนรู้แบบนำตนเอง

และการชี้แนะ (Coaching) โดยวิทยากรที่เลี้ยงตามขั้นตอนการดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ มีกระบวนการดำเนินการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในห้องอบรม

เป็นการฝึกอบรมตามรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) ประยุกต์ใช้หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist) มีขั้นตอนดำเนินกิจกรรมฝึกอบรมตามขั้นตอนการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ดังนี้ ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นเรียนรู้โดยลงมือทำ ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน และขั้นสรุปและประเมินผล โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ใช้เวลา 2 วัน รวม 14 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการหลังฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในห้องอบรม

โดยครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมนำหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบแล้ว ไปทดลองใช้จัดการเรียนรู้กับผู้เรียนในชั้นเรียน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 สัปดาห์ มีการนิเทศ ติดตาม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สังเกตการสอนของครูในชั้นเรียน โดยมีเพื่อนครูที่ผ่านการอบรมและผู้เชี่ยวชาญร่วมสังเกตและสะท้อนผลหลังสอน ด้วยวิธีการชี้แนะ (Coaching) ซึ่งทำการสังเกตครูผู้สอน คนละ 2 รอบ นิเทศติดตามทั้งในชั้นเรียนและแบบออนไลน์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการดำเนินการฝึกอบรม โดย

4.1.1 ทดสอบก่อนการฝึกอบรมโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ

4.1.2 ประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ในระหว่างการพัฒนาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

4.1.3 ทดสอบหลังการฝึกอบรมโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ

4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดย

4.2.1 ประเมินการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

4.2.2 วัดการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนผลการทดสอบก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม และวิเคราะห์ผลจากการประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

และผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) นำมาสรุป และเสนอรายงานผลการวิจัยต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. สถิติพื้นฐานได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

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

| | | | |
|-------|-----------|-----|----------------------|
| เมื่อ | S | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| | X | แทน | คะแนนแต่ละตัว |
| | \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ย |
| | n | แทน | จำนวนคะแนนในกลุ่ม |
| | Σ | แทน | ผลรวม |

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบประเมิน และแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดัชนี ค่าความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

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

| | | | |
|-------|----------|-----|---|
| เมื่อ | IOC | แทน | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ |
| | R | แทน | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |
| | $\sum R$ | แทน | ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด |
| | n | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

2.2 การหาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจการคิดเชิงคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\text{สูตร } P = \frac{R}{N}$$

| | | | |
|-------|---|-----|---|
| เมื่อ | P | แทน | ค่าความยาก |
| | R | แทน | จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด (Ru + Rl) |
| | N | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากับ 2f) |

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discriminations) ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ และแบบทดสอบวัดการคิดเชิงคำนวณ โดยการใช้สูตร (r) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$r = \frac{R_u - R_l}{f}$$

| | | | |
|-------|----------------|-----|-----------------------------------|
| เมื่อ | r | แทน | ค่าอำนาจจำแนก |
| | f | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ |
| | R _u | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก |
| | R _l | แทน | จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก |

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้ KR-20 ของ Kuder – Richardson ((บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

3. สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณกับครูที่ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ใช้ The Wilcoxon signed rank test (สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ, 2545)

พหุบัณฑิต ชีวะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการสร้างหลักสูตร

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้หลักสูตร

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

1. ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร ผู้วิจัยพัฒนาหลักสูตรตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler, 1949) ซึ่งประกอบด้วย หลักการและเหตุผลในการพัฒนาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร การเลือกประสบการณ์ในการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล กำหนดระยะเวลาการดำเนินการเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ระยะที่ 2 การสร้างหลักสูตร และระยะที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาการคิดเชิงคำนวณอย่างมีระบบ

ศึกษาการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ พบว่า หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณจะสำเร็จได้ต้องนำหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่มาเป็นหลักการสำคัญในการจัดกิจกรรม โดยยึดหลักที่ว่า ผู้ใหญ่แต่ละคนเป็นผู้มีวุฒิภาวะที่สมบูรณ์ มีความต้องการและมีความสามารถที่จะเป็นผู้ชี้แนะตนเอง ใช้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยการนำประสบการณ์เดิมมาผสานกับประสบการณ์ใหม่จากการลงมือทำกิจกรรมฝึกอบรม รวมถึงการสร้างบรรยากาศในการฝึกอบรมให้ส่งเสริมการเรียนรู้ โดยให้ผู้เข้าอบรมมีความต้องการที่จะฝึกอบรมอย่างเต็มใจและกระตือรือร้น สร้างแรงจูงใจให้ผู้ใหญ่เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ เลือกสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ตรงกับกิจกรรมที่ทำ กำหนดเนื้อหาที่น่าสนใจ ใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง เลือกวิธีฝึกอบรมโดยเน้นการฝึกปฏิบัติ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้หลังการปฏิบัติในแต่ละกิจกรรม ตลอดจนผู้เข้าอบรมได้สะท้อนความคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมการฝึกอบรม และเมื่ออบรมเสร็จแล้วสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้จริง เป็นไปตาม

หลักการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ คือ การให้ความรู้ควบคู่กับการฝึกปฏิบัติ และที่สำคัญคือ ความสามารถในการปฏิบัติเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพร้อมนำไปปฏิบัติกับงานจริงได้ ศึกษาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ โดยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้นั้นเน้นให้ครูได้พัฒนาสมรรถนะ ทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย สมรรถนะในการออกแบบการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยีและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวิธีการที่หลากหลายเป็นไปตามความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ศึกษา หลักการนิเทศ โดยวิธีการชี้แนะ (Coaching) ในการร่วมแก้ปัญหา พัฒนาความรู้ ทักษะและ ความสามารถในการทำงาน เป็นรายบุคคล และกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมเกิดการเรียนรู้และ พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตามขั้นตอนการนิเทศแบบชี้แนะ ซึ่งผู้เข้าอบรมประเมินตนเองโดยการบอกเล่า วิธีการทำงานของตนที่ผ่านมา ผู้ชี้แนะต่อยอดเรื่องให้ผู้เข้าอบรมเล่า และสรุปผลการชี้แนะโดยเปิด โอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้สรุปผลการชี้แนะเพื่อให้ได้หลักการสำคัญนำไปปรับปรุงการจัดการ เรียนการสอนของตน

การศึกษาคิดเชิงคำนวณ พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มีรูปแบบ เทคนิคและแนวทางที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของสถานการณ์และปัญหาที่พบ การจัดการเรียนรู้ควรใช้วิธีการ เทคนิคที่หลากหลาย เน้นการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ การใช้เกม การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การใช้สถานการณ์ปัญหา การทำโครงงาน เป็นต้น เนื่องจากในการเรียนรู้นั้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการฝึกคิดและการฝึก ปฏิบัติ จัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นฐาน ใช้รูปแบบการสอนโดยการแก้ปัญหาที่มุ่งให้ ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ฝึกวิเคราะห์ปัญหา เชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ ความรู้ โดยมุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา สร้างบรรยากาศการจัดการ เรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ โดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรม นำประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดและมีส่วนร่วมใน กิจกรรม ตลอดจนการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

2. ผลการศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้อการคิดเชิงคำนวณ จากการสอบถาม ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้อการคิดเชิงคำนวณของและการสนทนากลุ่มครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี พบว่า ครูส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 26 ปี – 30 ปี จำนวน 16 คน ร้อยละ 38.09 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 35 คน ร้อยละ 85 สาขาที่จบมากที่สุด คือ วิทยาศาสตร์ จำนวน 18 คน ร้อยละ 45.23 มีประสบการณ์ในการทำงานน้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 35.71 มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 21 คน ร้อยละ 50 เคยเข้าร่วมการฝึกอบรมในหัวข้อหลักสูตรการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) จำนวน 23 คน ร้อยละ 54.76 จำนวนครั้งที่เคยเข้าร่วมฝึกอบรมอยู่ระหว่าง 1-5 ครั้ง ครูมีความเห็นว่า

การจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ (การคิดเชิงคำนวณ) เป็นปัญหาสำหรับตัวเอง จำนวน 23 คน ร้อยละ 54.76 ผลการสอบถามความรู้ความเข้าใจด้านการคิดเชิงคำนวณของครู โดยครูมีความเห็นว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความรู้เช่นเดียวกับการอ่านออกเขียนได้ และเห็นว่าการคิดเชิงคำนวณเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และวิธีการที่จะส่งเสริมและพัฒนาครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน คือ การฝึกอบรม และเทคโนโลยีที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนการคิดเชิงคำนวณ คือ คอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และสื่อมัลติมีเดีย

3. ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ จากการศึกษาสนทนากลุ่มครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ครูทุกคนต้องการที่จะพัฒนาตนเองในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ โดยการฝึกอบรม โดยเสนอกระบวนการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ควรมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การให้องค์ความรู้กับครูผู้สอน 2) มีวิทยากรหรือพี่เลี้ยงพาทำกิจกรรม 3) มีกิจกรรมให้ครูร่วมกันฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ 4) ให้ครูแต่ละคนได้นำเสนอผลจากการทำกิจกรรม และ 5) ครูร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม โดยมีเนื้อหาสาระในการฝึกอบรม ดังนี้ การออกแบบการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณ การจัดทำสื่อ การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ ตามเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การแยกปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย การคิดหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการคิดลำดับขั้นตอนอัลกอริทึม ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ มีการนำเสนอปัญหาและคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน มีการฝึกคิดวิเคราะห์และฝึกคิดแก้ปัญหาโดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันปฏิบัติเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล และเน้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปเป็นความรู้ได้ด้วยตนเอง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย มีการจัดทำสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลตามสาระองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ สามารถวัดและประเมินผลได้โดยเน้นให้มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

ตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และนำผลจากการสนทนากลุ่มมากำหนดกรอบในการร่างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการ

พัฒนาหลักสูตร โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร กำหนดเนื้อหาในหลักสูตร โดยใช้กรอบ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ศึกษาองค์ประกอบของหลักสูตรและยกร่างหลักสูตร ได้องค์ประกอบของ หลักสูตร ดังนี้ 1. หลักการของหลักสูตร 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 3. เนื้อหาสาระของหลักสูตร กระบวนการและกิจกรรมการฝึกอบรม ระยะเวลาในการฝึกอบรม สื่อและอุปกรณ์ และ 4. การวัด และประเมินผล ปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครู ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และประเด็นการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร

| รายการประเมิน ความเหมาะสมของหลักสูตร | \bar{X} | S.D. | ระดับ ความเหมาะสม | ข้อเสนอแนะ |
|---|-----------|------|----------------------|-----------------------------------|
| 1. หลักการของหลักสูตร | 4.40 | 0.95 | มาก | ขยายความชัดเจน ของแต่ละประเด็น |
| 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร | 4.80 | 0.50 | มากที่สุด | |
| 3. โครงสร้างของหลักสูตร | 4.60 | 0.57 | มากที่สุด | |
| 4. เนื้อหาสาระของหลักสูตร | 4.60 | 0.57 | มากที่สุด | |
| 5. กิจกรรมการฝึกอบรม | 4.80 | 0.50 | มากที่สุด | เพิ่มกิจกรรมให้มากขึ้น |
| 6. สื่อประกอบการฝึกอบรม | 4.40 | 0.95 | มาก | |
| 7. การวัดและประเมินผล | 4.20 | 0.95 | มาก | |
| 8. การเตรียมการก่อนการฝึกอบรม | 4.20 | 0.50 | มาก | |
| 9. การดำเนินการระหว่างฝึกอบรม | 4.20 | 0.50 | มาก | |
| 10. การดำเนินการหลังฝึกอบรม | 4.20 | 0.50 | มาก | |
| 11. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม | 4.20 | 0.50 | มาก | |
| 12. กระบวนการฝึกอบรม | 4.60 | 0.57 | มากที่สุด | |
| 13. โครงสร้างการฝึกอบรม | 4.40 | 0.50 | มาก | |
| 14. ตารางการฝึกอบรม | 4.80 | 0.50 | มากที่สุด | |

ตาราง 14 (ต่อ)

| รายการประเมิน ความเหมาะสมของหลักสูตร | \bar{X} | S.D. | ระดับ ความเหมาะสม | ข้อเสนอแนะ |
|---|-------------|-------------|----------------------|---------------------|
| 15. แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 | 4.00 | 0.81 | มาก | |
| 16. แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 | 4.00 | 0.81 | มาก | |
| 17. แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 | 4.40 | 0.81 | มาก | |
| 18. แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 | 4.80 | 0.81 | มากที่สุด | |
| 19. แนวทางการประเมินผล | 4.00 | 0.81 | มาก | กำหนดเกณฑ์ให้ชัดเจน |
| 20. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล | 4.00 | 0.81 | มาก | |
| รวม | 4.32 | 0.67 | มาก | |

จากตาราง 14 ความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.67) โดยองค์ประกอบที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร รองลงมา คือ กิจกรรมการฝึกอบรม ตารางการฝึกอบรม แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 โครงสร้างของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร กระบวนการฝึกอบรม หลักการของหลักสูตร สื่อประกอบการฝึกอบรม โครงสร้างการฝึกอบรม แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การวัดและประเมินผล การเตรียมการก่อนการฝึกอบรม การดำเนินการระหว่างฝึกอบรม การดำเนินการหลังฝึกอบรม ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แนวทางการประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงเพื่อให้หลักสูตรมีความเหมาะสมและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ผลการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

| ประเด็นการปรับปรุง | การปรับปรุงหลักสูตร |
|--|--|
| <p>หลักการของหลักสูตร</p> <p>1. ควรขยายข้อความตามที่ระบุไว้ในหลักการ ในประเด็น การสร้างความรู้ การสะท้อนคิด การเชื่อมโยงความรู้ การคิดวิเคราะห์</p> <p>2. เพิ่ม TPACK ในหลักการของหลักสูตร</p> | <p>1. เพิ่มเติมขยายการสร้างความรู้ การสะท้อนคิด การเชื่อมโยงความรู้ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา</p> <p>2. นำความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี มาใช้ในการ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน และแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์</p> |
| <p>เนื้อหาสาระของหลักสูตร</p> <p>ควรเน้นการสอนการคิดเชิงคำนวณในแต่ละ องค์ประกอบ การสอนการหารูปแบบ การสอน การคิดเชิงนามธรรมและการสอนการออกแบบ อัลกอริทึม แทนการเน้นเนื้อหาที่เป็นความรู้</p> | <p>เพิ่มแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบ ของการคิดเชิงคำนวณ ให้ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้ แนวทางการจัดการเรียนรู้การคิดแยกย่อย แนวทางการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการ เรียนรู้การหารูปแบบ แนวทางการจัดการเรียนรู้อ การการคิดเชิงนามธรรมและแนวทางการจัดการ เรียนรู้อัลกอริทึม</p> |
| <p>6. สื่อประกอบการฝึกอบรม ควรระบุสื่อที่ใช้ใน แต่ละกิจกรรมให้ชัดเจน เช่น วีดิทัศน์ เรื่อง อะไร ใช้กับกิจกรรมใด เป็นต้น</p> | <p>ระบุสื่อที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม เช่น วีดิทัศน์ เรื่อง ชีวิตพีช</p> |
| <p>13. โครงสร้างการฝึกอบรมควรระบุวันที่อบรม ให้ชัดเจน</p> | <p>ควรระบุวันที่อบรมให้ชัดเจน เป็นวันแรก และวันที่ 2</p> |
| <p>19. แนวทางการประเมินผล</p> <p>- เพิ่มเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนในการ ประเมินผู้เข้าอบรม ในขณะที่ทำกิจกรรม</p> | <p>เพิ่มเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนในการประเมิน ผู้เข้าอบรม ในขณะที่ทำกิจกรรม</p> |

ผลการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักการของ หลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร สื่อประกอบการฝึกอบรม โครงสร้างการฝึกอบรม และแนวทางการ ประเมินผลทำให้ได้หลักสูตรที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study)

ผลการศึกษานำร่องการใช้หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 3 คน จากโรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม 3 แห่ง ดังนี้

ผลการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณของผู้เข้ารับการอบรม กลุ่มการศึกษานำร่อง จำนวน 3 คน แสดงดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ก่อนและหลังการฝึกอบรม กลุ่มการศึกษานำร่อง

| คนที่ | คะแนนก่อนอบรม | คะแนนหลังอบรม | คะแนนความก้าวหน้า | ร้อยละ |
|---------------|---------------|---------------|-------------------|--------|
| | 30 | 30 | | |
| 1 | 16 | 26 | 10 | 33.33 |
| 2 | 11 | 21 | 10 | 33.33 |
| 3 | 12 | 21 | 9 | 30.00 |
| รวม | 39 | 68 | 29 | |
| \bar{X} | 13 | 22.67 | 9.67 | |
| S.D. | 2.64 | 2.88 | 0.57 | |
| ร้อยละ | 43.33 | 75.56 | 32.22 | |

จากตาราง 16 ผลการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณของผู้เข้ารับการอบรม กลุ่มการศึกษานำร่อง โดยภาพรวมพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรม เท่ากับ 22.67 (S.D. = 2.88) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมเท่ากับ 13.00 (S.D. = 2.64) และมีคะแนนเฉลี่ยของความก้าวหน้าเท่ากับ 9.67 คิดเป็นร้อยละ 32.22

ผลการประเมินความสามารถในการออกแบบ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มการศึกษานำร่อง จำนวน 3 คน แสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรม
การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
กลุ่มการศึกษานำร่อง

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน | | |
|---|--------------|------|----------------|
| | \bar{X} | S.D. | การแปลผล |
| หน่วยการเรียนรู้ | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 2. สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกัน | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 3. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด | 3.67 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 4. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ | 3.33 | 0.58 | เหมาะสมปานกลาง |
| 5. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภาระงานได้ | 3.67 | 0.58 | เหมาะสมมาก |
| 6. การประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ | 3.33 | 0.58 | เหมาะสมปานกลาง |
| 7. เกณฑ์การประเมินผล สะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 8. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม เพียงพอในแต่ละกิจกรรม | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 9. กำหนดเวลาของหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.33 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 10. หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง | 4.33 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| แผนการจัดการเรียนรู้ | | | |
| 11. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ | 4.33 | 0.57 | เหมาะสมมาก |

ตาราง 17 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการประเมิน | | |
|--|--------------|------|------------|
| | \bar{X} | S.D. | การแปลผล |
| 12. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 13. แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานอย่างเหมาะสม | 4.33 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 14. แผนการจัดการเรียนรู้กำหนดวัตถุประสงค์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ | 3.67 | 0.58 | เหมาะสมมาก |
| 15. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียนและระดับชั้นที่เรียน | 3.67 | 0.58 | เหมาะสมมาก |
| 16. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 17. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 18. กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 3.67 | 0.58 | เหมาะสมมาก |
| 19. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด | 4.00 | 1.00 | เหมาะสมมาก |
| 20. มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่หลากหลาย | 4.33 | 0.58 | เหมาะสมมาก |
| ค่าเฉลี่ย | 3.93 | 0.39 | เหมาะสมมาก |

จากตาราง 17 ผลการประเมินความสามารถในการออกแบบ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.93$, S.D. = 0.39)

ผลการสังเกตพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มการศึกษานำร่อง แสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณ กลุ่มการศึกษานำร่อง จำนวน 3 คน

| รายการประเมิน | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 | | | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 | | |
|--|--|------|-------------|--|------|-------|
| | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 1. ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | 4.50 | 0.19 | ดี | 4.89 | 0.19 | ดีมาก |
| 2. ครูดำเนินการสอนอย่างเป็นลำดับตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ | 3.17 | 0.19 | พอใช้ | 4.11 | 0.19 | ดี |
| 3. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแยกย่อย | 3.17 | 0.19 | พอใช้ | 4.11 | 0.19 | ดี |
| 4. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ | 2.50 | 0.33 | ควร ปรับ | 4.11 | 0.19 | ดี |
| 5. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม | 2.50 | 0.19 | ควร ปรับ | 3.78 | 0.19 | ดี |
| 6. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็นขั้นตอน (อัลกอริทึม) | 2.50 | 0.19 | ควร ปรับ | 3.89 | 0.19 | ดี |
| 7. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | 2.84 | 0.19 | พอใช้ | 4.56 | 0.20 | ดีมาก |
| 8. ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน | 3.17 | 0.19 | พอใช้ | 4.11 | 0.19 | ดี |
| 9. ครูมีวิธีการที่หลากหลายในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | 2.84 | 0.19 | พอใช้ | 3.78 | 0.19 | ดี |
| 10. ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | 3.00 | 0.19 | พอใช้ | 4.22 | 0.19 | ดี |

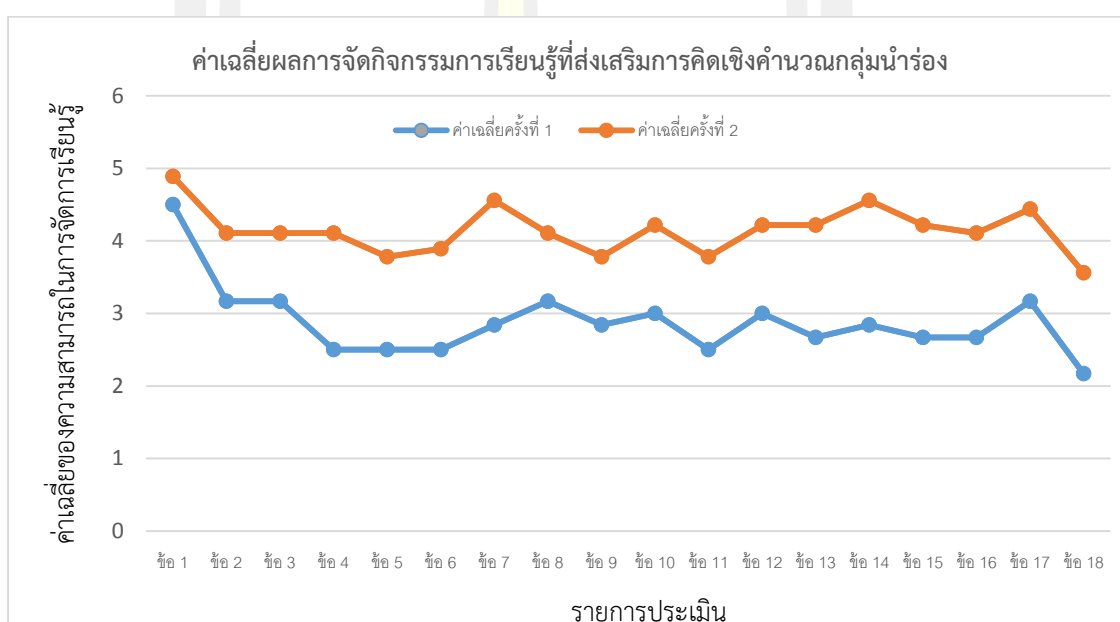
ตาราง 18 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 | | | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 | | |
|---|--|------|-------------|--|------|-------|
| | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 11. ครูมีวิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ ที่หลากหลาย | 2.50 | 0.33 | ควร ปรับ | 3.78 | 0.19 | ดี |
| 12. ผู้เรียนมีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบ คำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | 3.00 | 0.19 | พอใช้ | 4.22 | 0.19 | ดี |
| 13. ผู้เรียนมีการอภิปรายและแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | 2.67 | 0.19 | พอใช้ | 4.22 | 0.19 | ดี |
| 14. ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงาน | 2.84 | 0.19 | พอใช้ | 4.56 | 0.20 | ดีมาก |
| 15. ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จาก สถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหา ได้ | 2.67 | 0.19 | พอใช้ | 4.22 | 0.19 | ดี |
| 16. ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจาก กิจกรรมในบทเรียน | 2.67 | 0.19 | พอใช้ | 4.11 | 0.19 | ดี |
| 17. ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นองค์ความรู้ และ ตอบคำถามในบทเรียน | 3.17 | 0.19 | พอใช้ | 4.44 | 0.20 | ดี |
| 18. ผู้เรียนนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ | 2.17 | 0.33 | ควรปรับ | 3.56 | 0.20 | ดี |
| ค่าเฉลี่ย | 2.88 | 0.49 | พอใช้ | 4.14 | 0.32 | ดี |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 3.52 | | 0.76 | ดี | | |

จากตาราง 18 ผลการประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง
คำนวณ ของครุวิทยาาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน ตามรายการ
ประเมิน พบว่า ครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดี

($\bar{X} = 3.52$, S.D. = 0.76) จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 พบว่า ครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 2.88$, S.D. = 0.49) การสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 พบว่า ครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ในระดับดี ($\bar{X} = 4.14$, S.D. = 0.32)

ผลการวัดความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของครู กลุ่มนําร่อง 3 คน โดยผู้ประเมิน จำนวน 3 คน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



ภาพประกอบ 15 ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของครูกลุ่มนําร่อง 3 คน

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้หลักสูตร

ผลการทดลองใช้หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 4 คน จากโรงเรียน 4 แห่ง โดยมีผลการทดลองใช้ดังนี้

ผลการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการฝึกอบรม แสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ก่อนและหลังการฝึกอบรม

| คนที่ | คะแนนก่อนอบรม | คะแนนหลังอบรม | คะแนน ความก้าวหน้า | ร้อยละ |
|---------------|---------------|---------------|-----------------------|--------|
| | 30 | 30 | | |
| 1 | 17 | 28 | 11 | 36.67 |
| 2 | 13 | 26 | 13 | 43.33 |
| 3 | 11 | 22 | 11 | 36.67 |
| 4 | 14 | 23 | 9 | 30.00 |
| รวม | 55 | 99 | 44 | |
| \bar{X} | 13.75 | 24.75 | 11 | |
| S.D. | 2.50 | 2.75 | 1.63 | |
| ร้อยละ | 45.83 | 82.50 | 36.67 | |

จากตาราง 19 ผลการทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณของผู้เข้ารับการอบรมโดยภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรม เท่ากับ 24.75 (S.D. = 2.75) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมเท่ากับ 13.75 (S.D. = 2.50) และมีคะแนนเฉลี่ยของความก้าวหน้าเท่ากับ 11.00 คิดเป็นร้อยละ 36.67

ผลการประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมาย แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมาย

| รายการประเมิน | ผลการประเมินการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ | | |
|---|---|------|------------|
| | \bar{X} | S.D. | การแปลผล |
| หน่วยการเรียนรู้ | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม | 4.50 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 2. ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกัน | 4.50 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 3. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 4. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ | 4.00 | 0.00 | เหมาะสมมาก |
| 5. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภาระงานได้ | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 6. การประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ | 4.00 | 0.00 | เหมาะสมมาก |
| 7. เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดได้ | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 8. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม เพียงพอในแต่ละกิจกรรม | 4.50 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 9. กำหนดเวลาของหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.50 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| 10. หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง | 4.50 | 0.57 | เหมาะสมมาก |
| แผนการจัดการเรียนรู้ | | | |
| 11. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ | 4.50 | 0.57 | เหมาะสมมาก |

ตาราง 20 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการประเมินการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ | | |
|---|---|------|------------|
| | \bar{X} | S.D. | การแปลผล |
| 12.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 13.แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน อย่างเหมาะสม | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| แผนการจัดการเรียนรู้ | | | |
| 14.แผนการจัดการเรียนรู้กำหนดวัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่ง เรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม การเรียนรู้ | 3.75 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 15.กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียนและระดับชั้นที่เรียน | 4.00 | 0.00 | เหมาะสมมาก |
| 16. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถ ปฏิบัติได้จริง | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 17.กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ ของผู้เรียน | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 18.กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | 3.75 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| 19.การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด | 4.00 | 0.81 | เหมาะสมมาก |
| 20.มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของ ผู้เรียนที่หลากหลาย | 4.25 | 0.50 | เหมาะสมมาก |
| ค่าเฉลี่ย | 4.22 | 0.46 | เหมาะสมมาก |

จากตาราง 20 ผลการประเมินความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.46)

ผลการประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ณ โรงเรียนที่เป็นสถานที่ปฏิบัติงานจริงของครูผู้เข้าอบรมโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการ
เรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตาราง 21

ตาราง 21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม
การคิดเชิงคำนวณ กลุ่มเป้าหมาย 4 คน โดยผู้ประเมิน จำนวน 3 คน

| รายการประเมิน | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 | | | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 | | |
|--|--|------|-------|--|------|-------|
| | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 1. ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | 4.83 | 0.39 | ดีมาก | 4.92 | 0.29 | ดีมาก |
| 2. ครูดำเนินการสอนอย่างเป็นลำดับตามขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ | 3.25 | 0.45 | พอใช้ | 4.42 | 0.51 | ดี |
| 3. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแยกย่อย | 3.33 | 0.65 | พอใช้ | 4.42 | 0.51 | ดี |
| 4. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ | 3.08 | 0.51 | พอใช้ | 4.25 | 0.45 | ดี |
| 5. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม | 2.83 | 0.58 | พอใช้ | 4.08 | 0.29 | ดี |
| 6. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็นขั้นตอน (อัลกอริทึม) | 2.92 | 0.67 | พอใช้ | 4.17 | 0.39 | ดี |
| 7. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | 3.08 | 0.51 | พอใช้ | 4.50 | 0.52 | ดี |
| 8. ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน | 3.00 | 0.43 | พอใช้ | 4.42 | 0.51 | ดี |

ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 | | | ผลการสังเกตพฤติกรรม การจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 | | |
|--|--|------|-------|--|------|-------|
| | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 9. ครูมีวิธีการที่หลากหลายในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | 3.00 | 0.43 | พอใช้ | 4.08 | 0.29 | ดี |
| 10. ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | 3.08 | 0.51 | พอใช้ | 4.33 | 0.49 | ดี |
| 11. ครูมีวิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณที่หลากหลาย | 2.67 | 0.49 | พอใช้ | 3.83 | 0.58 | ดี |
| 12. ผู้เรียนมีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | 3.08 | 0.29 | พอใช้ | 4.25 | 0.45 | ดี |
| 13. ผู้เรียนมีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | 3.00 | 0.60 | พอใช้ | 4.50 | 0.52 | ดี |
| 14. ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงาน | 3.17 | 0.58 | พอใช้ | 4.42 | 0.51 | ดี |
| 15. ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ | 3.00 | 0.60 | พอใช้ | 4.33 | 0.49 | ดี |
| 16. ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน | 3.00 | 0.74 | พอใช้ | 4.25 | 0.45 | ดี |
| 17. ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นองค์ความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน | 2.92 | 0.51 | พอใช้ | 4.50 | 0.52 | ดี |

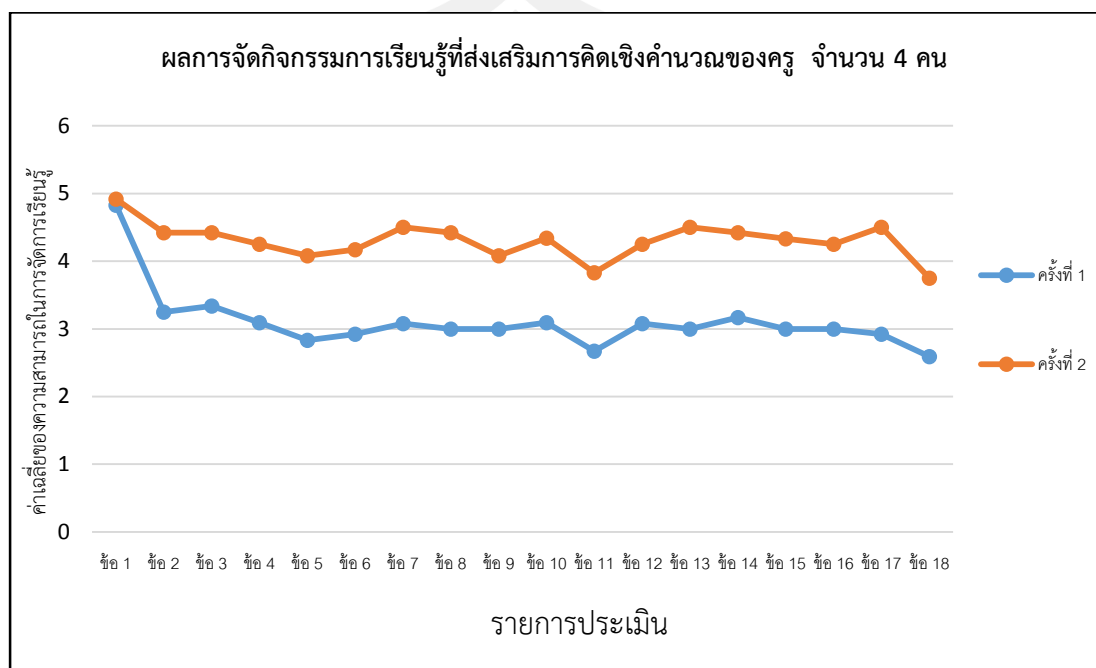
ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 1 | | | ผลการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 | | |
|--|---|------|-------|---|------|-------|
| | \bar{X} | S.D. | แปลผล | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
| 18. ผู้เรียนนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ | 2.58 | 0.51 | พอใช้ | 3.75 | 0.45 | ดี |
| ค่าเฉลี่ย | 3.10 | 0.47 | พอใช้ | 4.30 | 0.45 | ดี |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | | | 3.70 | 0.71 | ดี |

จากตาราง 21 ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 4 คน พบว่าครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.70$, S.D. = 0.71) จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 1 พบว่าครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ในระดับพอใช้ ($\bar{X} = 3.10$, S.D. = 0.47) และการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครู ครั้งที่ 2 พบว่าครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ในระดับดี ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.45) โดยครูผู้สอนมีความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้ในครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น จากครั้งที่ 1 ทุกรายการ



ผลการประเมินความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิง
คำนวณ ของครูจำนวน 4 คน โดยผู้ประเมิน จำนวน 3 คน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



ภาพประกอบ 16 เปรียบเทียบผลการประเมินความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่
ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ของครู 4 คน

ผลการสังเกตที่พบจากการทดลองใช้หลักสูตรในห้องอบรม พบว่า ในระยะแรกครู
มีความกังวลในการเข้าร่วมกิจกรรม ไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น รอทำตามคำบอกของวิทยากร
ซึ่งวิทยากรต้องคอยกระตุ้นโดยใช้คำถามนำอยู่บ่อย ๆ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้แสดงความคิดเห็นออกมา
โดยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแยกย่อย ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรมแบบเกร็ง ๆ เมื่อเข้าสู่ขั้นตอน
การเตรียมความพร้อมในการฝึกอบรมที่วิทยากรได้วางแผนไว้ ผู้เข้าอบรมได้เล่นเกม รับชมสื่อวีดิทัศน์
คลิปรีดิโอ ได้คิดค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันที่วิทยากรนำเสนอ ทำให้
ผู้เข้าอบรมคลายความกังวลใจ มีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบ จากการลงมือปฏิบัติ
ทั้งจากการเล่นเกม ร่วมการปฏิบัติกิจกรรม ผู้เข้าอบรมได้พูดคุยกับเพื่อนครู ได้แลกเปลี่ยนความคิด
และได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยกัน ทำให้ผู้เข้าอบรมพร้อมที่จะเรียนรู้
โดยแต่ละคนได้แสดงศักยภาพของตนเองออกมาได้เป็นอย่างดี

ด้านอุปสรรคและปัญหาที่พบ เนื่องจากจำนวนผู้เข้าอบรมจะมีจำนวนน้อยส่งผลกระทบต่อ
ขั้นตอนของการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งมีอยู่ในวงแคบเพียง 4 คน จึงทำให้

การแลกเปลี่ยนเรียนรู้มีเพียง 1 กลุ่มทำให้การแสดงความคิดเห็นจากประสบการณ์เดิมของครูไม่หลากหลาย และในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมผู้เข้าอบรมได้ร่วมกันทำกิจกรรมทุกขั้นตอน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการแสดงความคิดเห็นจะแทรกอยู่ในขั้นตอนการทำกิจกรรมและเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นผู้เข้าอบรมก็จะช่วยกันเสนอแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกันในกลุ่ม

ผลการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูในชั้นเรียน โดยครูจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ ขณะที่ผู้วิจัยหรือผู้สังเกตการสอนได้บันทึกกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนพบว่า ในระยะแรก ๆ ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบตลอดเวลา ซึ่งในการตอบคำถามในระยะแรก ๆ เป็นการตอบคำถามแบบสั้น ๆ นักเรียนยังไม่แสดงแนวคิดหรืออธิบายคำตอบของตน ซึ่งนักเรียนยังไม่คุ้นกับวิธีการสอนและไม่มั่นใจแล้วว่าคำตอบจะผิด อีกทั้งมีคนแปลกหน้านั่งอยู่ในห้องเรียนด้วยจึงไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ครูต้องคอยกระตุ้นโดยใช้คำถามนำตลอดเวลา นักเรียนบางกลุ่มยังลำดับเรื่องราว เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้ดีเท่าที่ควร ยังทำตามกรอบที่กำหนด กลุ่มที่ทำนอกกรอบเกิดจากการแนะนำของครู เด็กยังคิดเองไม่ได้ ครูกำหนดกรอบการทำงาน ไม่ได้ให้ทำแบบอิสระ ในการทำกิจกรรมครั้งต่อมาเมื่อครูเริ่มให้ทำกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี การจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินต่อไปได้อย่างราบรื่น นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดเหตุผลในการทำกิจกรรม แล้วสรุปแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ได้ นักเรียนกล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้น และเรียนรู้อย่างมีความสุข ซึ่งจากการสนทนากับครูผู้สอนและผู้ร่วมสังเกต สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

“ในการทำงานกลุ่ม ควรให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม นักเรียนจะเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของกลุ่มและรักการทำงานร่วมกับผู้อื่น” (ผู้ร่วมสังเกต)

“การนำเสนอผลงานของกลุ่ม ถ้าผู้เรียนได้ใช้สื่อที่มีขนาดใหญ่และชัดเจน มากกว่านี้จะดีมาก เนื่องจากนักเรียนที่นั่งอยู่ด้านหลังมองไม่เห็นสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ” (ผู้ร่วมสังเกต)

อยากให้เพื่อนมาทำกิจกรรมด้วยกันทุกคนเล่นเกมหลายๆคนสนุกดี (นักเรียน)

เด็ก ๆ ให้ความร่วมมือสนใจทำกิจกรรมเป็นอย่างดี คนที่ไม่ค่อยชอบแสดงความคิดเห็นเมื่อได้ลงมือทำกิจกรรมแล้ว กลับเป็นฝ่ายชวนให้เพื่อน ๆ มาทำกิจกรรมร่วมกัน คนที่ไม่ชอบพูดก็มีโอกาสได้พูดคุยกับเพื่อนในขณะที่ทำกิจกรรม นักเรียนมีความสุข และสนุกในการเรียนรู้สังเกตจากสีหน้า ท่าทาง จะมีเสียงพูดคุยและหัวเราะออกมาอย่างสม่ำเสมอ บางครั้งก็มีเสียงบ่นเมื่อเพื่อน ๆ มีความเห็นไม่ตรงกัน (ครูผู้สอน)

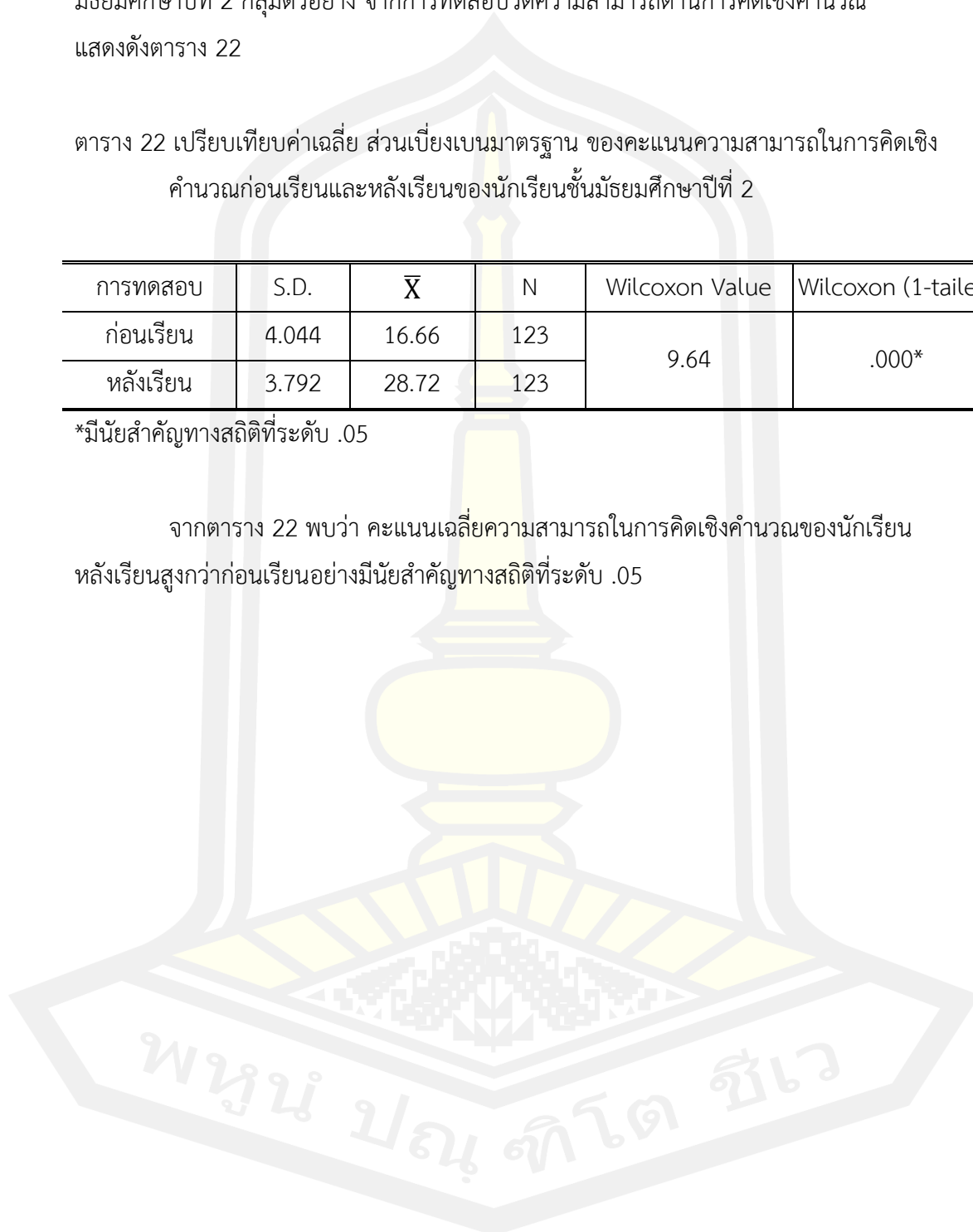
ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง จากการทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ
แสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการคิดเชิง
คำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| การทดสอบ | S.D. | \bar{X} | N | Wilcoxon Value | Wilcoxon (1-tailed) |
|-----------|-------|-----------|-----|----------------|---------------------|
| ก่อนเรียน | 4.044 | 16.66 | 123 | 9.64 | .000* |
| หลังเรียน | 3.792 | 28.72 | 123 | | |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 22 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน
หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

3. เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยศึกษาจาก ผลการใช้หลักสูตรที่เกิดกับครู และผลการใช้หลักสูตรที่เกิดกับผู้เรียน ดังนี้

3.1 ศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม

3.2 ศึกษาความสามารถในออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

3.3 ศึกษาความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในชั้นเรียน

4. ศึกษาความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน

สรุปผล

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถสรุปผลตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานโดยการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรตามรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler, 1949) หลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ แนวคิดการคิดเชิงคำนวณ การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู การอบรมเชิงปฏิบัติการ (Work shop) และการนิเทศแบบชี้แนะ ซึ่งพบว่า หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ครูกลุ่มเป้าหมายให้มีความรู้ ทักษะ และความสามารถตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำหนด

1.2 ผลการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ จากการสอบถามความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณของครูผู้สอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านข้อมูลพื้นฐาน พบว่า ครูส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 26 ปี – 30 ปี จำนวน 16 คน ระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 35 คน สาขาที่จบมากที่สุด คือ วิทยาศาสตร์ จำนวน 18 คน มีประสบการณ์ในการทำงานน้อยกว่า 5 ปี มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนการคิดเชิงคำนวณมาแล้ว จำนวน 21 คน เคยเข้าร่วมการฝึกอบรมในหัวข้อหลักสูตรการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) จำนวน 23 คน จำนวนครั้งที่เคยเข้าร่วมฝึกอบรมอยู่ระหว่าง 1-5 ครั้ง ครูมีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ (การคิดเชิงคำนวณ) เป็นปัญหาสำหรับตัวเอง จำนวน 23 คน และด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณของครู พบว่า ครูมีความเห็นว่าการคิดเชิงคำนวณเป็นความรู้เช่นเดียวกับการอ่านออกเขียนได้ การคิดเชิงคำนวณเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และวิธีการที่จะส่งเสริมและพัฒนาครูสามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนคือ การฝึกอบรมครู และเทคโนโลยีที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนการคิดเชิงคำนวณ คือ คอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และสื่อมัลติมีเดีย

1.3 ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ จากการสนทนากลุ่มครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ครูทุกคนต้องการที่จะพัฒนาตนเองในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ โดยการฝึกอบรม โดยเสนอกระบวนการพัฒนาสมรรถนะ

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ควรมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การให้องค์ความรู้ครูผู้สอน 2) มีวิทยากรหรือพี่เลี้ยงพาครูทำกิจกรรม 3) ให้ครูร่วมกันฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ 4) ให้ครูแต่ละคนได้นำเสนอผลจากการทำกิจกรรม และ 5) ครูร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม โดยมีเนื้อหาสาระในการฝึกอบรม ดังนี้ การออกแบบการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณ การจัดทำสื่อ การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ ตามเนื้อหาและองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การแยกปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย การคิดหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการคิดลำดับขั้นตอนอัลกอริทึม ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ มีการนำเสนอปัญหาและคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน มีการฝึกคิดวิเคราะห์และฝึกคิดแก้ปัญหาโดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันปฏิบัติเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล และเน้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปเป็นความรู้ได้ด้วยตนเอง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning โดยใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย มีการจัดทำสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ตามสาระองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ สามารถวัดและประเมินผล ได้โดยเน้นให้มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง

2. การสร้างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานและความต้องการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มาดำเนินการพัฒนาหลักสูตรโดยกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร กำหนดเนื้อหาในหลักสูตร โดยใช้กรอบเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ศึกษาองค์ประกอบของหลักสูตรและยกร่างหลักสูตร ได้ขอประกอบของหลักสูตร ดังนี้ 1. หลักการของหลักสูตร 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 3. เนื้อหาสาระของหลักสูตร กระบวนการและกิจกรรมการฝึกอบรม ระยะเวลาในการฝึกอบรม สื่อและอุปกรณ์ 4. การวัดและประเมินผล กำหนดเนื้อหาในกิจกรรมการฝึกอบรมเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การแยกย่อย การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรม และการคิดลำดับขั้นตอนอัลกอริทึม ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.67)

3 การทดลองใช้หลักสูตร

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 4 คน จากจำนวนโรงเรียน 4 แห่ง โดยมีผลการทดลองใช้ ดังนี้

1. ครูมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณในระดับที่สูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกอบรม เท่ากับ 24.75 (S.D. = 2.75) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการ

ฝึกอบรมเท่ากับ 13.75 (S.D. = 2.50) และมีคะแนนเฉลี่ยของความก้าวหน้าเท่ากับ 11.00 คิดเป็นร้อยละ 36.67

2. ครูมีความสามารถในการออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ อยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 4.22, S.D. = 0.46)
3. ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณโดยรวม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี (\bar{X} = 3.70, S.D. = 0.71)
4. ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยตามขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอน ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพ สามารถใช้พัฒนาครูผู้สอนให้มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ สาเหตุที่ทำให้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีคุณภาพส่งเสริมให้กลุ่มเป้าหมายมีความรู้ ทักษะ คุณลักษณะและสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถอภิปรายผลการวิจัยตามประเด็นสำคัญที่ค้นพบจากการวิจัยได้ ดังนี้

1. การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณนั้น เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากสอบถามความรู้ความเข้าใจด้านการคิดเชิงคำนวณ นำข้อมูลและผลที่ได้มากำหนดเป็นประเด็นในการสนทนากลุ่มครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อศึกษาถึงความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นกรอบร่างหลักสูตรที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของครูผู้สอน โดยผู้วิจัยมีการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างรอบคอบเป็นระบบและรัดกุม โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำการสนทนากลุ่มครูผู้สอนเพื่อรับทราบปัญหาและความต้องการจำเป็นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของ

ครูอย่างแท้จริง ผู้วิจัยทำการจัดบันทึกข้อมูลด้วยตนเองและการใช้บันทึกเสียงในการสนทนากลุ่ม เพื่อป้องกันการขาดหายของข้อมูล พบว่า ครูส่วนใหญ่มีความสนใจและต้องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนเองโดยการฝึกอบรม ครูมีความต้องการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้และเทคนิคการสอนในรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อย่างสม่ำเสมอ โดยคาดหวังที่จะได้เทคนิค วิธีการจัดการเรียนการสอน คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนจริง ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นมาใช้เป็นกรอบแนวทางในการยกร่างหลักสูตร ทำให้ได้กรอบแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ที่ครอบคลุมตามองค์ประกอบของแนวคิดการคิดเชิงคำนวณของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้รูปแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนในการดำเนินการฝึกอบรม ดังนี้ 1) ให้ความรู้ผู้เข้าอบรม 2) ให้ผู้เข้าอบรมลงมือปฏิบัติกิจกรรม 3) สะท้อนผลและการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4) สรุปและสร้างเป็นความรู้ใหม่ สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรของสังกัด อุทยานันท์, 2532 : กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : ชวลิต ชูกำแพง, 2559 : สมทรง สิทธิ, 2561 : Tyler, 1949 : Taba (1962) ; Saylor, Alexander และ Lewis (1981) ; Vella 1995) ที่ให้ความเห็นตรงกันว่า ในการพัฒนาหลักสูตรควรมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน โดยทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการจำเป็นต่าง ๆ ก่อนเสมอ อีกทั้งยังเชื่อมโยงกับหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ในการออกแบบการเรียนรู้ การฝึกอบรมให้สัมพันธ์กับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ต้องมีการวิเคราะห์ ประสิทธิภาพของผู้ใหญ่แต่ละคนอย่างละเอียด การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อให้ผู้ใหญ่เรียนรู้ได้ดี ถ้าหากว่าการเรียนรู้นั้นตรงกับความต้องการและความสนใจ (Decenzo และ Rabin, 2007) จากหลักการนี้ได้มีผู้นำไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตร และรูปแบบการวิจัยเพื่อพัฒนาครู สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิลรัตน์ โคตะ (2558) และอริสา นพคุณ (2560) ที่ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาสมรรถนะครู โดยดำเนินการการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และการประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาแนวทางเพื่อพัฒนาครูเพื่อนำไปกำหนดกรอบการสร้างหลักสูตร อีกทั้งในงานวิจัยต่างประเทศ ของ Curzon และคณะ (2014) และ Sentance และ Csizmadia (2017) ได้ทำการสำรวจครูในสหราชอาณาจักร พบว่า ครูขาดความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดการคิดเชิงคำนวณ จึงได้เสนอการอบรมเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ มาแนะนำแนวความคิดการคิดเชิงคำนวณ และสร้างความมั่นใจให้กับครูในการสอน การคิดเชิงคำนวณ โดยหลังอบรมอาจารย์ระบุว่า การประชุมเชิงปฏิบัติการมีส่วนร่วมสร้างแรงบันดาลใจและสร้างความมั่นใจ ครูส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการสอน การคิดเชิงคำนวณ และครูบางคนยังต้องการการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มความมั่นใจระดับทักษะการสอนเกี่ยวกับการคำนวณ และ Alfayez (2018) ได้สำรวจระดับความเชี่ยวชาญแนวคิดเชิงคำนวณ ในครูชาย จำนวน 55 คน ที่สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐ 42 แห่ง ที่ใช้ระบบการศึกษารายวิชา (CS) ในเมืองรียาด

ประเทศชาติอาระเบีย ผลการศึกษาพบว่า ครู 36 คน สามารถรับรู้ได้ว่า CT เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคน และมีครู 41 คน ที่ทำคะแนนได้น้อย สรุปได้ว่า ครูชายที่สอนวิทยาการคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่มีระดับความเชี่ยวชาญด้านแนวคิดของ CT ต่ำ 74.54% และ 23.64% ของครู CS มีความรู้ CT ที่ยอมรับได้ ครู CS ส่วนใหญ่ (N = 36) ยังไม่สามารถกำหนด CT ได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมอย่างมืออาชีพ และกลยุทธ์การสอนที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเพื่อพัฒนาทักษะ CT ของนักเรียน คือ การเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้ร่วมมือ และการแก้ปัญหา เทคโนโลยีที่ครูใช้เพื่อพัฒนาทักษะ CT ของนักเรียน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โปรเจกเตอร์ และสมาร์ทบอร์ด

2. พัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณสำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีระยะในการพัฒนา 3 ระยะ คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การพัฒนาหลักสูตร และการทดลองใช้หลักสูตร โดยมีองค์ประกอบของหลักสูตร ประกอบด้วย หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมของหลักสูตร การวัดและประเมินผล โดยกำหนดเนื้อหาในกิจกรรมการฝึกอบรมเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 การแยกย่อย หน่วยที่ 2 การคิดหารูปแบบ หน่วยที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม และหน่วยที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม ซึ่งพบว่า หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจาก มีกระบวนการพัฒนาหลักสูตรอย่างเป็นระบบและครอบคลุมทั้งในด้านของโครงสร้างหลักสูตร เนื้อหา สื่อ การฝึกอบรม และเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างแท้จริง แนวคิดกระบวนการพัฒนาหลักสูตรแต่ละขั้นตอนได้มาจากความต้องการของครูผู้สอนที่ร่วมคิด ร่วมออกแบบกิจกรรมของหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยนำรูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการประชุมเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการฝึกอบรมครูที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ผู้เข้าอบรมได้ลงมือทำกิจกรรม ฟังคิด ฟังปฏิบัติและตัดสินใจด้วยตนเอง เรียนรู้โดยการเป็นผู้นำตนเอง สอดคล้องกับ เบเดอร์และบลูม (Bader and Bloom, 1994 ; Vella, 1995) ที่เสนอว่า แนวการจัดฝึกอบรมที่ประสบผลสำเร็จ หลักการฝึกอบรมที่ดีต้องตอบสนองความต้องการของบุคลากรและหน่วยงาน มีการสร้างบรรยากาศการอบรมที่เหมาะสม การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้ให้การอบรมกับผู้รับการอบรม เน้นกระบวนการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติ และจากหลักการเรียนรู้เทคนิคในการสอนผู้ใหญ่ พบว่าผู้ใหญ่จะเรียนรู้ได้ดีต้องมีความพร้อมและต้องการที่จะเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ที่ดีที่สุดคือการลงมือทำ เรียนโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิม

ด้วยการโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ยังไม่รู้ไปหาสิ่งที่รู้แล้ว โดยที่ผู้ใหญ่มักจะมีประสบการณ์ที่มีคุณค่าแตกต่างกันออกไป (Knowles, 1954 ; Stone, 2013 ; สมภพ ปราบณรงค์, 2535) นำแนวคิดชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพมาใช้ในขั้นตอนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในกิจกรรมอภิปรายผลสะท้อนความคิด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ผู้เข้าอบรมจะได้รับความรู้ ทักษะและมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น จากการสะท้อนคิดและกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้หลังการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งในการฝึกอบรมจะให้ความสำคัญกับขั้นตอนนี้ เนื่องจากผู้เข้าอบรมจะต้องนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยผู้เข้าอบรมมีการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ร่วมกันสอดคล้องกับ ชูชัย สมितिไกร (2558) และสันต์ ศูนย์กลาง (2551) ที่ได้กล่าวว่า การฝึกอบรมเป็นกระบวนการพัฒนาบุคคลให้มีความรู้ มีทักษะและเจตคติในการทำงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับการฝึกอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง อีกทั้งในการฝึกอบรมมีวิทยากรที่คอยให้การชี้แนะในการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ได้แนวทางการปฏิบัติที่ดีร่วมกัน ทั้งนี้ในการสร้างหลักสูตรและการกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรนั้นผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบตามแนวคิดของไทเลอร์ (Tyler, 1949) โดยหลักสูตรมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการของหลักสูตร ความมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมของหลักสูตร และการวัดและประเมินผลมีการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมของหลักสูตร และนำร่างหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อประเมินความเหมาะสมทั้งด้านหลักการของหลักสูตร ความมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมของหลักสูตร การวัดและประเมินผล ซึ่งการดำเนินการนี้เป็นกระบวนการในการพัฒนาหลักสูตรที่ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537) และชวลิต ชูกำแหง (2559) เสนอแนะไว้ว่า ให้ใช้การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านหลักสูตร ด้านจิตวิทยา ด้านการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยทำการปรับปรุงร่างหลักสูตรตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในทุกประเด็นที่ได้รับการเสนอแนะ ก่อนจัดทำเป็นหลักสูตรฉบับจริง แล้วทำการศึกษานำร่องโดยการนำหลักสูตรที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพและความเหมาะสมของหลักสูตร แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้หลักสูตรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิด (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537 ; อารง บัวศรี, 2542) ที่กล่าวว่า การทดลองนำร่องเป็นการประเมินผลว่าหลักสูตร วัสดุหลักสูตร หน่วยการเรียนการสอน ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนใช้ในการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพียงใด มีอะไรอีกบ้างที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศักดิ์สิทธิ์ สีหลวงเพชร (2558) และนิลรัตน์ โคตะ (2558) ที่พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครู โดยทำการศึกษานำร่องการใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่างครูก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ทำให้ได้หลักสูตรที่มีคุณภาพ สำหรับนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. ผลการใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้

ผลการใช้หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

1. ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ออกแบบหลักสูตรโดยมีกระบวนการพัฒนาหลักสูตรอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของผู้เข้ารับการอบรมอย่างแท้จริง โดยเนื้อหาสาระของกิจกรรมการฝึกอบรมในหลักสูตรเป็นสิ่งที่ผู้เข้าอบรมต้องการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาสาระตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ทั้ง 4 ด้าน และเมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วผู้เข้าอบรมนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในชั้นเรียนได้จริง อีกทั้งผู้เข้าอบรมได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และนำสิ่งที่ได้จากการลงมือทำและค้นพบมาร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ภายใต้บรรยากาศการอบรมอย่างเป็นกันเอง โดยทุกคนมีอิสระในการแสดงออก มีการสะท้อนผลการปฏิบัติเกิดผลการพัฒนาคุณภาพตามเป้าหมายที่ต้องการ สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (วีชรา เล่าเรียนดี , 2552 ; Vella, 1995) ที่กล่าวว่า ความรู้และวิธีการได้มาซึ่งความรู้จากการสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง การได้ปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม และการเรียนรู้จะได้ผลหากเป็นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติมากกว่าเป็นผู้รับ สอดคล้องงานวิจัยของ Baytak, Land และ Smith (2011) และ Rodríguez del Rey และคณะ (2021) และ Knie, Standl และ Schwarzer (2022) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาการคิดเชิงคำนวณมาใช้กับหลักสูตรการฝึกอบรม ผลการวิจัยพบว่า การนำแนวคิดเชิงคำนวณไปปฏิบัติในหลักสูตรการศึกษาส่งผลต่อความเข้าใจในหลักการพัฒนาการคิดเชิงคำนวณ โดยมีความแตกต่างก่อนและหลังการใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2. ครูมีทักษะในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากครูผู้สอนได้เรียนรู้จากการลงมือทำกิจกรรม ได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตรงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งเป็นการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะและความสามารถของครูให้เกิดสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณ เป็นไปตามเป้าหมายที่หลักสูตรกำหนด อีกทั้งหลักสูตรฝึกอบรมมีความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตรกับกิจกรรมการฝึกอบรม ทั้งด้านเนื้อหา และเวลา โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการนั้นเป็นการให้ความรู้และการฝึกปฏิบัติควบคู่กัน สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ที่ว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิผลเพิ่มขึ้นเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติ และฝึกทำซ้ำ ๆ การฝึกปฏิบัติจริงจะทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ชัดเจนและคงทน นอกจากนี้ผู้เข้าอบรมได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน โดยการนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้มาร่วม

อภิปราย โดยมีวิทยากรผู้ให้การอบรมร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และคอยชี้แนะ ด้วยการโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ยังไม่รู้ไปหาสิ่งที่รู้แล้ว อีกทั้งประสบการณ์ของผู้เข้าอบรมถือว่าเป็นแหล่งของความรู้ที่มีคุณค่า ประสบการณ์ที่แตกต่างกันของสมาชิกในชั้นเรียนของผู้ใหญ่แต่ละคนจะทำให้ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้รับประโยชน์ร่วมกัน (Knowles, 1975) สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ลงมือปฏิบัติ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการซึมซับข้อมูล การนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายทั้งเทคนิคและวิธีการจะช่วยให้กระตุ้นให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551) ซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้มากกว่าการเรียนรู้เพื่อการจำตามที่ครูบอก แตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นครูเป็นผู้ให้ความรู้เป็นสำคัญ (Fosnot and Perry, 1996 ; Glaseisfeld, 1995 ; Wilson, 1996 ; Cobb, 1994 ; Bell, 1993) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Conrad (1996) ที่ได้ทำการวิจัยทดลองกับนักเรียนเกรด 5 โดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาทักษะในการคิด โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีทักษะในการคิด คิววิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ ทำนองเดียวกับ Dol (2015) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อแอนิเมชันเกี่ยวกับการเขียนผังงานเพื่อใช้สำหรับพัฒนาอัลกอริทึม ซึ่งผลที่ได้คือผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนพอใจอย่างมากกับการเรียนด้วยสื่อประเภทนี้

3. ครูมีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยดำเนินการฝึกอบรมโดยกระบวนการฝึกอบรม ทำให้ครูเกิดการเรียนรู้จากการลงมือทำกิจกรรม ได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะ และความสามารถของครูให้เกิดสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณเป็นไปตามเป้าหมายที่หลักสูตรกำหนด อีกทั้งการที่ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้ในระดับที่ดีนั้นเป็นผลมาจากครูผู้สอนได้รับการนิเทศการจัดการเรียนรู้จากวิทยากรและเพื่อนครูผู้เข้ารับการฝึกอบรม ที่ให้การช่วยเหลือแนะนำในรูปแบบของการนิเทศแบบชี้แนะ โดยครูผู้สอนสะท้อนผลการสอนของตน ผู้ชี้แนะต่อยอดการสอนของครูและสุดท้ายครูผู้สอนเป็นผู้สรุปผลการชี้แนะเพื่อให้ได้หลักการสำคัญนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้สอนส่งผลให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ มีผลการเรียนรู้สูงขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของเฉลิมชัย พันธุ์เลิศ (2550) ; มนตรี ภูมี (2549) และ Moon (2004) กล่าวว่า การชี้แนะช่วยให้บุคคลได้สะท้อนความสามารถของตนเพื่อหาจุดที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นการช่วยเหลือรายบุคคลในการนำความรู้ไปใช้ในการทำงานและพัฒนาความสามารถของตน ทำนองเดียวกับหลักการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ กล่าวถึง หลักการเรียนรู้ที่จำเป็นจะต้องนำมาใช้ในการออกแบบพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะที่ว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ปฏิบัติงานซ้ำ Stone (2013) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lye และ Koh (2014) ; Bower และคณะ (2015) และ Menolli และ Neto (2022) ที่ทำการวิจัยการนำแนวคิดและหลักการของการคิดเชิงคำนวณไปใช้

แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยทดลองอบรมปฏิบัติการให้กับครูหมวดวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์จำลองที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Python พบว่า ครูมีความมั่นใจมากขึ้น ในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังจากได้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจในหลักวิชามากขึ้น และเทคโนโลยีทั่วไปที่สามารถเข้าถึงได้ สามารถช่วยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากครูผู้สอนได้รับการฝึกอบรมการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตร โดยมีการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้เกม ใช้สื่อดิจิทัล คอมพิวเตอร์ และสมาร์ตโฟน โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ แนวคิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ลงมือปฏิบัติ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการซึมซับข้อมูล การนำเสนอข้อมูลที่หลากหลาย ทั้งเทคนิคและวิธีการจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา (สมาลี ชัยเจริญ, 2551) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu, 2018 ; บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์, 2560 ; มูนิเราะะ ผดุง, 2561; สุธิวัชร ศุภลักษณ์ (2561) ได้ทำการศึกษาการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน โดยผลการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไปใช้นั้น ควรศึกษาความต้องการของครูผู้สอน ก่อนการใช้หลักสูตร เนื่องจากหลักสูตรนี้สร้างจากความต้องการของครูผู้สอนโรงเรียนเอกชนในสังกัด สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม โดยเนื้อหาสาระอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งความต้องการของครูในแต่ละบริบทอาจแตกต่างกัน

1.2 การนำหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณไปใช้ควรมีการปรับระยะเวลาให้ยืดหยุ่นตามความเหมาะสมของเนื้อหา และครูผู้เข้ารับการ

อบรม จะทำให้กระบวนการฝึกอบรมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เข้าอบรม และมีความต่อเนื่องในการปฏิบัติงาน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการในการแก้ปัญหาที่พบในการดำรงชีวิตได้

2.2 ควรศึกษาผลการนำความรู้ไปใช้กับเนื้อหาวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและเกิดการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมล สุดประเสริฐ. (2537). **การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติงาน**. กรุงเทพฯ : สำนักงาน โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์.
- กรองทอง จิระเดชากุล. (2550). **คู่มือการนิเทศภายในโรงเรียน**. กรุงเทพฯ : ชารอักษร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **แนวทางการพัฒนา การวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : สำนักงาน กวีวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตร.
- กลีน สระทองเนียม. (2556). **การศึกษาชาติรู้ปัญหาต้องผ่าตัด**. กรุงเทพฯ : เดลินิวส์.
- กิตติ เสือแพร และปณิตา วรรณพิรุณ. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่าย สังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริม ทักษะการคิด คำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. **วารสาร บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**, 10(3), 1-13, กันยายน-ธันวาคม.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). **การคิดเชิงวิเคราะห์ Analytical thinking**. กรุงเทพฯ : บริษัทซัคเซส มีเดีย จำกัด.
- จงกลนี ชูติมาเทวินทร์. (2544). **การฝึกอบรมเชิงพัฒนา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พีเอลิฟวิ่ง.
- จรรยา พานิชย์ผลินไชย. (2559). การพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนิสิต ระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. **วารสารมนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์**, 22(2), 25-37.
- จิระประภา อัครบวร. (2549). **สร้างคนสร้างผลงาน**. กรุงเทพฯ : ก.พลพิมพ์ (1996).
- ฉัตรชัย หวังมีจมี. (2560). สมรรถนะของครูไทยในศตวรรษที่ 21 : ปรับการเรียน เปลี่ยนสมรรถนะ. **วารสาร HR intelligence**, 12(2), 47-63.
- เฉลิมชัย พันธุ์เลิศ. (2550). **การพัฒนากระบวนการเสริมสมรรถภาพการชี้แนะของนักวิชาการที่ เลี้ยง โดยใช้การเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ในการอบรมโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชรอยวรรณ ประเสริฐผล. (2556). รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่
โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*,
15 (ฉบับพิเศษ), 43-53.
- ชลิตา ัญญะคุปต์. (2562). *การเรียนรู้กระตุ้นความคิด*. กรุงเทพฯ : สสวท.
- ชวลิต ชูกำแหง. (2559). *การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรแนวคิดและกระบวนการ*. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาญชัย อาจิมสมาจาร. (2547). *การนิเทศการสอนแผนใหม่*. กรุงเทพฯ : โฟร์เพช.
- ชารี มณีศรี. (2542). *การนิเทศการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บุรพาสาน.
- ชูชัย สมितिไกร. (2554). *การฝึกอบรมบุคลากรในองค์กร*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูชัย สมितिไกร. (2556). *การฝึกอบรมบุคลากรในองค์กร*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูชัย สมितिไกร. (2558). *การฝึกอบรมบุคลากรในองค์กร*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2551). *เทคนิคการจัดทำและนำ Job Competency ไปใช้งาน
(ฉบับคนทำงาน)*. กรุงเทพฯ : เอส อาร์ เซนเตอร์.
- ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์. (2527). *การมีส่วนร่วมของประชาชน*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล
- ทศนา แคมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป เมเนจเม้นท์.
- อึ้ง บัวศรี. (2543). *หลักการศึกษาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : แพรววิทยา.
- อึ้งศักดิ์ คงคาสวัสดิ์. (2548). *เริ่มต้นอย่างไรเมื่อจะนำ COMPETENCY มาใช้ในองค์กร*.
กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- นันทกา วารินิน. (2557). รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูสำหรับโรงเรียนสังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 2. *วารสารวิชาการ Veridian
E-Journal*, 7(2), 1-13.
- นิตยา เงินประเสริฐศรี. (2544). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม. *วารสารสังคมศาสตร์และ
มนุษยศาสตร์*, 2(7), 61-62, กรกฎาคม-ธันวาคม.
- นิตชรา ทองธรรมชาติ. (2544). *กลยุทธ์การฝึกอบรมและวิทยาการในยุคโลกาภิวัตน์*. กรุงเทพฯ :
งานประชาสัมพันธ์และมัลติมีเดียศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2553). *การพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- นิลรัตน์ โคตะ. (2558). **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูผู้สอนระดับประถมศึกษาเพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บัญญัติ พูลสวัสดิ์. (2559). การออกแบบเชิงโต้ตอบและการพัฒนาเกม. **JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 6(2 (JUL– DEC).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). **การพัฒนาการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค พรินต์ติ้ง.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2554). **หลักสูตรการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม).
มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). **การบริหารงานวิชาการ**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2536). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 5.
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภาสกร เรืองรอง. (2557). เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21. **Panyapiwat Journal**, 5, 195-207.
- มนตรี ภูมี. (2549). **ศาสตร์แห่งการเปลี่ยนแปลงเพื่อความสำเร็จ**. กรุงเทพฯ : ดีเอ็มจี.
- มูนิธิเราะ ผดุง, ศิริชัย นามบุรี, แพรวศรี เดิมราช และอิสมาแอ ล่าเตงเกะ. (2561). **รายงานการวิจัยผลการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะคำนวณด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้**. ยะลา : มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ยนต์ ชุ่มจิต. (2550). **ความเป็นครู**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- รสสุคนธ์ มกรมณี. (2550). **เรื่องน่าวิจัย: การออกแบบการเรียนรู้เพื่อศตวรรษที่ 21. ใน การประชุมทางวิชาการของคุรุสภา ประจำปี 2557 (น. 15-18)**. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา.
- เริงลักษณ์ โรจนพันธ์. (2539). **เทคนิคการฝึกอบรม**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). **Constructivism**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัชรวิภา เล่าเรียนดี. (2552). **รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2556). **ศาสตร์การนิเทศการสอน และการได้ช้การพัฒนาวิชาชีพ : ทฤษฎี กลยุทธ์สู่การปฏิบัติ**. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์นครปฐม.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). **กระบวนการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิทยา จันทรศิริ. (2551). **การพัฒนาสมรรถนะหลักของผู้บริหารสายสนับสนุนในมหาวิทยาลัยของรัฐในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาคูศึกษบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศักดิ์สิทธิ์ สีหลวงเพชร. (2558). **การพัฒนาหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาคูศึกษบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สงบ ลักษณะ. (2543). **ปฏิรูปหลักสูตร : ที่สอดคล้องกับร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ**. **วารสารกองการศึกษาเพื่อคนพิการ**, 1(1), 29-32.
- สงัด อุทรานันท์. (2530). **การนิเทศการศึกษา:หลักการ ทฤษฎีและการปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มิตรสยาม.
- สงัด อุทรานันท์. (2532). **การนิเทศการศึกษา หลักการ ทฤษฎีและปฏิบัติ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **เอกสารประกอบการอบรมครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาทางสถานีโทรทัศน์เพื่อการศึกษา (ETV) ครั้งที่ 2**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมคิด บางโม. (2544). **เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.
- สมทรง สิทธิ. (2561). **การพัฒนาหลักสูตร**. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์ (มหาสารคาม).
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมภพ ปราบณรงค์. (2535). รายงานการวิจัยความจำเป็นในการฝึกอบรมของสหภาพแรงงานใน

เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพฯ : คณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สันต์ ศูนย์กลาง. (2551). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเสริมสร้างทักษะการปฏิบัติวิชาชีพ

เพื่อพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมสำหรับครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษาดุขุภักดิ์บัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). แนวดำเนินงานของคณะกรรมการเขตพื้นที่

การศึกษาและคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ครูสภา.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2534). คู่มือบริหารโรงเรียนการดำเนินการ

นิเทศภายในโรงเรียนประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครูสภา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). เอกสารการนิเทศการใช้แหล่งเรียนรู้ใน

โรงเรียนและชุมชน. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). คู่มือการประเมินสมรรถนะครู. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2563). บทสรุปผู้บริหารผลการประเมินภายนอก

รอบสาม. [ออนไลน์]. ได้จาก : <https://www.onesqa.or.th/th/download/1082>.

[สืบค้นเมื่อ วันที่ 16 ธันวาคม 2563].

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา. (2548). **มาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการ

คุรุสภา.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). **สภาวะการขาดแคลนครู คณาจารย์และบุคลากร**

ทางการศึกษาและข้อเสนอแนวทางแก้ไข. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579.** กรุงเทพฯ :

พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). **เข้าใจสมรรถนะอย่างง่าย ๆ ฉบับประชาชนและเข้าใจ**

หลักสูตรฐานสมรรถนะอย่างง่าย ๆ ฉบับครูผู้บริหารและบุคลากรทางการศึกษา.

กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม. (2562). **รายงานผลการนิเทศติดตามการพัฒนาคุณภาพ**

การศึกษาโรงเรียนเอกชนในจังหวัดมหาสารคาม. มหาสารคาม : สำนักงานศึกษาธิการ

จังหวัดมหาสารคาม.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2561). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการพัฒนาบุคลากรหลักเพื่อสร้างความเข้าใจเรื่อง การนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสารภูมิศาสตร์ฯ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และพรณี สินธพานนท์. (2555). **พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควรรณศิลป์.
- สุทธนู ศรีไสย์. (2549). **หลักการนิเทศการศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธิวรรณ พีรศักดิ์โสภณ. (2545). **สถิติอนุพาราเมตริก**. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- สุธีวัชร ศุภลักษณ์. (2561). **ระบบการเรียนรู้บนคลาวด์ตามแนวคิดวิศวกรรมผันกลับและเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อส่งเสริมความคิดเชิงประมวลผล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนีย์ ภูพันธ์. (2546). **แนวคิดพื้นฐานการสร้างและการพัฒนาหลักสูตร**. กรุงเทพฯ : โนเลจเซนเตอร์.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2534). **ทฤษฎีธรรมนิยม ในสารานุกรมศึกษาศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, อลิศรา ชูชาติ และปรีชาญ เดชศรี. (2554). กลยุทธ์การพัฒนาครูพี่เลี้ยงตามหลักการเรียนรู้เป็นทีมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร**, 9(2), 84.
- สุภางค์ จันทวานิช. (2531). **การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมน อมรวิวัฒน์. (2546). **การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยที่ 1 - 7**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ป.สัมพันธ์การพิมพ์.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2551). **เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ**. ขอนแก่น : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. (2547). **ความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียนการศึกษาต่อเนื่องสายอาชีพ**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาผู้ใหญ่ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). **ครบเครื่องเรื่องการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- หทัยรัตน์ ดีประเสริฐ. (2562). **โค้ดดิ้งสภิตทักษะที่สำคัญแห่งอนาคต**. กรุงเทพฯ : คมชัดลึก.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2554). การประเมินตนเอง. **วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 17(2), 3-7.
- อริสา นพคุณ. (2560). **การพัฒนาสมรรถนะครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- อุบลวรรณ กิจคณะ. (2560). รูปแบบบทเรียนออนไลน์ แบบกลุ่มสืบเสาะที่มีสแคฟโพลด์ ที่ส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงประมวผล. **วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**, 14(2), 265-280.
- Aho, A.V. (2012). Computation and computational thinking. **The computer journal**, 55(7), 832-835.
- Alfayez, A.A. (2018). **Exploring the Level of Conceptual Mastery in Computational Thinking Among Male Computer Science Teachers at Public Secondary Schools in Saudi Arabia**. Ph.D. Thesis, The University of Toledo.
- Armstrong, D.G. (2003). **Curriculum Today**. New Jersey : Merrill Prentice Hall.
- Atmatzidou Soumela, D.S. (2014). How to support students' computational thinking Rationales. **Journal of Studies in Higher Education**, 8, 5-31.
- Atmatzidou, S. and Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. Paper presented at the Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th. **International Conference Robotics in Education**, 2, 43-50.
- Bader, G.E. and Bloom, A.E. (1994). **Make Your Training Results Last: A Practical Guide to Successful Training Follow-through**. London : Kogan Page.
- Barr, V. and Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?. **Acm Inroads**, 2(1), 48-54.

- Baytak, A., Land, S.M. and Smith, B.K. (2011). Children as Educational Computer Game Designers: An Exploratory Study. **Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET**, 10(4), 84-92.
- Beebe, S. A., Mottet, T.P. and Roach, K. (2004). **Training and development: Enhancing communication and leadership skills**. Boston : Allyn & Bacon.
- Bell, B.F. (1993). **Children science, constructivism and learning in science**. Gelong : Deakin University Press.
- Bloom, B. (1956). **Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain**. New York : McKay.
- Bloom, B.S. (1972). **Taxonomy of Educational Objectives Handbook 1, Cognitive Domain**. New York : Mackay.
- Bower, M. and others. (2015). Teacher conceptions of computational thinking– implications for policy and practice. **Australian Journal of Education**, 3(5), 1-16.
- Bower, M. and others. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. **Australian Journal of Teacher Education**, 42(3), 53-72.
- Boyatzis, R.E. (1991). **The competent manager: A model for effective performance**. New York : John Wiley & Sons.
- Brook R.J. and Brook J.A. (1995) Sequential tree method of examining the relationship between job stress and mental health. **Perceptual and Motor Skills**, 80, 287–290.
- Bruner, J.S. (1966). **Toward a theory of instruction**. Cambridge : Harvard University Press.
- Byars, L.L. and Rue, L.W. (2000). **Human resource management**. 6th ed. Boston : Irwin/McGraw-Hill.
- Cascio, W.F. (1986). **Managing human resources: Productivity, quality of work life, profits**. New York : McGraw-Hill.
- Chang, R.Y. (1995). **Creating high-impact training: a practical guide to successful training outcomes**. London : Kogan Page Publishers.

- Cobb, P. (1994). Constructivism in mathematics and science education. **Educational researcher**, 23, 4-4.
- Conrad, W.H. (1996). A Constructivist - Based Instructional Approach to Help Fifth - Grade Students Improve Selected Elements of Scientific Literacy. **Dissertation Abstracts International**, 57(1), 158-A.
- Council, N.R. (2013). **Next generation science standards: For states, by states**. Washington, DC : The National Academies Press.
- Csizmadia, A. and others. (2015). **Computational thinking-A guide for teachers**. California, United States : Computing At School.
- Curzon, P. and others. (2014). **Developing computational thinking in the classroom: a framework**. [online]. Available from : <https://academy.bcs.org/sites/academy.bcs.org>. [accessed 16 December 2020].
- Czerkawski, B. (2013). Integrating emerging technologies into an online educational technology master's program. **Contemporary Educational Technology**, 4(4), 216-222.
- De Vies, R. and Kohlberg, L. (1990). **Constructivist early education: overview and comparison with other programmes**. Washington, DC : National Association for the Education of Young Children.
- Decenzo, D. and others. (1999). **Human resource management**. 6th ed. New York : John Wiley & Sons.
- DeCenzo, D.A. and Robbins, S.P. (2007). **Fundamentals of Human Resource Management**. 9th ed. New Jersey : John Wiley & Son.
- Denner, J. and Werner, L. (2011). **Measuring computational thinking in middle school using game programming**. New Orleans : Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Denning, P.J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. **COMMUNICATIONS OF THE ACM**, 52(6), 28-30.
- Department of Information Science, University of Bergen, Norway. (1999). **Constructivist Mind Map**. [online]. Available from : <http://www.ubi.no/People/sinia/CSCL/HMMConstructivism>. [accessed 16 December 2021].

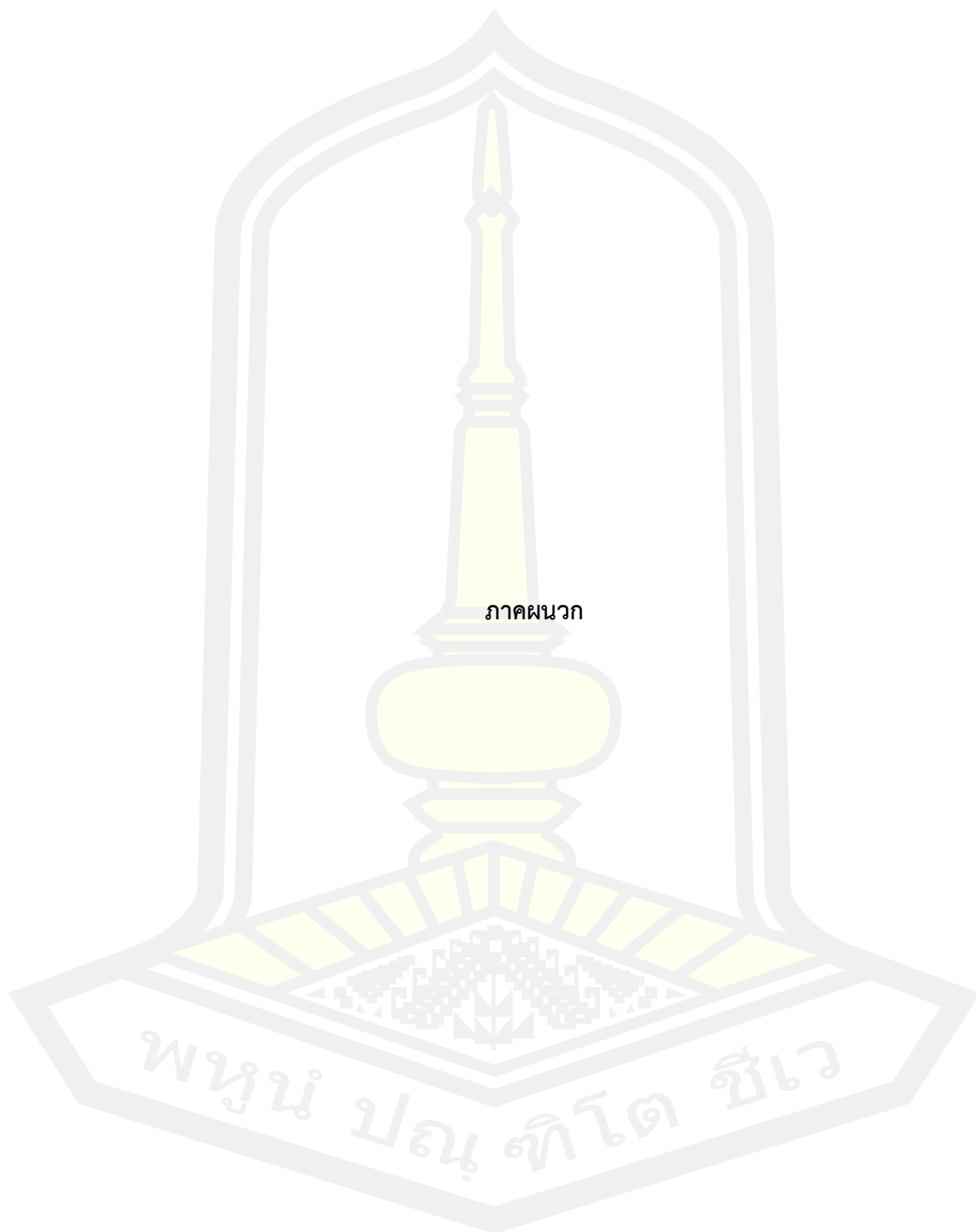
- Dessler, G. (1988). **Personal Management : Training and Development**. 4th ed. New Jersey : Prentice-Hall.
- Dewey, J. (1933). **How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process**. John Dewey : Publisher, D.C. Heath.
- Dol, S.M. (2015). **An Animated Flowchart with Example to Teach the Algorithm Based Courses in Engineering**. New Orleans : Paper presented at the 2015 IEEE Seventh International Conference on Technology for Education (T4E).
- Dole, J.A. and Sinatra, G.M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. **Educational psychologist**, 33(2-3), 109-128.
- Driver, R. and Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**, 13, 105-122.
- Driver, R. and others. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, 23(7), 5-12.
- Dubois, D.D. and Rothwell, W.J. (2004). **Competency-based human resource management: Discover a new system for unleashing the productive power of exemplary performers**. London : Nicholas Brealey.
- Duffy, T. M. and D. J. Cunningham. 1996. Constructivism: Implication for the Design and Delivery of Instruction. pp. 170-195. in D. H. Jonassen (ed.). **Handbook of Research for Educational Communications and Technology**. New York : Macmillan Library Reference USA.
- Esteve-Mon, F., Llopis, M. and Adell-Segura, J. (2020). Digital competence and computational thinking of student teachers. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, 15(2), 29-41.
- Fessakis, G. and Prantsoudi, S. (2019). Computer Science Teachers' Perceptions, Beliefs and Attitudes on Computational Thinking in Greece. **Informatics in Education**, 18(2), 227-258.
- Fosnot, C.T. and Perry, R.S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. **Constructivism: Theory, perspectives, and practice**, 2(1), 8-33.
- Glaserfeld, E.V. (1991). An exposition of constructivism: Why some like it radical. In **Facets of systems science** (pp. 229-238). US : Springer.

- Glickman, C.D. (1985). **Supervision of instruction: A developmental approach**. New York : Allyn & Bacon.
- Good, C.V. and Merkel, W.R. (1973). **Dictionary of education**. New York : McGraw-Hill.
- Green, P.C. (1999). **Building robust competencies: Linking human resource systems to organizational strategies**. New York : Jossey-Bass.
- Israel, M. and others. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. **Computers & Education**, 82, 263-279.
- Jonassen, D.H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?. **Educational technology research and development**, 39(3), 5-14.
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y. and Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. **Baltic Journal of Modern Computing**, 4(3), 583.
- Knie, L., Standl, B. and Schwarzer, S. (2022). First experiences of integrating computational thinking into a blended learning in-service training program for STEM teachers. **Computer Applications in Engineering Education**, 2(6), 14-22.
- Knight, J. (2004). An Internationalization Remodeled Definition, Approaches and Rationales. **Journal of Studies in Higher Education**, 8, 5-31.
- Knowles, M. (1975). **Self-directed learning: a guide for learners and teachers**. New Jersey : Cambridge Adult Education.
- Krogh, S. (1994). **Educating young children: Infancy to grade three**. New York : McGraw-Hill.
- Lee, I. and others. (2011). Computational thinking for youth in practice. **Acm Inroads**, 2(1), 32-37.
- Lockwood, J. and Mooney, A. (2018). Developing a Computational Thinking Test using Bebras problems. **International Journal of Computer Science Education in Schools**, 2(1), 15-23.

- Lye, S.Y. and Koh, J.H.L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. **Computers in Human Behavior**, 41, 51-61.
- Marsh, C.J. and Stafford, K. (1984). **Curriculum: Australian practices and issues**. New York : McGraw-Hill.
- Martin, R.E. (2005). **Teaching science for all children: Inquiry methods for constructing understanding**. New York : Allyn & Bacon.
- Matthews, M.R. (1994). **Science Teaching the Role of History and Philosophy of Science**. London : Routledge.
- Menolli, A. and Neto, J.C. (2022). Computational thinking in computer science teacher training courses in Brazil: A survey and a research roadmap. **Education and Information Technologies**, 27(2), 2099-2135.
- Milano, M. and Ullius, D. (1998). **Designing powerful training: The sequential-iterative model**. San Francisco : Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Mitrani, A., Dalziel, M. and Fitt, D. (1992). **Competency based human resource management: Value-driven strategies for recruitment, development and reward**. London : Kogan Page.
- Moon, J.A. (2004). **A Handbook of Reflective and Experiential Learning: Theory and Practice**. London: Routledge Falmer.
- Moreno-León, J. and Robles, G. (2015). **Analyze your Scratch projects with Dr. Scratch and assess your computational thinking skills**. New York : ACM.
- Mosher, P.. (1972). **Principles of Supervision**. New York : McGraw-Hill.
- National Research Council. (1996). **National Science Education Standards**. Washington, DC : The National Academies Press.
- Parson, C. (1996). **Developing New Skills in Teachers**. London : Red Books.
- Posner, G.J. and others. (1992). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. pp. 253-270. in Pearsall, M. K. (ed.) **Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Science Volume II Relevant Research**. USA : The National Science Teacher Education.
- Rabin, J. and others. (1995). **Handbook of public personnel administration**. New York : Marcel Dekker, Inc.

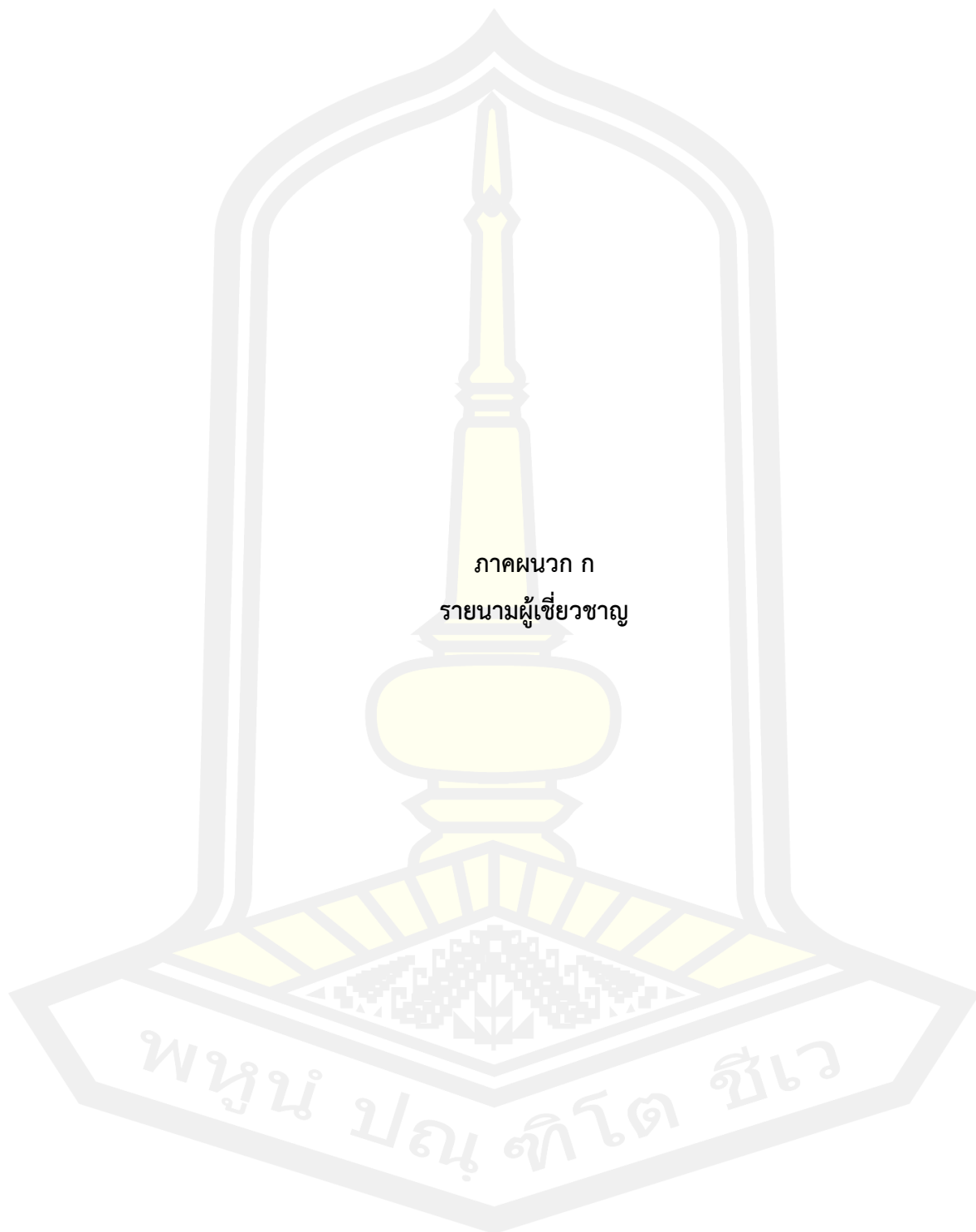
- Rodríguez del Rey, Y.A. and others. (2021). Developing computational thinking with a module of solved problems. **Computer Applications in Engineering Education**, 29(3), 506-516.
- Rose, H.C. (1964). **The Development and Supervision of Training Programs: Including The Instructor and His Job**. New York : American Technical Society.
- Rothwell, W.J. (1996). **Beyond Training and Development: State of the Art Strategies for Enhancing Human Performance**. New York : AMCOM.
- Rue, L.W. and Byars. L.L. (1995). **Management: Skills & application**. Chicago : Irwin Russell.
- Rylatt, A. and Lohan, K. (1997). **Creating Training Miracles**. New York : ERIC.
- Saylor, J.G. and Alexander, W. M. (1974). **Planning Curriculum for Scholls**. New York : Hote Rine hart and Winston.
- Seifert, K. and Sutton, R. (2009). **Educational psychology**. GA : Global.
- Shermon, G. (2004). **Competency based HRM: A strategic resource for competency mapping, assessment and development centres**. New York : McGraw-Hill Education.
- Slavin, R.E. (1995). **Cooperative Learning Theory, Research and Practice**. 2nd ed. Massachusetts : A Simom & Schuster.
- Spencer, L.M. and Spencer, S. (1993). **Competency at work: models for superior performance**. New York : John Wiley & Sons.
- Stone, R.J. (2013). **Managing human resources**. 4th ed. Australia : John Wiley.
- Taba, H. (1962). **Curriculum development**. New York : Harcourt.
- Troutman, A. and Lichtenberg, B. (1995). **Mathematics a Good Beginning Strategies for Teaching Children**. 5th ed. New Jersey : Cole Publishing Company.
- Tyler, R.W. (1949). **Basic principles of curriculum and instruction**. Chicago : University of Chicago Press.
- Saylor, J.G., Alexander, W. and Lewis. A.J. (1981). **Curriculum Planning for Better Teaching. Page 3 and Learning**. New York : Holt, Rinehart and Winston.

- Sentence, A. and Csizmadia, A. (2017). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. **Education and Information Technologies**, 22(2), 469-495.
- Vella, J. (1995). **Training through Dialogue. Promoting Effective Learning and Change with Adults**. San Francisco : Jossey-Bass.
- Walker, D. and Lambert, L. (1995). **Learning and Leading Theory: A Century in the Making**. New York : Teacher College Press.
- Watts, M. and Jofili, Z. (1998). Towards critical constructivist teaching. **International Journal of Science Education**, 20(2), 173-185.
- Weir, J.J. (1974). Problem solving is everybody's Problem. **The science teacher**, 41(4), 16-18.
- Wheatley, G.H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. **Science Education**, 75(1), 9-20.
- Wiles, J. and Bondi, J. (2004). **Supervision: A guide to practice**. New Jersey : Pearson Education.
- Wilson, S.M.Z. (1996). The Self-Empowerment Index : A Measure of Internally and Externally Teacher Autonomy. **Educational and Psychological Measurement**, 12(8), 53.
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. **COMMUNICATIONS OF THE ACM**, 49(3), 33-35.
- Wu, M.L. (2018). Educational Game Design as Gateway for Operationalizing Computational Thinking Skills among Middle School Students. **International Education Studies**, 11(4), 15-28.
- Yadav, A. and others. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. **ACM Transactions on Computing Education (TOCE)**, 14(1), 1-16.
- Yadav, A. and others. (2017). Computational thinking in teacher education. **Communications of the ACM**, 60(4), 55-62.
- Yager, R.E. (1991). The constructivist learning model. **The science teacher**, 58(6), 52.



ภาคผนวก

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว

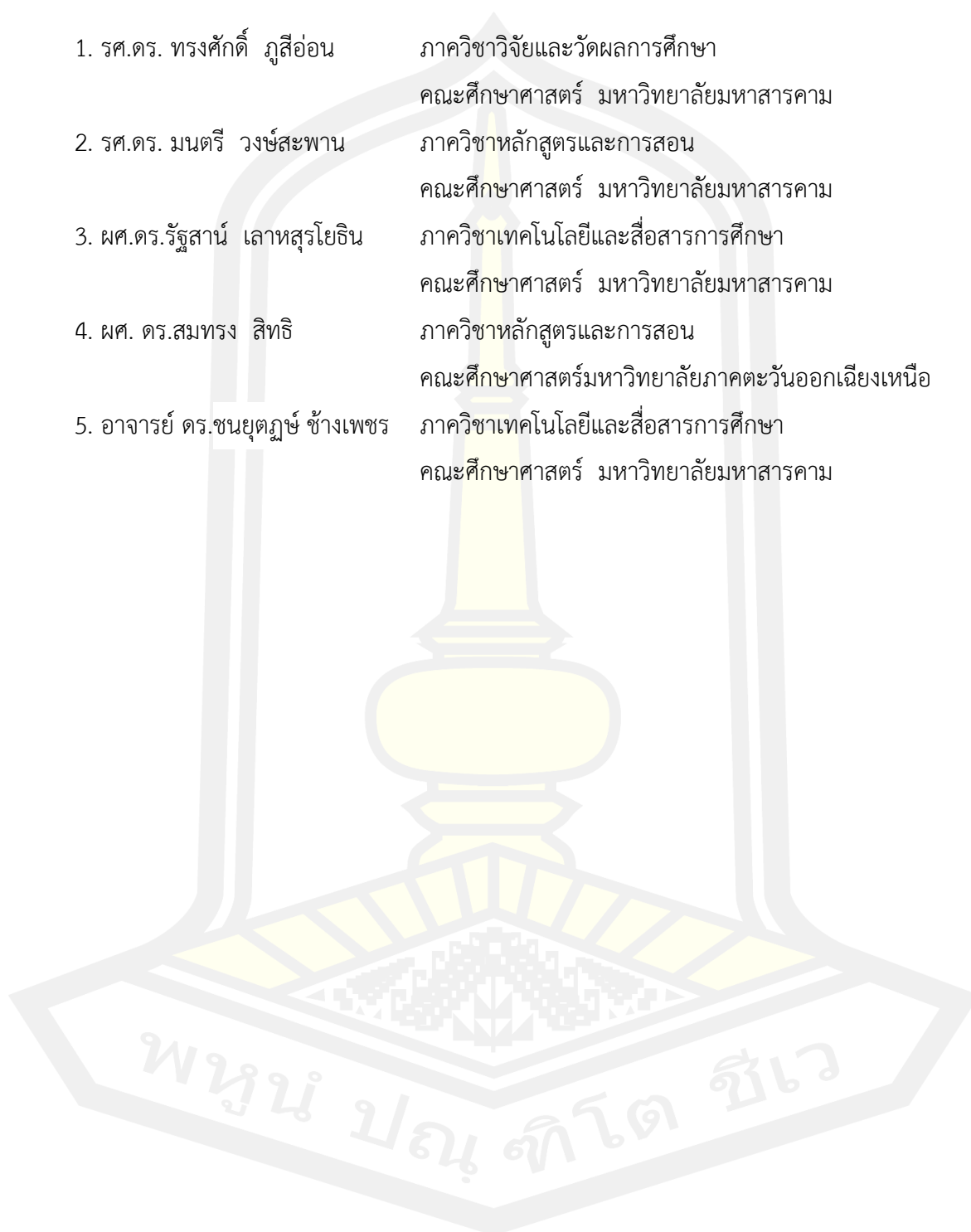


ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

พหุบัณฑิตวิถีสืบเว

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินโครงร่างหลักสูตรและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. รศ.ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน | ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. รศ.ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน | ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3. ผศ.ดร.รัฐสาน์ เลาสุริโยธิน | ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. ผศ. ดร.สมทรง สิทธิ | ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ |
| 5. อาจารย์ ดร.ชนยุตภูษณ์ ช้างเพชร | ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |





ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

พหุ ประทีป วิไล

แบบสอบถาม

สภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอน “วิทยาการคำนวณ” (การคิดเชิงคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำอธิบาย

1. แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ (การคิดเชิงคำนวณ) ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยคำตอบไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านและการปฏิบัติงานในหน้าที่ของท่าน แต่ประการใด จึงขอความกรุณาจากท่านได้ตอบคำถามตามความเป็นจริงให้ครบทุกประเด็นและทุกด้าน

2. แบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบ

ส่วนที่ 2 คำถามความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณของครู

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

นางสาวจันทราพร คำหา

นิสิต ปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุ อนุ ทั โด ชีเว

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

คำถามที่ 1 กลุ่มอายุของท่าน

- 22 - 25 ปี 26 - 30 ปี 31 - 35 ปี
 36 - 40 ปี 41 - 45 ปี 46 ปี ขึ้นไป

คำถามที่ 2 ระดับการศึกษาของท่าน (โปรดระบุ)

- ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก อื่น ๆ : _____

คำถามที่ 3 สาขาที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี

- สาขาคอมพิวเตอร์ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์
 สาขาคณิตศาสตร์ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

คำถามที่ 4 ประสบการณ์ในการทำงาน (การสอน)

- 1- 5 ปี 6 - 10 ปี
 11 - 15 ปี 16 - 20 ปี 21 ปีขึ้นไป

คำถามที่ 5 ท่านทำการสอนรายวิชา...(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ
 คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ศิลปะ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
 การงานอาชีพ สุขศึกษาและพลศึกษา

คำถามที่ 6 ท่านเคยสอนวิชาวิทยาการคำนวณ (Coding) มาแล้วหรือไม่

- เคย ไม่เคย

คำถามที่ 7 ท่านเคยได้ยินคำว่า 'การคิดเชิงคำนวณ' หรือไม่

- ใช่ ไม่

คำถามที่ 8 ท่านมีประสบการณ์ในการเข้าร่วม 'การฝึกอบรมในหัวข้อหลักสูตรการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) หรือไม่ (ถ้าตอบไม่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 10)

- ใช่ ไม่

คำถามที่ 9 จำนวนครั้งที่ท่านเคยเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรวิทยาการคำนวณ

- 1 - 5 6 - 10 11 ครั้งขึ้นไป

คำถามที่ 10 ท่านคิดว่าจัดการเรียนการสอน วิทยาการคำนวณ (การคิดเชิงคำนวณ)

ไม่เป็นปัญหาสำหรับท่าน

- ใช่ ไม่

ตอนที่ 2 : ในส่วนนี้ประกอบด้วยคำถามที่ปลายเปิดที่สอบถามความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ
ของ ครูผู้สอน โปรดตอบคำถามแบบสั้นๆ

คำถามที่ 1 ท่านคิดว่า "การรู้หนังสือ" คืออะไร

.....

.....

คำถามที่ 2 ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความรู้ เพราะเหตุใด

.....

.....

คำถามที่ 3 ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าการคิดเชิงคำนวณเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้เช่นเดียวกับการอ่าน
การเขียนและคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

คำถามที่ 4 ท่านเห็นว่าวิธีการใดบ้างที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาครูในการจัดการเรียนการสอน
เพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

.....

.....

คำถามที่ 5 เทคโนโลยีทางการศึกษาใดบ้างที่ท่านเห็นว่าควรนำมาใช้ในการสอนการคิดเชิงคำนวณ

.....

.....

พหุ ประถมศึกษา

**แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโครงสร้างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้ การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเด็นความเหมาะสมในแต่ละรายการและกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง
ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

| | | | |
|-------------------------|-----|---|-------|
| มีความเหมาะสมมากที่สุด | ให้ | 5 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมมาก | ให้ | 4 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมปานกลาง | ให้ | 3 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมน้อย | ให้ | 2 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมน้อยที่สุด | ให้ | 1 | คะแนน |

| รายการ | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. หลักการของหลักสูตร | | | | | |
| 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร | | | | | |
| 3. โครงสร้างของหลักสูตร | | | | | |
| 4. เนื้อหาสาระของหลักสูตร | | | | | |
| 5. กิจกรรมการฝึกอบรม | | | | | |
| 6. สื่อประกอบการฝึกอบรม | | | | | |
| 7. การวัดและประเมินผล | | | | | |
| แนวทางการฝึกอบรม | | | | | |
| 8. การเตรียมการก่อนการฝึกอบรม | | | | | |
| 9. การดำเนินการระหว่างฝึกอบรม | | | | | |
| 10. การดำเนินการหลังฝึกอบรม | | | | | |
| 11. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม | | | | | |
| 12. กระบวนการฝึกอบรม | | | | | |
| 13. โครงสร้างการฝึกอบรม | | | | | |
| 14. ตารางการฝึกอบรม | | | | | |
| 15. แผนการฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 | | | | | |

**แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)
สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก ข ค และ ง จำนวน 30 ข้อ ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด เพียงข้อเดียว

2. เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด รวม 45 นาที

1. ข้อใดคือความหมายของแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)

- ก. การคิดแบบหุ่นยนต์ เพื่อแก้ปัญหาโดยเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
- ข. การคิดแบบมนุษย์ โดยคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและเป็นระบบ
- ค. การใช้คอมพิวเตอร์ในการคิดแก้ปัญหาแทนมนุษย์

ง. ถูกทุกข้อ

2. การคิดเชิงคำนวณมีประโยชน์อย่างไร

- ก. ช่วยให้ทักษะการคิดเปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์
- ข. สามารถทำงานต่างๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
- ค. จัดจำข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก

ง. แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน

3. ข้อใดไม่ใช่หลักการของการคิดเชิงคำนวณ

- ก. Decomposition
- ข. Programming
- ค. Abstraction
- ง. Algorithm design

4. เมื่อต้องการแก้ปัญหตามแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ ควรทำองค์ประกอบใดเป็นขั้นตอนแรก

- ก. ทำปัญหานั้นให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถจัดการปัญหาแต่ละส่วนได้ง่ายขึ้น
- ข. เปลี่ยนรูปแบบปัญหาให้แก้ไขปัญหายได้ง่ายขึ้น
- ค. กำหนดหลักการในการแก้ปัญหา
- ง. ออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา

5. กิจกรรมใดต่อไปนี้จะช่วยฝึกทักษะการคิดแยกย่อยปัญหา
- การวาดรูปชิ้นส่วนของจักรยาน
 - การจัดกลุ่มของสัตว์
 - การเขียนขั้นตอนการทำอาหาร
 - การสร้างสัญลักษณ์
6. แนวคิดการมองเห็นรูปแบบของปัญหาหรือจดจำรูปแบบของปัญหา หมายถึงอะไร
- การแตกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย
 - มุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
 - ดูความเหมือน ความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง
 - การแก้ปัญหาโดยออกแบบการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน
7. กิจกรรมใดเหมาะสมต่อการฝึกทักษะการมองเห็นรูปแบบของปัญหาหรือจดจำรูปแบบของปัญหา
- การสำรวจเส้นทางการเดินทางไกล
 - การวาดภาพแมวหลายๆ ตัว
 - การเขียนผังงาน
 - การสำรวจความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
8. Abstraction หรือการกำหนดสาระสำคัญ ตรงกับแนวคิดใด
- แนวคิดเชิงตรรกะ
 - แนวคิดเชิงมโนทัศน์
 - แนวคิดเชิงนามธรรม
 - แนวคิดเชิงรูปธรรม
9. แนวคิดเชิงนามธรรม หมายถึงอะไร
- การแตกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย
 - มุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
 - ดูความเหมือน ความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง
 - การแก้ปัญหาโดยออกแบบการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน
10. Algorithm design ควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด
- เขียนบรรยายเป็นความเรียงแสดงขั้นตอน
 - เขียนผังงานเพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานโดยใช้ลูกศรแสดงทิศทาง
 - เขียนอธิบายขั้นตอนตามลำดับแยกเป็นข้อๆ
 - ถูกทุกข้อ

11. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560)
- มี 4 สาระ
 - มี 10 มาตรฐานการเรียนรู้
 - ตัวชี้วัด ว 4.2 ชั้น ม.1 มี 4 ตัวชี้วัด
 - ตัวชี้วัด ว 4.2 ชั้น ม. 2 มี 5 ตัวชี้วัด
12. ข้อใดไม่ใช่สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- ทักษะการอ่าน
 - ทักษะการสื่อสาร
 - ทักษะการคิด
 - ทักษะชีวิต
13. มาตรฐานการเรียนรู้ มุ่งองค์ประกอบทั้งหมดกี่ส่วน
- มุ่งองค์ประกอบทั้งหมด 1 ส่วน คือ ความรู้ (K)
 - มุ่งองค์ประกอบทั้งหมด 2 ส่วน สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ (K), คุณธรรม จริยธรรม (A)
 - มุ่งองค์ประกอบทั้งหมด 3 ส่วน สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ (K), กระบวนการ (P), คุณธรรม จริยธรรม (A)
 - มุ่งองค์ประกอบทั้งหมด 4 ส่วน สิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ (K), คุณธรรม จริยธรรม(A), กระบวนการ (P), N) ความรู้
14. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อยู่บนหลักการพื้นฐานใด
- ประเมินเพื่อประกอบพิจารณาความดีความชอบของครู
 - ประเมินเพื่อการตัดเกรด
 - ประเมินเพื่อวางแผนทำวิจัยในชั้นเรียน
 - ประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน และตัดสินผลการเรียน
15. เครื่องมือสำคัญในข้อใด ที่ส่งเสริมสนับสนุน การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตร
- สื่อการเรียนรู้
 - ผู้ปกครองและชุมชน
 - การวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพ
 - เทคนิคและวิธีการจัดกระบวนการเรียนรู้

16. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่องค์ประกอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
- ก. โครงสร้างเวลาเรียน
 - ข. คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน
 - ค. มาตรฐานการเรียนรู้
 - ง. เกณฑ์การจบหลักสูตร
17. ข้อใดไม่ใช่คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- ก. รักชาติ ศาสนา กษัตริย์
 - ข. มุ่งมั่นในการเรียน
 - ค. มีวินัย
 - ง. รักความเป็นไทย
18. ข้อใดเป็นเป้าหมายสำคัญของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- ก. หลักการของหลักสูตร
 - ข. สาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ
 - ค. มาตรฐานการเรียนรู้
 - ง. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
19. ข้อใด ไม่ใช่ ตัวชี้วัดในมาตรฐาน ว 4.2 วิทยาการคำนวณในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ก. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา หรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง
 - ข. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์
 - ค. อภิปรายองค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อประยุกต์ใช้งานหรือแก้ปัญหาเบื้องต้น
 - ง. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีความรับผิดชอบ สร้างและแสดงสิทธิ์ในการเผยแพร่ผลงาน
20. ข้อใดเป็นสาระการเรียนรู้ในมาตรฐาน ว 4.2 วิทยาการคำนวณ
- ก. Computer Science
 - ข. Design and Technology
 - ค. Information and Communication Technology
 - ง. Media and information literacy

21. ข้อใดคือสิ่งที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551กำหนดเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน
- ตัวบ่งชี้
 - สาระการเรียนรู้
 - มาตรฐานการเรียนรู้**
 - การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
22. ตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาข้อใด
- ระดับการศึกษาภาคบังคับ**
 - ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 - ระดับประถมศึกษา
 - ระดับมัธยมศึกษา
23. ความสำคัญของการกำหนดตัวชี้วัดข้อใดถูกที่สุด
- นำไปกำหนดเนื้อหาจัดทำสาระการสอน และการวัดประเมินผล
 - นำไปจัดทำหน่วยการเรียนรู้และเป็นเกณฑ์สำหรับการวัดประเมินผล
 - นำไปกำหนดโครงสร้างเวลาเรียน เนื้อหาการจัดการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล
 - นำไปกำหนดเนื้อหาจัดทำหน่วยการเรียนรู้จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำหรับการวัด และประเมินผลเพื่อการตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน**
24. ชั้นแรกของการออกแบบการจัดการเรียนรู้คือข้อใด
- ศึกษาผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้
 - ศึกษาวิธีการสอนและเทคนิคการสอน
 - ศึกษาการวัดและประเมินผล
25. หลักการสำคัญของการออกแบบหน่วยการเรียนรู้คือข้อใด
- ต้องให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์
 - ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน
 - ทุกองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด**
 - ต้องกำหนดหลักฐานที่เป็นเป้าหมายการเรียนรู้

26. ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Backward Design ซึ่งมี 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ
ข้อใดกล่าวผิด

ก. กำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้

ข. ออกแบบการจัดการเรียนรู้

ค. กำหนดผลการเรียนรู้

ง. กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้

27. บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตรงกับข้อใด

ก. Supporter

ข. Helper and Advisor

ค. Supporter and Encourager

ง. ถูกทุกข้อ

28. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเชื่อมโยงการคิดของบลูม (Bloom) ด้านใดบ้าง

ก. ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้

ข. การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

ค. ความรู้ความจำ ความเข้าใจการวิเคราะห์และการประเมินค่า

ง. ความรู้ความจำ ความเข้าใจการนำไปใช้การวิเคราะห์สังเคราะห์และการประเมินค่า

29. การกำหนดสถานการณ์ในข้อใดใช้หลักการคิดเชิงคำนวณ *

ก. แพทย์วิเคราะห์หาสาเหตุการป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกของผู้ป่วยในชุมชนโดยการ
สัมภาษณ์ ผู้เกี่ยวข้องเพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่างสภาพแวดล้อมและ
การแพร่ระบาดของโรค

ข. นักท่องเที่ยวเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆที่อยากไปโดยไม่ต้องวางแผน
ล่วงหน้า

ค. ชาวนาหันมาปลูกยางพารา แทนการปลูกข้าวในพื้นที่นาทั้งหมดเนื่องจาก
รัฐบาลประกาศให้ราคายางพาราดีกว่าราคาข้าวในปีที่ผ่านมา

ง. นักเรียนจดรายละเอียดทุกขั้นตอนของบทเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียน
และท่องจำเพื่อใช้ในการสอบปลายภาค

30. การกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมใดที่ได้ผลการประเมินน่าเชื่อถือที่สุด

ก. เสนอผลงานที่ได้การสืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์

ข. อธิบายขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล

ค. สาธิตการสืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์ให้ครูและเพื่อนดู

ง. เขียนแผนภาพขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



คำนำ

หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ครูผู้สอน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนด้านการคิดเชิงคำนวณได้ โดยที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และมีทักษะ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ โดยประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้พัฒนาหลักสูตรหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้ที่สนใจในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณได้เป็นอย่างดี

จันทราพร คำหา

พหุบัณฑิต ชีวะ

| เรื่อง | สารบัญ | หน้า |
|--------------------------------------|--------|------|
| บทนำ | | |
| ปัญหาและความจำเป็นของหลักสูตร..... | | 1 |
| หลักการของหลักสูตร..... | | 4 |
| จุดมุ่งหมายของหลักสูตร..... | | 4 |
| โครงสร้างหลักสูตร | | 4 |
| เนื้อหาสาระ | | 5 |
| กิจกรรมการอบรม | | 5 |
| สื่อประกอบการฝึกอบรม | | 6 |
| การวัดและประเมินผล | | 6 |
| แนวทางการฝึกอบรม | | 7 |
| การเตรียมการก่อนการฝึกอบรม | | 7 |
| การดำเนินการระหว่างฝึกอบรม | | 7 |
| การดำเนินการหลังฝึกอบรม | | 8 |
| เนื้อหาสาระของหลักสูตร | | 8 |
| ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม | | 9 |
| กระบวนการฝึกอบรม | | 9 |
| โครงสร้างการฝึกอบรม | | 10 |
| ตารางการฝึกอบรม | | 11 |
| แผนการฝึกอบรม | | 12 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 | | 12 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 | | 34 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 | | 53 |
| หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 | | 85 |
| การติดตามและประเมินผล | | 111 |
| แนวทางการประเมินผล | | 111 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล | | 111 |
| บรรณานุกรม | | 112 |

บทนำ

ปัญหาและความจำเป็นของหลักสูตร

สถานการณ์โลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ระบบการศึกษาจึงต้องมีการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เปลี่ยนแปลงไป แนวคิดเรื่อง “ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” ที่มุ่งเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมมีเป้าหมายไปที่ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะในศตวรรษที่ 21 โดยผู้เรียนจะใช้ความรู้ในสาระหลักไปบูรณาการสั่งสมประสบการณ์กับทักษะ 3 ทักษะ เพื่อการดำรงชีวิต คือ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี ทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม กระทรวงศึกษาธิการจึงมีนโยบายสำคัญและเร่งด่วน ให้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์โดยกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มอบให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินการปรับปรุง (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2561)

นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มีจุดประสงค์ให้การจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ โดยเฉพาะนโยบายเร่งด่วนเรื่องการเตรียมคนสู่ศตวรรษที่ 21 จึงมีการประกาศนโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับอาชีวศึกษา โดยกำหนดให้จัดการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการคิดแบบมีเหตุผลและเป็นขั้นตอน (Coding) พัฒนาครูให้มีความชำนาญในการสอนภาษาอังกฤษ และภาษาคอมพิวเตอร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) ซึ่งปัจจุบันวิชา Coding นี้ได้ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอนขั้นพื้นฐานสำหรับโรงเรียนทั่วประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ (คุณหญิงกัลยา โสภณพนิช) ได้ผลักดันการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์ (Coding) ในวิชาวิทยาการคำนวณ (computing science) ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา โดยบรรจุเป็นนโยบายของรัฐบาล ข้อที่ 7 ภายใต้หัวข้อที่ว่า เตรียมคนไทยสู่ศตวรรษที่ 21 เนื่องจากโลกยุคดิจิทัลและเทคโนโลยีเติบโตรวดเร็ว และเข้ามามีบทบาทมากในชีวิตประจำวันของทุกคน การเรียนโค้ดดิ้ง (Coding) จึงจำเป็นสำหรับเด็กยุคใหม่รวมทั้งผู้ประกอบการเพื่อก้าวให้ทันโลกโค้ดดิ้งจึงเป็นความจำเป็นทางการศึกษาไทย (หทัยรัตน์ ดีประเสริฐ, 2562)

องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอันหนึ่งของการเรียนโค้ดดิ้ง (Coding) คือ การสอนการคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) ที่จะช่วยพัฒนาให้เด็กๆ เกิดกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ การคิดเชิงคำนวณ เป็นส่วนหนึ่ง

ของการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ เป็นศาสตร์แห่งการเรียนรู้วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการคิดเชิงวิเคราะห์ การวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณ โดยนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยหาคำตอบ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล สร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาไปที่ระดับที่ละตอน (อัลกอริทึม) ผู้เรียนสามารถนำทักษะการคิดเชิงคำนวณไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ และสามารถบูรณาการกับหลากหลายสาขาวิชาพัฒนาองค์ความรู้ให้เกิดชิ้นงานและต่อยอดองค์ความรู้สู่วิชาอื่นได้ (Lockwood and Mooney, 2018 ; Ibrahim, 2018 ; Cszimadia, 2015 ; Barr and Stephenson, 2011; Wing, 2006 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ทักษะการคิด เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาคนในทุกระดับเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคน ไม่ใช่เฉพาะนักคอมพิวเตอร์ (Wing, 2006) วิทยาการคำนวณ (computing science) เน้นการพัฒนา “กระบวนการคิด” โดยเน้นเกี่ยวกับตรรกะ การแปลความโจทย์การอธิบายและการสื่อสารด้วยการบรรยายและสื่อ มีโค้ดตั้งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของหลักสูตร เป็นวิชาที่แพร่หลายในหลายประเทศต่างๆทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย โดยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 นักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจะต้องเรียนวิทยาการคำนวณ โดยเริ่มเรียนเป็นบางชั้นปีและขยายไปจนครอบคลุมทุกชั้นปีตั้งแต่ชั้น ป.1- ม.6 ในปีการศึกษา 2563 (ชลิตา ธีญญะคุปต์, 2562) การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในปัจจุบัน นอกจากต้องให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหา และกระบวนการตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้ว ยังต้องช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามที่กล่าว การฝึกทักษะให้ประสบความสำเร็จทำได้โดยการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติในรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) และการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562 : 30) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปสู่หลักสูตรวิทยาการคำนวณ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นขั้นตอนเป็นระบบ และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริงเป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ

ในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ครุมีความรู้และทักษะ มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของคนในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีความพร้อมในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล ซึ่งจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ด้วยทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคน เพื่อก้าวให้ทันโลก สอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์ที่ว่าด้วยการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะสำคัญและมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศด้วยการวิจัยและการพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้และ

นวัตกรรม ซึ่งส่งผลต่อการสร้างผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ เพื่อรับมือกับความเปลี่ยนแปลงและตอบสนองนโยบายเร่งด่วนของรัฐบาลในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ วิทยาการคำนวณและโค้ดดิ้ง Computational Thinking "Coding" เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดของเด็กไทยและพัฒนาครูระดับมัธยมศึกษา ให้มีความรู้และแนวทางการสอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ

จากการนิเทศ ติดตามผลการจัดการศึกษาโรงเรียนเอกชนในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม พบว่า ครูส่วนใหญ่ยังสอนโดยยึดหนังสือเรียนเป็นหลัก อธิบายความรู้ตามหนังสือเรียน ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนมากกว่าที่จะให้นักเรียนได้ฝึกคิด ทักษะการคิดวิเคราะห์ ครูยังไม่มีความรู้ความเข้าใจอย่างเพียงพอในการจัดการและออกแบบ กระบวนการเรียนรู้ ไม่สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนเอกชนในจังหวัดมหาสารคามที่ประเมินโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) รอบสาม (พ.ศ. 2554 -2558) พบว่า ครูส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนโดยยึดเนื้อหาสาระเป็นหลัก มีการใช้สื่อประกอบการสอนน้อย ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ไม่ได้จัดการเรียนตามแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้ไม่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดตามหลักสูตร ขาดการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และสรุปประเด็นจากการเรียนรู้ ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ครูไม่ได้ฝึกฝนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกทักษะที่จะช่วยให้สามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองได้ ในด้านการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูควรได้รับการส่งเสริมในการฝึกอบรม ศึกษาดูงาน และมีมาตรการในการปฏิบัติงานสอนของครู นิเทศ ติดตาม ประเมินผล และนำผลการประเมินมาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมโครงงาน การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ ค้นคว้าหาความรู้จากสื่อเทคโนโลยี จัดกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามทั้งการพูด การเขียน และการสรุปเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, ออนไลน์)

จากแนวคิดดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งในการพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจ สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณอย่างเหมาะสม คือ การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยจัดการอบรมตามองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ได้แก่ การย่อยปัญหา การคิดหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรมและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบขั้นตอน (อัลกอริทึม) ตามสาระ มาตรฐานและตัวชี้วัด เนื้อหาสาระเทคโนโลยี วิทยาการคำนวณ เน้นการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ จากสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ครูผู้สอนได้รับ

การพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา อย่างหลากหลาย และเพื่อให้นโยบายเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม นำไปสู่การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพต่อไป

หลักการของหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีหลักการดังต่อไปนี้

1. เป็นหลักสูตรที่มุ่งเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้ ให้ครูมีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะและเจตคติมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ นำความรู้การคิดเชิงคำนวณไปใช้เป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยบูรณาการเทคโนโลยีในการออกแบบกิจกรรม ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
2. หลักสูตรเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการฝึกปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบด้วยเหตุผลเป็นขั้นตอนตามแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิดระหว่างเพื่อนครู การแสดงความคิดเห็น ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันของเพื่อนครู
3. หลักสูตรเน้นการฝึกอบรมเพื่อนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติงานจริง ภายใต้การจัดบรรยากาศให้มีอิสระในการเรียนรู้ และในการปฏิบัติงาน โดยมีวิทยากรผู้ให้การอบรมกำกับดูแล

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เพื่อพัฒนาครูให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
2. เพื่อพัฒนาครูให้สามารถออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
3. เพื่อพัฒนาครูให้สามารถจัดการเรียนรู้ วัดและประเมินผลการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

โครงสร้างของหลักสูตร

หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีโครงสร้างหลักสูตรประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| หน่วยที่ 1 การแยกย่อย | จำนวน 3 ชั่วโมง |
| หน่วยที่ 2 การหารูปแบบ | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| หน่วยที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม | จำนวน 3 ชั่วโมง |
| หน่วยที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม | จำนวน 4 ชั่วโมง |

เนื้อหาสาระ

หลักสูตรการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มุ่งพัฒนาความต้องการจำเป็นในความรู้และทักษะเฉพาะเรื่อง โดยปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยกำหนดเนื้อหาของหลักสูตร ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานการคิดเชิงคำนวณ หลักการแนวคิด ความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ แนวทางการจัดการเรียนรู้ และแนวทางการจัดการเรียนรู้การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การคิดหารูปแบบ ประกอบด้วย แนวทางการจัดการเรียนรู้ การหารูปแบบ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม ประกอบด้วย แนวทางการจัดการเรียนรู้ การคิดเชิงนามธรรม การนำแนวคิดเชิงคำนวณมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ และการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม ประกอบด้วย แนวทางการจัดการเรียนรู้ การออกแบบอัลกอริทึม การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ และวิธีการวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ

กิจกรรมการอบรม

การฝึกอบรมครุตามเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนด โดยจัดอบรมปฏิบัติการตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนการดำเนินการฝึกอบรม 4 ขั้นตอน ดังนี้ (5E)

1. ขั้นเตรียมความพร้อม (Preparing) วิทยากรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจผู้เข้าอบรม โดยใช้กิจกรรม เกม การถาม - ตอบ เพื่อตรวจสอบและทบทวนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะฝึกอบรม อภิปราย แสดงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่
2. ขั้นเรียนรู้ (Action Learning) วิทยากรให้ความรู้ โดยให้ผู้เข้าอบรมทำความเข้าใจในประเด็นเนื้อหาสาระที่เรียนรู้ ลงมือฝึกปฏิบัติกิจกรรมตามหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยการออกแบบและวางแผนการดำเนินกิจกรรม ตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ การทำกิจกรรมแบบนำตนเอง
3. ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน (Sharing & Reflecting) ผู้เข้าอบรมร่วมอภิปราย นำเสนอผลที่ได้จากการทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนคิดในประเด็นที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม

4. **ขั้นสรุปและประเมินผล (Conclusion & Evaluation)** ผู้เข้าอบรมตรวจสอบและสร้างความรู้ โดยเปรียบเทียบความคิดเริ่มต้นกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน สรุปเป็นความรู้สำหรับตนเอง และวิทยากรประเมินผลงานหลังเรียนเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย

สื่อประกอบการฝึกอบรม ประกอบด้วย

- 3.1 หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
- 3.2 คลิปวิดีโอ เช่น หุ่นยนต์ดินสอดัดครอง หุ่นยนต์ช่วยเก็บผลไม้ หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัจฉริยะ เกมปริศนา Passcode
- 3.3 Power Point เรื่อง ร่างกายมนุษย์

การวัดและประเมินผล

การประเมินผลตามหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีวิธีการวัดและประเมินผล เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมิน ดังต่อไปนี้

| สิ่งที่ประเมิน | วิธีการ | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|---|--|--|-----------------------------------|
| 1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ | ทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิด เชิงคำนวณ | แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ | ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 |
| 2. ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | ประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับมากขึ้นไป |
| 3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | สังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สัมภาษณ์ครูผู้สอน และการสะท้อนคิดของครู | แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป |

แนวทางการดำเนินการฝึกอบรม

หลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งพัฒนาครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีความรู้ความเข้าใจสามารถออกแบบการเรียนรู้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ วัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ โดยกำหนดแนวทางในการฝึกอบรมตามหลักสูตร ดังนี้

การเตรียมการก่อนฝึกอบรม ดำเนินการโดย

1. ประชุมคณะทำงานเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจกับหลักสูตร เอกสาร กิจกรรม และสื่อประกอบที่เกี่ยวข้อง
2. วางแผนการดำเนินงานระหว่างการศึกษา เพื่อให้เกิดการฝึกอบรมบรรลุตามวัตถุประสงค์ ดังนี้
 - 2.1 ศึกษา สืบหาสถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการฝึกอบรม
 - 2.2 กำหนดบทบาทและหน้าที่ การเตรียมตัวของวิทยากรและผู้ที่เกี่ยวข้องและกำหนดการปฏิบัติของผู้เข้ารับการอบรม
 - 2.3 ศึกษาและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสื่อต่างๆ สำหรับการดำเนินการฝึกอบรม รวมทั้งการจัดเตรียมเอกสารประกอบการฝึกอบรมให้พร้อม
 - 2.4 จัดเตรียมเครื่องมือในการประเมินผลสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อรวบรวมข้อมูลในการศึกษาผลการฝึกอบรมตามหลักสูตรที่กำหนด

การดำเนินการระหว่างการฝึกอบรม

ในระหว่างการฝึกอบรม ผู้ดำเนินการฝึกอบรมควรดำเนินการฝึกอบรม ดังนี้

1. ประสานวิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรม กำหนดวัน เวลา และสถานที่ในการฝึกอบรม
2. ให้ความรู้ผ่านการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และเพิ่มเติมความรู้ที่จำเป็นด้วยเอกสารประกอบการฝึกอบรมในแต่ละเนื้อหา
3. สร้างบรรยากาศในการฝึกอบรมให้มีความเป็นกันเอง ให้ทุกคนได้ร่วมกันคิดและปฏิบัติกิจกรรม โดยมีวิทยากรและผู้ช่วยวิทยากรเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ เมื่อผู้เข้ารับการอบรมต้องการความช่วยเหลือ
4. อำนวยความสะดวกในการจัดหาแหล่งศึกษาค้นคว้า จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติมตลอดจนวัสดุในการนำเสนอผลงาน

5. ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้แสดงความคิดเห็น ให้การเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีความพึงพอใจและประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรม

6. ให้เกียรติและยอมรับข้อคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรม

7. ทำการวัดและประเมินผลผู้เข้าอบรมจากการทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม ประเมินผลงานผู้เข้ารับการอบรมในแต่ละกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ

8. กรณีที่พบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรผู้ดำเนินการฝึกอบรมต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ ความสามารถ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

การดำเนินการหลังการฝึกอบรม

หลังการดำเนินการฝึกอบรม ผู้ดำเนินการฝึกอบรมควรดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยและคณะผู้ช่วยผู้วิจัยประสานกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการกำหนดวันเวลา และสถานที่ในการนิเทศ ติดตามผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

2. ผู้วิจัยและคณะผู้ช่วยผู้วิจัย ดำเนินการนิเทศติดตามผลให้คำแนะนำและช่วยเหลือ ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ตลอดจนการประเมินผลในชั้นเรียนเป็นระยะ ๆ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. นำเสนอผลการจัดการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคณะผู้เข้ารับการฝึกอบรมเพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยร่วมกันเสนอแนวคิดต่อที่ประชุมในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

เนื้อหาของสาระของหลักสูตร

หลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีเนื้อหาของสาระในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย มีเนื้อหาประกอบด้วย

1.1 แนวคิดการคิดเชิงคำนวณ

1.2 ความสำคัญและองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

1.3 ประโยชน์ของการคิดเชิงคำนวณ

1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ ประกอบด้วย

2.1 การหารูปแบบ

2.2 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

(ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดหารูปแบบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม ประกอบด้วย

3.1 การคิดเชิงนามธรรม

3.2 การออกแบบการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.3 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม ประกอบด้วย

4.1 การออกแบบอัลกอริทึม

4.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม

ในการจัดอบรมตามหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการดำเนินการ ดังนี้

1. การดำเนินการฝึกอบรมในห้องอบรม จำนวน 2 วัน 14 ชั่วโมง

2. การปฏิบัติงานในสถานที่จริง โดยครูจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในห้องเรียน ภายใต้การแนะนำของวิทยากรหรือวิทยากรพี่เลี้ยง เป็นเวลา 12 สัปดาห์

กระบวนการฝึกอบรม

กระบวนการฝึกอบรมตามหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะของการอบรม ดังนี้

1. การถาม-ตอบ และเกม วิทยากรกระตุ้นความสนใจของผู้เข้าอบรม โดยการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เข้าอบรมร่วมตอบคำถาม ร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา การปฏิบัติกิจกรรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสะท้อนผลการเรียนรู้ นำไปสู่ข้อค้นพบตามองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน

2. การลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในเนื้อหาของการอบรม ร่วมกันระดมความคิด วิเคราะห์ และเลือกแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม จากนั้นลงมือดำเนินการแก้ปัญหา โดยมีวิทยากรคอยให้คำแนะนำโดยอาศัยหลักการเป็นพี่เลี้ยงและการสอนแนะ ซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

3. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยผู้เข้าอบรมนำเสนอวิธีการดำเนินงาน และผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานซึ่งเป็นการประมวลความรู้และทักษะที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อย่างเป็นระบบ โดยมีวิทยากรคอยชี้แนะ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ เต็มตามศักยภาพ

โครงสร้างการจัดฝึกอบรม

| วัตถุประสงค์ | เนื้อหาสาระ | วันที่อบรม | กิจกรรมการฝึกอบรม | จำนวนชั่วโมง |
|--|--|------------|---|----------------------|
| ทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ ก่อนฝึกอบรม | - | วันที่ 1 | การทดสอบ | 30 นาที |
| พัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ | หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย | วันที่ 1 | เกม การถามตอบ การปฏิบัติกิจกรรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปองค์ความรู้ | 3 ชั่วโมง นาที |
| พัฒนาครูให้สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ | หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ | วันที่ 1 | เกม การถามตอบ การปฏิบัติกิจกรรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สรุปองค์ความรู้ | 4 ชั่วโมง |
| พัฒนาครูให้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม | วันที่ 2 | เกม การถามตอบ การปฏิบัติกิจกรรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สรุปองค์ความรู้ | 3 ชั่วโมง 30 นาที |
| พัฒนาครูให้มีความสามารถในวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบ อัลกอริทึม | วันที่ 2 | การถามตอบ การปฏิบัติกิจกรรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สรุปองค์ความรู้ | 3 ชั่วโมง |
| ทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมด้านการคิดเชิงคำนวณ หลังฝึกอบรม | - | วันที่ 2 | การทดสอบ | 30 นาที |
| รวม | | 2 | | 14 ชั่วโมง |

ตารางการฝึกอบรม

การฝึกอบรมหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียดการฝึกอบรม ดังนี้

วันที่ 1 ของการฝึกอบรม

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| เวลา 07.00 - 08.30 น. | ลงทะเบียนเข้ารับการฝึกอบรม |
| เวลา 08.30 - 09.00 น. | ทดสอบก่อนการฝึกอบรม |
| เวลา 09.00 - 10.30 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 |
| เวลา 10.30 - 10.45 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| เวลา 10.45 - 12.00 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ) |
| เวลา 12.00 - 13.00 น. | พักรับประทานอาหารกลางวัน |
| เวลา 13.00 - 14.30 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 |
| เวลา 14.30 - 14.45 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| เวลา 14.45 - 17.00 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ) |

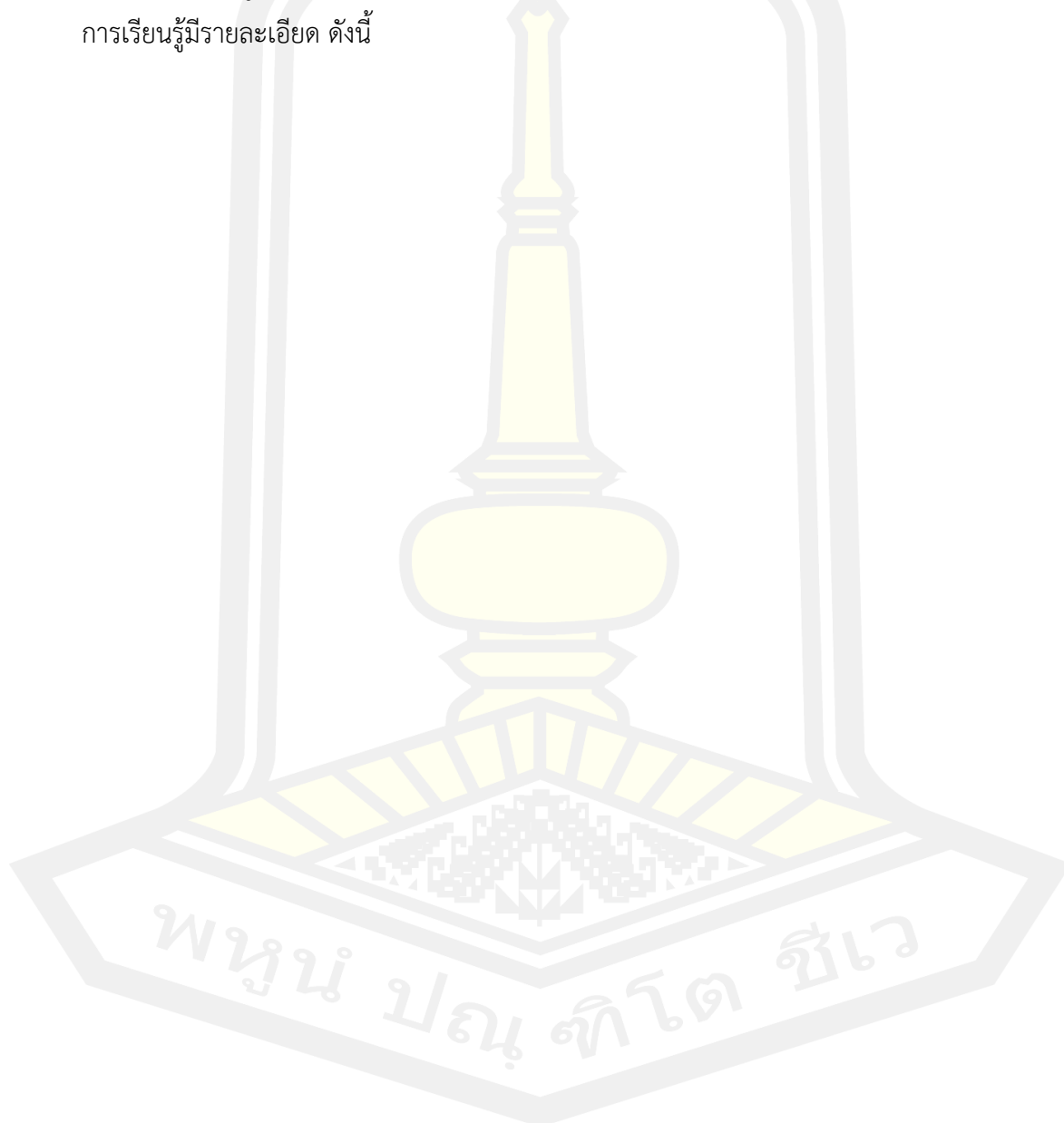
วันที่ 2 ของการฝึกอบรม

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| เวลา 07.00 - 08.30 น. | รายงานตัว |
| เวลา 08.30 - 10.30 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 |
| เวลา 10.30 - 10.45 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| เวลา 10.45 - 12.00 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ) |
| เวลา 12.00 - 13.00 น. | พักรับประทานอาหารกลางวัน |
| เวลา 13.00 - 14.30 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 |
| เวลา 14.30 - 14.45 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| เวลา 14.45 - 16.30 น. | เรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ) |
| เวลา 16.30 - 17.00 น. | ทดสอบหลังการฝึกอบรม |

แผนการฝึกอบรม

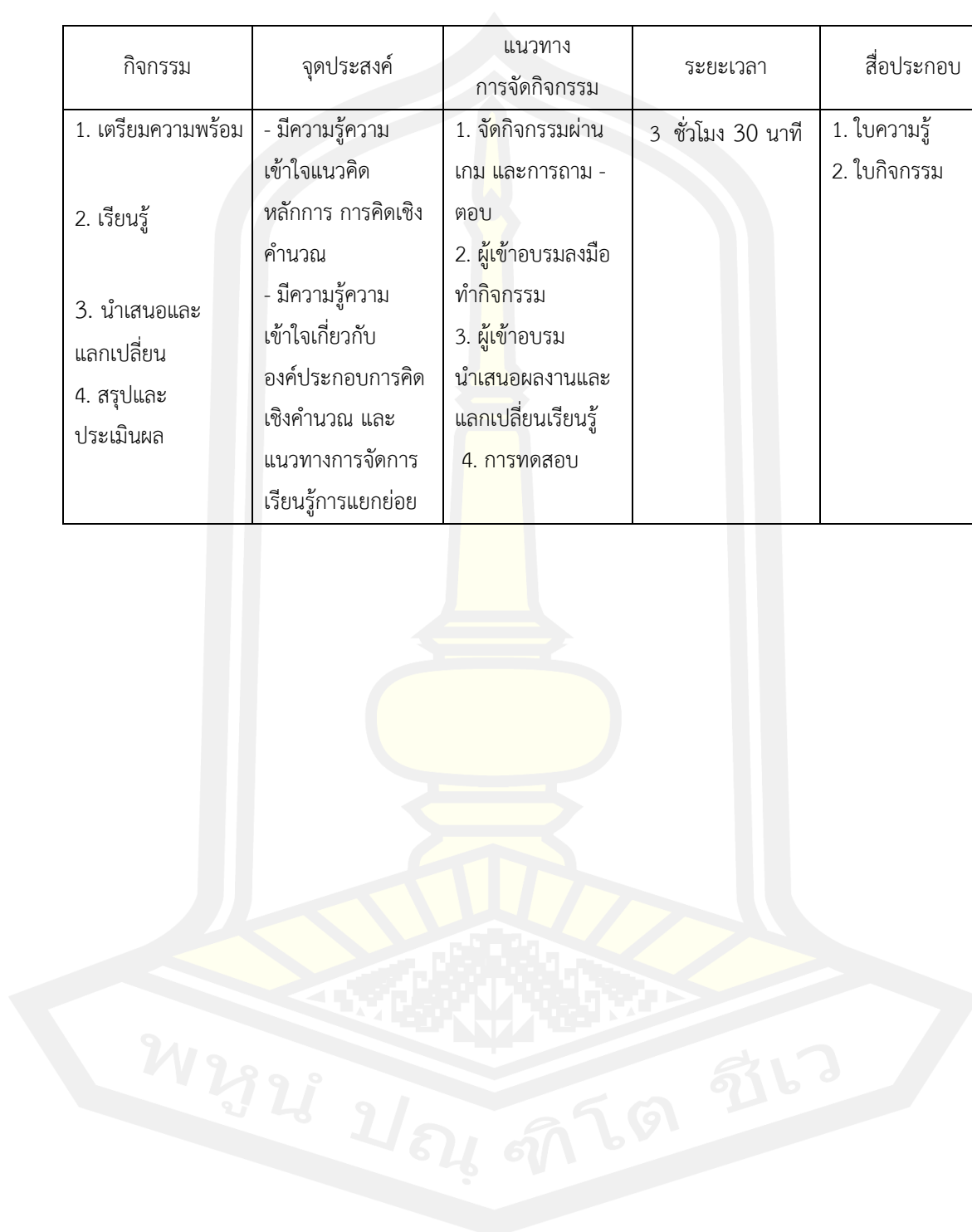
การฝึกอบรมครูตามหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ การฝึกอบรมตามหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 4 หน่วย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม โดยในการฝึกอบรมมุ่งให้ครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ สามารถนำความรู้

ไปออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ ตลอดจนการสร้างสื่อการเรียนรู้ วัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการฝึกอบรมประกอบด้วย การให้ความรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมของผู้เข้าอบรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การสะท้อนผลการปฏิบัติ การใช้ระบบพี่เลี้ยงและการสอนแนะ โดยหลังจากการฝึกอบรมแล้ว ครุณาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ลงสู่ชั้นเรียน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ทำการนิเทศ ติดตาม การจัดการเรียนรู้เป็นระยะ กำหนดการนิเทศติดตาม คนละ 2 รอบ โดยแผนการฝึกอบรมแต่ละหน่วย การเรียนรู้มีรายละเอียด ดังนี้



หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การแยกย่อย (decomposition)

| กิจกรรม | จุดประสงค์ | แนวทาง การจัดกิจกรรม | ระยะเวลา | สื่อประกอบ |
|--|--|--|-------------------|----------------------------------|
| 1. เตรียมความพร้อม 2. เรียนรู้ 3. นำเสนอและ แลกเปลี่ยน 4. สรุปและ ประเมินผล | - มีความรู้ความ เข้าใจแนวคิด หลักการ การคิดเชิง คำนวณ - มีความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับ องค์ประกอบการคิด เชิงคำนวณ และ แนวทางการจัดการ เรียนรู้การแยกย่อย | 1. จัดกิจกรรมผ่าน เกม และการถาม - ตอบ 2. ผู้เข้าอบรมลงมือ ทำกิจกรรม 3. ผู้เข้าอบรม นำเสนอผลงานและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4. การทดสอบ | 3 ชั่วโมง 30 นาที | 1. ใบความรู้ 2. ใบกิจกรรม |



แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การแยกย่อย (decomposition) จำนวน 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การแยกย่อย (decomposition) เป็นวิธีคิดรูปแบบหนึ่งของการคิดเชิงคำนวณ เป็นการพิจารณาเพื่อแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้สามารถจัดการกับปัญหาหรืองานได้ง่ายขึ้น การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ ตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากผู้เข้ารับการอบรมได้ผ่านการอบรมและทำกิจกรรมตามแผนการฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. อธิบายและสรุปความหมาย ความสำคัญ แนวคิดการคิดเชิงคำนวณได้
2. อธิบายความสำคัญของการแยกย่อยได้
3. วางแผน ออกแบบการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณได้

เนื้อหาสาระ

การคิดเชิงคำนวณ การแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย

กิจกรรม

1. ขั้นเตรียมความพร้อม

1.1 วิทยากรนำเสนอ คลิปวิดีโอ “หุ่นยนต์ดินสอดัดกรอง และหุ่นยนต์ช่วยเก็บผลไม้สุก” แล้วสนทนาซักถามผู้เข้าอบรมถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และความสำคัญของ AI ในปัจจุบัน

1.2 วิทยากรนำเสนอ คลิปวิดีโอ “หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัจฉริยะ” แล้วสนทนาซักถามถึงหลักการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัจฉริยะ มีส่วนประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนทำงานอย่างไร

1.3 วิทยากรนำเสนอเกมปริศนา Passcode ให้ผู้เข้าอบรมร่วมเล่นเกมและค้นหาคำตอบ

1.4 วิทยากรและผู้เข้าอบรมร่วมสรุปความรู้ที่ได้จาก คลิปวิดีโอ และเกม Passcode

2. ขั้นเรียนรู้

2.1 วิทยากรนำเสนอภาพอาการปวดหัวแต่ละแบบผ่าน Power Point แล้วตั้งคำถามจากภาพ เราสามารถแยกได้อย่างไรว่า “อาการปวดหัวแบบต่างๆ” เกิดขึ้นที่บริเวณใด มีลักษณะอาการเป็นแบบใด ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์หาคำตอบ

2.2 วิทยากรนำเสนอภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิตผ่าน Power Point โดยผู้เข้าอบรมระบุ ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์แต่ละชนิด ตามภาพ

2.3 ผู้เข้าอบรมศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ จากใบความรู้การคิด เชิงคำนวณ และการแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย

2.4 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรม “คนค้นคน” และตอบคำถามจากใบกิจกรรม

3. ชี้นำเสนอและแลกเปลี่ยน

ผู้เข้าอบรมร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามในใบ กิจกรรม

4. ชี้นำสรุปและประเมินผล

4.1 ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม “คนค้นคน” ผู้เข้าอบรมสรุปผลจากกิจกรรมและการนำเสนอความคิด โดยนำผลจากการนำเสนอและแลกเปลี่ยน ทั้งของตนเองและเพื่อนครู มาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4.2 วิทยากรและผู้เข้าอบรมร่วมสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยเชื่อมโยง วัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรม ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ และการนำหลักการของการคิด เชิงคำนวณ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.3 ผู้เข้าอบรมทำใบงานที่ 1 -3

4.4 ผู้เข้าอบรมทำแบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

4.5 วิทยากรและผู้ช่วยวิจัยประเมินผลการทำใบกิจกรรม

สื่อ วัสดุและอุปกรณ์

1. ใบความรู้ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
2. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “คนค้นคน”
3. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ
4. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ
5. สื่อคลิปวิดีโอ

1. หุ่นยนต์ดินสอดัดกรอง

ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=zkd058uAall>

(ใช้เพื่อการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น)



2. หุ่นยนต์เก็บผลไม้

ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=c-JduOfLEpc>
(ใช้เพื่อการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น)

3. หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัจฉริยะ

ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=eI3QgiAEHTI>
(ใช้เพื่อการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น)



4. เกมปริศนา Passcode,

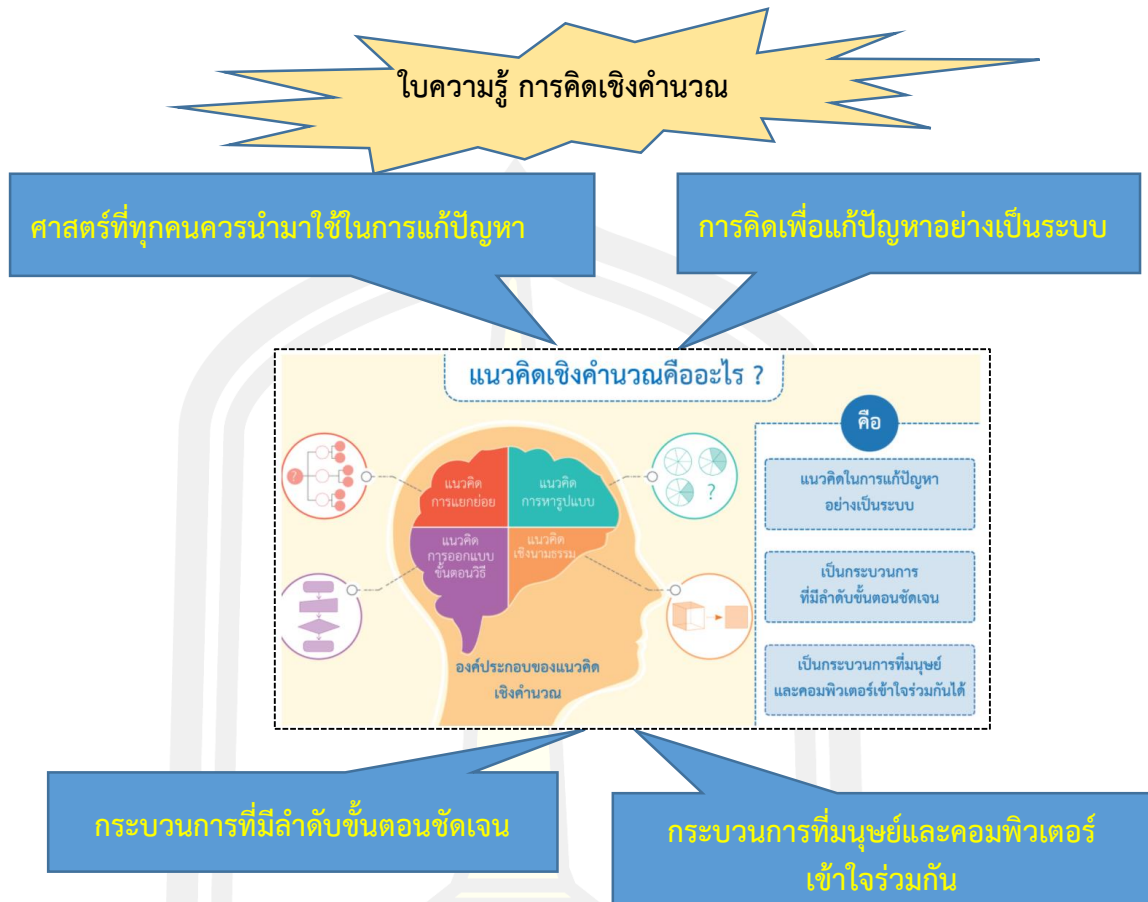
5. Power Point และเอกสารประกอบการอบรม

6. แบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณ

การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|---|---|-------------------------------|----------------------|
| 1. อธิบายและสรุป ความหมาย ความสำคัญ ของแนวคิดการคิดเชิง คำนวณได้ | - ประเมินจากการทำ กิจกรรม - การสัมภาษณ์ และ สอบถาม | - ใบกิจกรรม - แบบทดสอบ | - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 |
| 2. อธิบายความสำคัญของ การแยกย่อยได้ | - การทดสอบ | | |
| 3. วางแผน ออกแบบการ จัดการเรียนรู้การคิดเชิง คำนวณได้ | | | |

พหุบัณฑิต ชีวะ



ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ หรือการคิดเชิงตรรกะ การคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) เป็นกระบวนการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ นักการศึกษาและนักวิจัย ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไว้ดังนี้

Wing (2006) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบและการวิเคราะห์พฤติกรรมของสิ่งต่าง ๆ บนแนวคิดพื้นฐานการคำนวณ เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดเชิงวิเคราะห์ โดยนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยหาคำตอบ แล้วนำความคิดนี้ออกแบบวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือมีระบบที่ซับซ้อนเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ การวิเคราะห์ปัญหาแล้วนำเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาหรือสามารถนำมาสร้างเป็นระบบอัจฉริยะที่ทำงานคล้ายกับความคิดและพฤติกรรมของมนุษย์จากข้อมูลพื้นฐานที่มีได้

Lu and Fletcher (2009) ได้ให้ความหมายการคิดเชิงคำนวณว่า เป็นความสามารถเกี่ยวกับการอ่าน การเขียนและการคำนวณทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ความสามารถนี้ช่วยทำให้เข้าใจ หรือนำหลักการของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำงานที่เป็น

ระบบและมีประสิทธิภาพ ความคิดนี้ถือว่าการใช้คอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อช่วยส่งเสริมให้มนุษย์เกิดการเรียนรู้รอบด้าน

Denning (2009) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความคิดแบบอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) ซึ่งเป็นรูปแบบการคิดที่เป็นระบบเกี่ยวกับการสร้างสมการแก้ไขปัญหา โดยมีข้อมูลป้อนเข้าและเกิดเป็นผลลัพธ์ผ่านอัลกอริทึมที่ออกแบบ การนำหลักการคณิตศาสตร์มา เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมและการหาวิธีการ รูปแบบหรือกรอบแนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ในการ แก้ปัญหาตามที่ต้องการ

Barr and Stephenson (2011) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นทักษะที่สามารถบูรณาการกับหลากหลายสาขาวิชาไม่เพียงแต่สายวิทยาการคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยประยุกต์ใช้แก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์และการแยกปัญหาหรือองค์ประกอบย่อยออกมา กระบวนการต้องทำแบบเป็นระบบ โดยใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เต็มที่ การนำ คอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล เช่น การสกัดเอาข้อมูลสำคัญจาก แหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ซึ่งส่งผลให้ลด ระยะเวลาการทำงาน การเข้าใจโครงสร้างการทำงานของ คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นพื้นฐานต่อยอดของการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยี การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ออกแบบหรือแก้ปัญหานั้นต้องทำให้ระบบนั้นง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพความน่าเชื่อถือและ ความปลอดภัย

Aho (2012) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการที่จะนำมาแก้ไขปัญหา ผ่านขั้นตอนการคำนวณและอัลกอริทึม โดยจะแบ่งปัญหานั้นออกเป็น ส่วน ๆ จากนั้นก็ใช้การ วิเคราะห์รูปแบบ ที่เหมือนกันออกมา แล้วหาวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับบางปัญหาหรือองค์ประกอบที่มีความ ซับซ้อนมากจำเป็นต้องวิเคราะห์รูปแบบการประมวลผลเชิงลึกเข้าไปเพื่อแก้ปัญหาที่ละส่วนให้ สำเร็จได้

Csizmadia et al. (2015) ได้ให้ความหมายว่า การคิดเชิงประมวลผลเป็นการอธิบายลำดับ หรือกระบวนการทำงานเมื่อต้องการคิดแก้ปัญหาหรือระบบ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยตาม จุดประสงค์นั้น

Matt Bower and other (2017) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณว่า หมายถึง การคิดหาคำตอบในเชิงคำนวณได้โดยต่อยอดองค์ความรู้จากความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ และการผสมผสานความรู้จากวิชาอื่น ๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่

Ibrahim and other (2018) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ หมายถึง กระบวนการคิดที่สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์สิ่งต่าง ๆ และสามารถผสมผสานองค์ความรู้ให้เกิดชิ้นงานสร้างสรรค์และ สามารถต่อยอดผลงานได้

Lockwood and Mooney (2018) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณคือศาสตร์แห่งการเรียนรู้ที่ทุกระดับชั้นต้องมี เพื่อการแก้ปัญหาและพัฒนาการคิดเชิงคำนวณที่สามารถต่อยอดองค์ความรู้สู่วิชาอื่นได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 29) ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เป็นขั้นตอนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะนี้มีความสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในศาสตร์อื่นๆ และปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ ตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยการวิเคราะห์ข้อมูล จัดลำดับข้อมูลเป็นขั้นตอน โดยการคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการย่อยปัญหาที่ช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนหรือมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดได้ ซึ่งวิธีคิดเชิงคำนวณจะช่วยแก้ปัญหาในวิชาต่างๆ ได้

ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบของสิ่งที่เกิดขึ้นหรือสิ่งที่ต้องการจะทำ สามารถหารูปแบบหรือหนทางที่จะทำให้บรรลุจุดประสงค์หรือบรรลุเป้าหมาย แล้วนำมาสร้างเป็นอัลกอริทึมเพื่อนำมาพัฒนาบระบบประมวลผล จัดการกับปัญหาหรือสร้างผลงานขึ้นมา นักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณไว้ ดังนี้

Wing (2006) กล่าวถึง ความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการออกแบบระบบและการเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์โดยถูกสร้างออกมาจากหลักการทางการประมวลผล โดยหลักการประมวลผลนั้นเป็นพื้นฐานของระบบเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคต เช่น การพัฒนาระบบอัตโนมัติ ระบบหุ่นยนต์ ระบบอำนวยความสะดวก

Aho (2012) กล่าวไว้ว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นพื้นฐานที่สามารถนำมาพัฒนาเทคโนโลยีที่มีศักยภาพ เช่นระบบการฝังตัวสมองกล การส่งสัญญาณข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างระบบคลาวด์ ระบบทางการแพทย์และระบบการคมนาคมที่ทันสมัยซึ่งในอนาคตเทคโนโลยีเหล่านี้จะจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวัน

Czerkawski (2015) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณนี้เป็นทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในปริมาณมากด้วยคอมพิวเตอร์ มนุษย์สามารถนำความคิดนี้ไปฝึกปฏิบัติ ให้เกิดความชำนาญในการแก้ปัญหาได้

Israel et al. (2015) ได้กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนที่ควรจะได้รับรู้ไว้ในหลักสูตรการเรียนการสอน โดยสามารถนำมาใช้สอนนักเรียนเพื่อให้เกิดทักษะความคิด

ชั้นสูง ความคิดนี้สามารถเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาาร่วมกัน และเป็นการนำคณิตศาสตร์ อัลกอริทึมไปใช้ในโลกรแห่งความจริง สามารถนำมาใช้ได้จริงในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมให้เกิดทัศนคติทางบวกเกี่ยวกับทักษะด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์

จากความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ จะเห็นได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นทักษะความสามารถที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานที่สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคตได้ จึงควรส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นต่อผู้เรียนทั้งในด้านการวางแผน การคิดเป็นระบบ การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งจะช่วยพัฒนาด้านร่างกายและสติปัญญาตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจค้นคว้าและทดลองเป็นผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

Wing (2006) ได้จำแนกองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ออกเป็น 2 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือการวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบแล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล
2. การพัฒนาระบบอัตโนมัติ (Automation) คือการนำวิธีที่หามาได้ มาพัฒนาเป็นอัลกอริทึมเพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติในการแก้ปัญหานั้น

Denning (2009) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณเป็น 2 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบแล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล
2. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

Werner, Denner, Campe, and Kawamoto (2012) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณเป็น 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหา องค์ประกอบหรือเงื่อนไขที่ซ้ำ ๆ กัน หรือการใช้งานบ่อย ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น
2. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์ปัญหาหรือองค์ประกอบแล้วหาหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหรือการใช้ระบบประมวลผล
3. การสร้างต้นแบบ (Modeling) คือ การสร้างรูปแบบที่เป็นต้นแบบของการแก้ปัญหา เช่น การหาสูตรลัดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

Yadav, Mayfield, Zhou, Hambrusch, and Korb (2014) ได้จำแนกองค์ประกอบของ
การคิดเชิงคำนวณเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะ
องค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหา
ไปที่ละส่วน
2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน
เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหา
3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการ
แก้ปัญหา
4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอน
การทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบ
คอมพิวเตอร์

Csizmadia et al. (2015) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณเป็น
6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะ
องค์ประกอบ โดยแบ่งออกเป็นส่วน แล้วหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อย
2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบขององค์ประกอบที่ถูก
แยกออกมา เพื่อนำมาหารูปแบบที่ซ้ำกัน
3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาวิธีการที่ตลกแปลกในการ
จัดการกับองค์ประกอบ
4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การนำมาสร้างเป็นกระบวนการที่เป็น
ระบบ แสดงลำดับขั้นตอน เพื่อนำมาพัฒนาและหาวิธีการที่เป็นระบบในการแก้ไขหรือหาคำตอบนั้น
5. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic Reasoning) คือ การให้เหตุผลตามหลัก
ตรรกศาสตร์ ในการตัดสินใจ การตีความหมาย การหาคำตอบของผลลัพธ์ผ่านความคิดอย่างมีเหตุ
และผล
6. การประเมินผล (Evaluation) คือ กระบวนการคิดสามารถนำมาตรวจสอบเพื่อ
ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ได้

Atmatzidou and Demetriadis (2014) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณ
เป็น 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การแยกองค์ประกอบ (Decomposition) คือ การวิเคราะห์จำแนก แยะแยะ องค์ประกอบของปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย แล้วทำการพัฒนาหรือแก้ปัญหา ไปทีละส่วน

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การหารูปแบบของปัญหาซ้ำ ๆ กัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุหรือวิธีการแก้ปัญหา

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาหนทางที่ดีที่สุดในการ แก้ปัญหา

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การกำหนดหรือสร้างลำดับขั้นตอน การทำงานเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยลำดับขั้นตอนนั้นต้องอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณบนระบบ คอมพิวเตอร์

5. การสร้างระบบต้นแบบ (Modeling) คือ เมื่อได้กระบวนการที่ชัดเจนแล้ว จึงสร้างเป็นระบบต้นแบบ เพื่อนำไปใช้กับจุดประสงค์ที่ใกล้เคียงอื่น ๆ ได้

Czerkawski (2013) ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดเชิงคำนวณไว้ 4 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic Reasoning) คือ การนำหลักการตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักคิดพื้นฐานของมนุษย์มาใช้ในการตีความหมายเพื่อหาองค์ประกอบหรือผลลัพธ์ของสิ่งที่ ต้องการหาคำตอบอย่างมีเหตุผล

2. การหารูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การจดจำรูปแบบหรือองค์ประกอบที่ นำมาใช้บ่อย ๆ หรือมีจำนวนการใช้ซ้ำมาก

3. การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) คือ การวิเคราะห์หาวิธีการหรือหนทางที่ดีที่สุด ในการจัดการกับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบนั้น

4. การพัฒนาเป็นอัลกอริทึม (Algorithm) คือ การนำวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดมา พัฒนาเป็นลำดับขั้นตอนโดยขั้นตอนนั้นต้องเป็นกระบวนการทำงานที่เป็นระบบและอยู่บนพื้นฐาน ของการคำนวณบนระบบคอมพิวเตอร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวทศ.) (2561) ได้จำแนกองค์ประกอบของ ความคิดเชิงคำนวณ เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแยกส่วนประกอบย่อยและย่อยปัญหา (Decomposition) คือ การพัฒนา เพื่อแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อย ทำให้สามารถจัดการกับปัญหาหรืองานได้ง่ายขึ้น

2. การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือ การหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องแนวโน้มน และลักษณะทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น หรือ การเปรียบเทียบ สิ่งที่น่าสนใจกับสิ่งอื่นที่เคยทราบมาก่อน อีกประเภทหนึ่งคือการหารูปแบบที่เหมือน

และแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ที่สนใจหลายชั้น การพิจารณารูปแบบนี้จะช่วยระบุงค์ประกอบสำคัญร่วมของสิ่งเหล่านั้น ได้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการสร้างความเข้าใจเชิงนามธรรมต่อไป

3. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ กระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญ ออกจากรายละเอียดในโจทย์ปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อให้ได้องค์ประกอบที่จำเป็นเพียงพอ การคิดเชิงนามธรรมอาจจะเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดการกับแนวคิดหรือปัญหาที่ซับซ้อน ด้วยการเลือก เฉพาะสิ่งที่สำคัญและการลดทอนรายละเอียดที่ไม่จำเป็นทิ้งไป

4. อัลกอริทึม (Algorithm) คือ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ชัดเจน การคิดค้นอธิบายขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ประโยชน์ของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถใหม่ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นความสามารถแบบยืดหยุ่น มีประโยชน์ต่อผู้ที่ฝึกการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

1. เกิดการคิดแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอน ตามตรรกะ มีกระบวนการ
2. ทำให้เข้าใจว่าอะไรคือลักษณะของปัญหาที่ตอบสนองต่อผลที่ได้จากการคำนวณ
3. วัดความสัมพันธ์กันระหว่างเครื่องมือการคำนวณ เทคนิคและการแก้ปัญหาทำให้เข้าใจขีดจำกัดและอำนาจของการใช้เครื่องมือการคำนวณและเทคนิคต่าง ๆ
4. ประยุกต์หรือปรับเปลี่ยนเครื่องมือ ในการคำนวณให้มีเทคนิคต่าง ๆ ที่ทันสมัย
5. ยอมรับโอกาสในการที่จะใช้รูปแบบการคำนวณในรูปแบบใหม่ ๆ
6. ประยุกต์กลยุทธ์ในการคำนวณให้มีความหลากหลาย เช่น การรู้จักแบ่งหรือกำหนดขอบเขตของความรู้ ความคิดและความสนใจ

Wing (2010) ได้กล่าวถึง ข้อดีของการคิดเชิงคำนวณ มีดังนี้

ประโยชน์ของทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับบุคคลโดยทั่วไป

1. ทำให้เข้าใจลักษณะของปัญหาที่สามารถนำไปประมวลผล
2. สามารถประเมินความสอดคล้องกันระหว่างเครื่องมือแก้ปัญหาและเทคนิค

การแยกย่อย (Decomposition)

เป็นการแยกส่วนประกอบเป็นวิธีคิดรูปแบบหนึ่งของแนวคิดเชิงคำนวณ เป็นการพิจารณาเพื่อแบ่งปัญหาหรืองานออกเป็นส่วนย่อย ทำให้สามารถจัดการกับปัญหาหรืองานได้ง่ายขึ้น การแตกปัญหาที่ซับซ้อนให้เป็นปัญหาย่อยที่มีขนาดเล็กลงและซับซ้อนน้อยลง เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทำได้ง่ายขึ้น ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น การเขียนโปรแกรมแยกเป็นส่วน ๆ แยกเป็นแพ็คเกจ แยกเป็นโมดูล หรือมองเป็น layer หรือการแบ่งปัญหาเมื่อจะแก้ไขอุปกรณ์ เช่น การแยกส่วนประกอบของพัดลม แบ่งเป็นใบพัด มอเตอร์ ตะแกรงหน้า ขอบตะแกรง ฝาครอบ ฐานพัดลม เป็นต้น หรือ การแยกส่วนประกอบของรถจักรยาน

แบ่งเป็น ล้อหน้า ล้อหลัง หลังอาน โช้ โช้ค แฮนด์ มือเบรก เป็นต้น ถ้ามองในรายละเอียดของ ล้อจักรยานจะเห็น ว่าประกอบด้วย ยางล้อ วงล้อ และซี่ลวด หรือถ้าพิจารณาชุดขับเคลื่อนก็จะพบว่า ประกอบด้วยเฟือง โช้ และบันได เป็นต้น



ภาพที่ 1 จักรยาน

ที่มา : <https://jirapornthainoktad.wordpress.com>



ภาพที่ 2 แผนภาพองค์ประกอบย่อยของจักรยาน สสวท.

ที่มา : <https://jirapornthainoktad.wordpress.com>

การแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนทำได้ยาก การแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ทำให้มีความซับซ้อนของปัญหาลดลง ช่วยให้การวิเคราะห์และพิจารณารายละเอียดของปัญหาทำได้อย่างถี่ถ้วน ส่งผลให้สามารถออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหาได้ง่ายขึ้น

กรณีตัวอย่างการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition)

1. รถของกวิน

กวิน เป็นคุณครูที่เด็ก ๆ รัก และกำลังจะเดินทางไปโรงเรียนในเช้าของวันนี้ แต่ด้วยกวินไม่สามารถสตาร์ทรถยนต์คู่ใจที่ใช้ทุกวันให้ติดได้ เนื่องจากเกิดปัญหา 3 ประการ ได้แก่ เมื่อคีนเปิดไฟ ในรถทิ้งไว้ทั้งคืนอาจจะทำให้แบตเตอรี่หมด หรือก่อนเข้าบ้านเขาไม่ได้เติมน้ำมันให้เต็มถัง อาจจะ

เป็นไปได้ว่าน้ำมันในถังแข็งเพื่องหมด หรืออาจจะเป็นปัญหาเครื่องยนต์ เมื่อกวินต้องการใช้แนวคิดเชิงคำนวณแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น กวินจะสามารถแก้ปัญหาด้วยการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย ได้ดังนี้

การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition)

1. แบทเตอร์หมด
2. น้ำมันเชื้อเพลิงหมด
3. เครื่องยนต์มีปัญหา

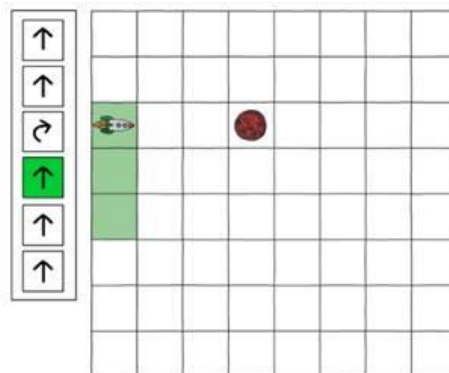


ภาพที่ 3 รถของครูกวิน

ที่มา: https://www.freepik.com/free-vector/car-dealer-showing-new-red-sports-auto_1311576.htm#page=4&query=car+people&position=27, iconicbestiary

2. การพาจรวดไปดาวอังคาร

เป็นกิจกรรมที่จะให้จรวดเดินทางไปดาวอังคาร โดยใช้ลูกศรในการเดิน การหมุน เพื่อทำภารกิจพิชิตดาวอังคารให้สำเร็จ เพื่อฝึกกระบวนการคิดเป็นขั้นตอนของผู้เรียน และกระบวนการแก้ปัญหา



ภาพที่ 4 ส่งจรวดไปดาวอังคาร

ที่มา: <https://csunplugged.org/en/topics/kidbots/unit-plan/sending-a-rocket-to-mars>, csunplugged.org

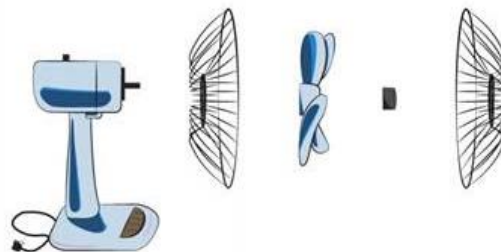
ในชีวิตประจำวันของเรา เราไม่ได้ให้คำแนะนำตามที่กล่าวไว้ว่า "เลี้ยวขวา ก้าวไปข้างหน้า ก้าวไปข้างหน้าอีก แล้วก้าวเลี้ยวขวา" คนส่วนใหญ่จะบอกว่าตรงไปที่ดาวอังคาร แต่เมื่อเขียนโปรแกรมจะต้องเจาะจงรายละเอียดการเดินทางไปดาวอังคารมากกว่าปกติ เพราะต้องบอกคอมพิวเตอร์ว่าจะทำอย่างไรในแต่ละขั้นตอน นอกจากนี้การสั่งให้โปรแกรมทำงานตามที่เราต้องการโดยระบุรายละเอียดแล้ว แทนที่จะพยายามแก้ไขปัญหาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าเกมส่งจรวดไปดาวอังคาร ยังมีการแบ่งการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆ ทำให้งานมีน้อยลง ก็จะสามารถทำให้ถึงจุดหมายได้อย่างรวดเร็วขึ้น เช่น

การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition)

1. เดินทางไป 2 ช่อง
2. เลี้ยวขวา
3. เดินทางไป 3 ช่อง

3. พัฒลม

นอกจากการเขียนโปรแกรมสิ่งของในชีวิตประจำวันเช่น จะเรียนรู้ว่าพัฒลมทำงานอย่างไร ก็ให้พิจารณาแยกชิ้นส่วนของพัฒลมว่ามีอะไรบ้างและศึกษาทีละชิ้น



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบพัฒลม

ที่มา <https://www.baanlaesuan.com/45800/maintenance/fan>, สุพจน์ เพชรศักดิ์วงศ์

การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) ของพัฒลม

1. มอเตอร์พร้อมกะโหลกหลังและฐานพัฒลม
2. ตะแกรงหลัง
3. ใบพัด
4. ตะแกรงหน้า

4. การเดินทาง

หากจะเดินทางไปเที่ยวหัวหิน จะมีการวางแผนเดินทางอย่างไร ซึ่งอาจแยกย่อยวิธีเดินทางเป็น 4 รูปแบบ เช่น ขับรถไปเอง นั่งรถทัวร์ นั่งรถตู้ หรือนั่งรถไฟ จากนั้นก็มาวิเคราะห์ถึงข้อดีข้อเสียแต่ละวิธีการ



ภาพที่ 6 การเลือกการเดินทาง

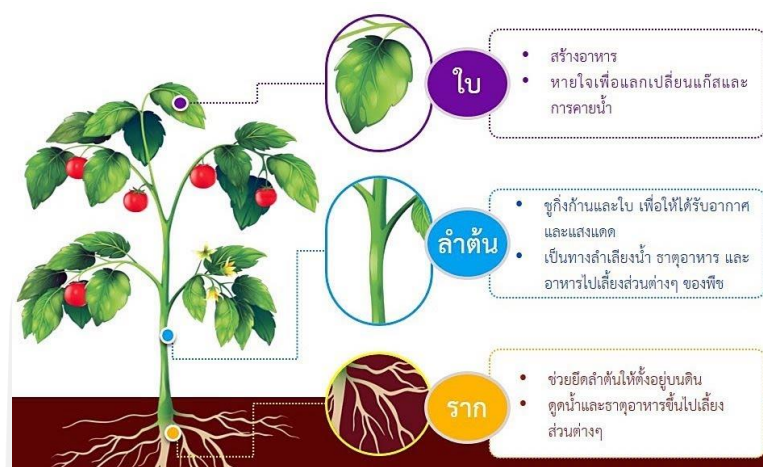
ที่มา : https://www.freepik.com/free-vector/city-transport-with-bike-car-bus-tram-symbols-isometric-vector-illustration_3997940.htm#page=2&query=transportation&position=30,macrovector

การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) ของการเดินทาง

1. ขับรถไปเอง
2. นั่งรถทัวร์
3. นั่งรถตู้
4. นั่งรถไฟ

วิเคราะห์ถึงข้อดีข้อเสียแต่ละวิธีการรวมถึงการคำนวณค่าใช้จ่ายของแต่ละวิธีการเดินทางเพื่อเลือกการเดินทางที่ดีที่สุด

5. ต้นไม้



ภาพที่ 7 ต้นไม้

ที่มา : https://www.freepik.com/free-vector/city-transport-with-bike-car-bus-tram-symbols-isometric-vector-illustration_3997940.htm#page=2&query=transportation&position=30,macrovector

แนวคิดเชิงคำนวณ ที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) นั้นเป็นการแตกปัญหาที่ซับซ้อนให้เป็นปัญหาย่อยที่มีขนาดเล็กลงและซับซ้อนน้อยลง เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาทำได้ง่ายขึ้นทำให้คิดอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น โดยผ่านการแยกย่อยปัญหาต่าง ๆ เนื่องด้วยกระบวนการบางกระบวนการ มีวิธีการที่ทำงานอย่างเป็นขั้นตอน และมีระบบย่อย จึงมีความจำเป็นที่ต้องแยกปัญหานั้นออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสามารถศึกษาปัญหาของกระบวนการได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

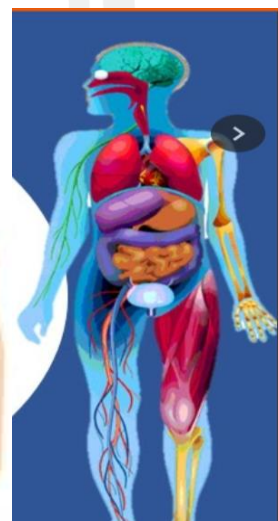
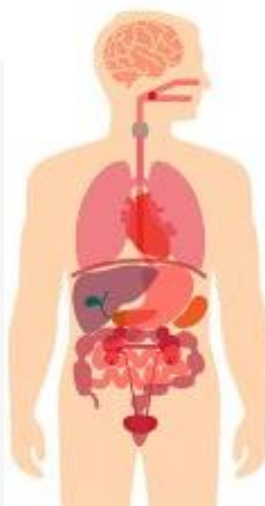


ใบกิจกรรมที่ 1

คนค้นคน

คำชี้แจง ให้ผู้เข้ารับการอบรมศึกษาใบกิจกรรมต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ร่างกายของมนุษย์ ประกอบด้วยอวัยวะสำคัญมากมายและซับซ้อน เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของร่างกายจะพบว่า มีการทำงานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เช่น ระบบหายใจ ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบขับถ่าย เป็นต้น ระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นมีการทำงานที่สัมพันธ์กันอย่างไร



1. จากสถานการณ์ข้างต้นระบบการทำงานของร่างกายมนุษย์ที่ประกอบด้วยอะไรบ้าง
.....
2. แสดงความสัมพันธ์ของระบบร่างกายมนุษย์
.....
3. จากสถานการณ์ข้างต้นสิ่งใดคือสาระสำคัญ
.....
4. ให้แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบร่างกายมนุษย์จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด
.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 2
การคิดเชิงคำนวณ

คำชี้แจง ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. การคิดเชิงคำนวณ มีความหมายว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. การคิดเชิงคำนวณ มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. การคิดเชิงคำนวณ มีองค์ประกอบอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. เราสามารถนำแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง องค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ

คำชี้แจง : ให้ผู้เข้าอบรมเขียนภาพการทำงานตามแนวคิดต่างๆ ขององค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

สถานการณ์

หมู่บ้านดงมะไฟ กำลังเตรียมจัดงานวันแม่แห่งชาติ โดยมีประกาศยกย่องให้บุคคลเป็นแม่ตัวอย่างของหมู่บ้านซึ่งผู้ที่คณะกรรมการพิจารณาแล้วเห็นว่ามีเหมาะสม มีจำนวน 2 คน คนแรก คือนางเมญานี แม่ของคุณหมอนภา และคุณครูชาติรี และคนที่ 2 คือนางแก้วตามีลูกสาว 1 คนชื่อน้ำตาล มีลูกชายชื่อเก่งกล้าซึ่งทั้ง 2 คน เป็นข้าราชการครู

ให้เขียนภาพการทำงานตาม

แนวคิดการแยกย่อย(Decomposition)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์

ครูปรีชา อยากรู้ว่านักเรียนชอบเรียนแบบใดในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 จึงได้ทำการสำรวจและสอบถามจากนักเรียนจำนวน 100 คน โดยมีผลการสำรวจ ดังนี้

นักเรียนที่ชอบเรียนแบบ On-site มี 45 คน ชอบเรียนแบบ On-demand 15 คน ชอบเรียนแบบ On-line 24 คน ชอบเรียนแบบ On-hand จำนวน 10 คน และชอบเรียนแบบ On - Air จำนวน 6 คน

ให้เขียนภาพการทำงานตาม

แนวคิดการคิดหารูปแบบ (Pattern Recognition)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รู้จักการคิดเชิงคำนวณ

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก ข ค และ ง จำนวน 10 ข้อ
คะแนน 10 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที
2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบในข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- ข้อใดคือความหมายของแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)
 - การคิดแบบหุ่นยนต์ เพื่อแก้ปัญหาโดยเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
 - การคิดแบบมนุษย์ โดยคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและเป็นระบบ
 - การใช้คอมพิวเตอร์ในการคิดแก้ปัญหาแทนมนุษย์
 - ถูกทุกข้อ
 - การคิดเชิงคำนวณมีประโยชน์อย่างไร
 - ช่วยให้ทักษะการคิดเปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์
 - สามารถทำงานต่างๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
 - จดจำข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก
 - แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน
 - ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ
 - Decomposition
 - Programming
 - Abstraction
 - Algorithm design
 - เมื่อต้องการแก้ปัญหาตามแนวคิดเชิงคำนวณ ควรทำองค์ประกอบใดเป็นขั้นตอนแรก
 - ทำปัญหานั้นให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถจัดการปัญหาแต่ละส่วนได้ง่ายขึ้น
 - เปลี่ยนรูปแบบปัญหาให้แก้ไขปัญหาย่อยได้ง่ายขึ้น
 - กำหนดหลักการในการแก้ปัญหา
 - ออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา
 - กิจกรรมใดต่อไปนี้ช่วยฝึกทักษะการคิดแยกย่อยปัญหา
 - การวาดรูปชิ้นส่วนของเครื่องบิน
 - การจัดกลุ่มของสัตว์
 - การเขียนขั้นตอนการทำอาหาร
 - การสร้างสัญลักษณ์

6. เด็กชายตะวันสามารถแยกแยะสาเหตุที่ทำให้ไปโรงเรียนสายได้เป็น 2 ประเด็น ได้แก่

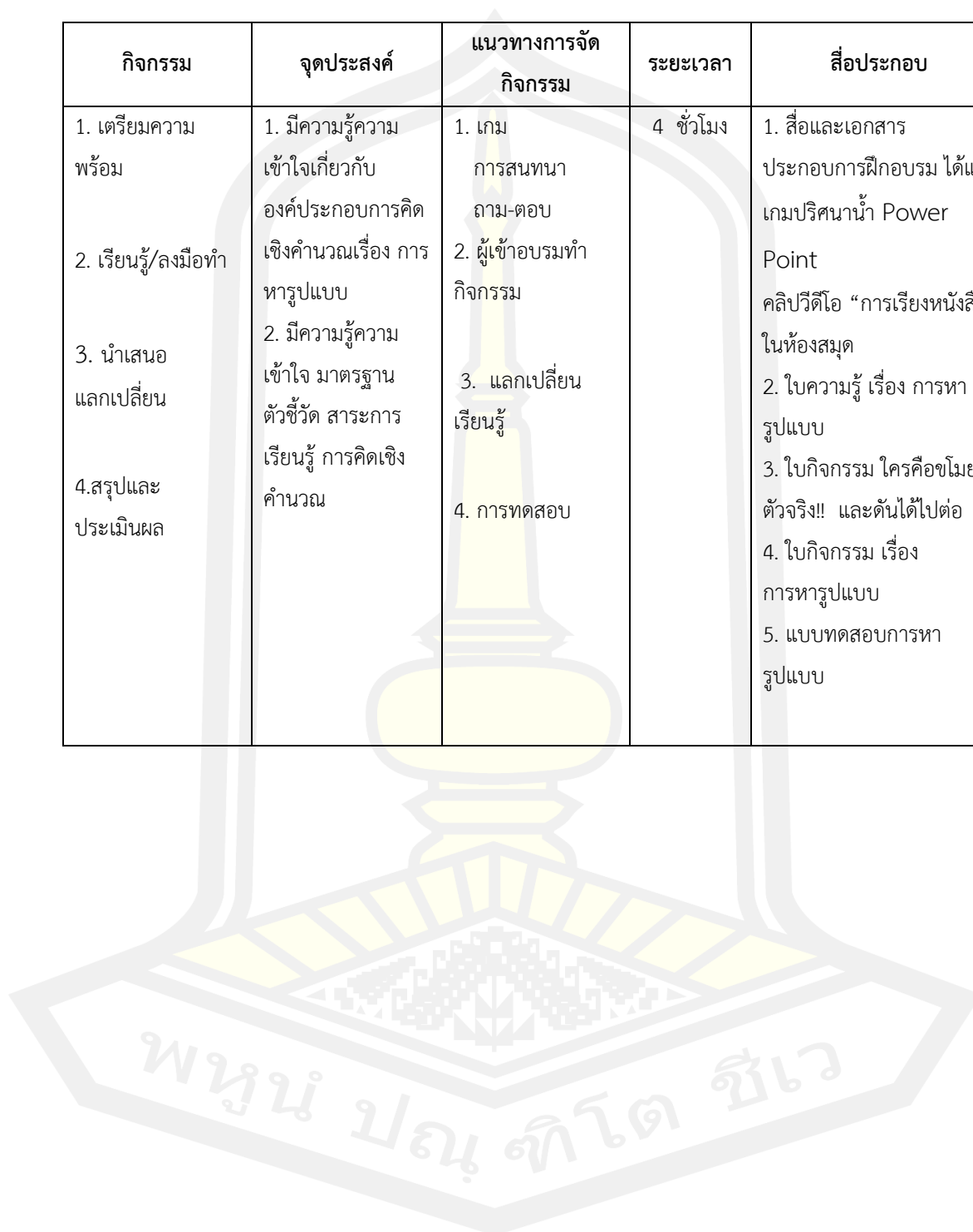
1. นอนตื่นสาย 2. เล่นเกมจนดึก" เป็นแนวคิดเชิงคำนวณขั้นตอนใด
 - ก. Decomposition (แนวคิดการแยกย่อย)
 - ข. Pattern Recognition (แนวคิดการจดจำรูปแบบ)
 - ค. Abstraction (แนวคิดเชิงนามธรรม)
 - ง. Algorithm Design (แนวคิดการออกแบบขั้นตอน)
7. Decomposition (แนวคิดการแยกย่อย) หมายถึงอะไร
 - ก. แยกปัญหากระบวนการออกเป็นส่วนย่อย
 - ข. ดูความเหมือน ความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง
 - ค. มุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
 - ง. แก้ปัญหาโดยการออกแบบกระบวนการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
8. Abstraction หรือการกำหนดสาระสำคัญ ตรงกับแนวคิดใด
 - ก. แนวคิดเชิงตรรกะ
 - ข. แนวคิดเชิงมโนทัศน์
 - ค. แนวคิดเชิงนามธรรม
 - ง. แนวคิดเชิงรูปธรรม
9. แนวคิดเชิงนามธรรม หมายถึงอะไร
 - ก. การแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย
 - ข. มุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
 - ค. ดูความเหมือน ความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง
 - ง. การแก้ปัญหาโดยออกแบบการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน
10. Algorithm design ควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด
 - ก. เขียนบรรยายเป็นความเรียงแสดงขั้นตอน
 - ข. เขียนผังงานเพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานโดยใช้ลูกศรแสดงทิศทาง
 - ค. เขียนอธิบายขั้นตอนตามลำดับแยกเป็นข้อๆ
 - ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1
การคิดเชิงคำนวณ

- ข้อ 1) ตอบ ข
- ข้อ 2) ตอบ ง
- ข้อ 3) ตอบ ข
- ข้อ 4) ตอบ ก
- ข้อ 5) ตอบ ก
- ข้อ 6) ตอบ ค
- ข้อ 7) ตอบ ก
- ข้อ 8) ตอบ ค
- ข้อ 9) ตอบ ข
- ข้อ 10) ตอบ ง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การหารูปแบบ

| กิจกรรม | จุดประสงค์ | แนวทางการจัดกิจกรรม | ระยะเวลา | สื่อประกอบ |
|---|---|--|-----------|--|
| 1. เตรียมความพร้อม 2. เรียนรู้/ลงมือทำ 3. นำเสนอแลกเปลี่ยน 4. สรุปและประเมินผล | 1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณเรื่อง การหารูปแบบ 2. มีความรู้ความเข้าใจ มาตรฐานตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ การคิดเชิงคำนวณ | 1. เกม การสนทนา ถาม-ตอบ 2. ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรม 3. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4. การทดสอบ | 4 ชั่วโมง | 1. สื่อและเอกสาร ประกอบการฝึกอบรม ได้แก่ เกมปริศนาคำ Power Point คลิปวิดีโอ “การเรียงหนังสือในห้องสมุด” 2. ใบความรู้ เรื่อง การหารูปแบบ 3. ใบกิจกรรม ใครคือขโมยตัวจริง!! และดันได้ไปต่อ 4. ใบกิจกรรม เรื่อง การหารูปแบบ 5. แบบทดสอบการหารูปแบบ |



แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การหารูปแบบ (pattern recognition)

จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การหารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหา/ข้อมูล โดยพิจารณาว่า เคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำ วิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายใน ปัญหาเดียวกัน ว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากผู้เข้ารับการอบรม ได้ผ่านการอบรมและทำกิจกรรมตามแผนการอบรมในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. อธิบายความหมาย ความสำคัญของการหารูปแบบได้
2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับการคิดเชิงคำนวณได้
3. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การหารูปแบบได้

เนื้อหาสาระ

การหารูปแบบ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดการคิดเชิงคำนวณ

กิจกรรม

1. ขึ้นเตรียมความพร้อม
 - 1.1 ผู้เข้าอบรมเล่นเกมปริศนา “น้ำ” แล้วร่วมกันตอบคำถาม
 - 1.2 วิทยากร นำเสนอคลิปวิดีโอ “การเรียงหนังสือในห้องสมุด” โดยผู้เข้าอบรมร่วมวิเคราะห์วิธีการในการจัดเรียงหนังสือที่เหมาะสมและใช้เวลาสั้นที่สุด และหาคำตอบของกิจกรรมแล้วตอบคำถาม
 - 1.3 วิทยากรนำเสนอภาพการยืนยันตัวตน CAPTCHA ให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันพิจารณาจากภาพที่เห็น ว่าระบบใช้แนวคิดใดในการประมวลผล
 - 1.4 วิทยากรและผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้จากการเล่นเกม และคลิปวิดีโอ “การเรียงหนังสือในห้องสมุด และ CAPTCHA

2. ชั้นเรียนรู้

2.1 วิทยากร นำเสนอภาพสายใยอาหาร ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสายใยอาหารนี้ เช่น

- สิ่งมีชีวิตที่เห็นในภาพมีอะไรบ้าง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จะจัดจำพวกสิ่งมีชีวิตที่เห็นได้อย่างไร ใช้เกณฑ์ใดในการจัด
- นอกจากเกณฑ์ที่เราใช้ในการจัดจำพวกสิ่งมีชีวิตดังกล่าวแล้ว มีวิธีการอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร
- วิทยากรสอบถามผู้เข้าอบรมถึงความสอดคล้องการหารูปแบบและมาตรฐานการเรียนรู้

2.2. ผู้เข้าอบรมศึกษาใบความรู้ การคิดเชิงคำนวณในหลักสูตรแกนกลางสาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และแนวทางการจัดการเรียนรู้ “การหารูปแบบ”

2.3 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรมที่ 2.1 “ใครคือขโมยตัวจริง!! ”

2.4 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรมที่ 2.2 “ดันได้ไปต่อ

2.5 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรมที่ 2.3 “การหารูปแบบ”

3. ชั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน

ผู้เข้าอบรมแต่ละคนร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้คำถามในใบกิจกรรมเป็นประเด็นในการแลกเปลี่ยน

4. ชั้นสรุปและประเมินผล

4.1 ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม โดยนำผลจากการทำกิจกรรมและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งของตนเองและเพื่อนครู มาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4.2 วิทยากรร่วมสรุปเกี่ยวกับหลักการ สาระสำคัญจากการทำกิจกรรม โดยเชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรม นำไปสู่ข้อสรุปของการคิดเชิงคำนวณ และการหารูปแบบเพิ่มเติม

4.3 ผู้เข้าอบรมทำใบงานที่ 2 เรื่อง การหารูปแบบ

4.4 ผู้เข้าอบรมทำแบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

4.5 วิทยากรและผู้ช่วยวิจัยประเมินผลการทำใบงานและใบกิจกรรม

สื่อ วัสดุและอุปกรณ์

1. ใบความรู้ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณในหลักสูตรแกนกลาง
2. ใบกิจกรรมที่ 2.1 ใครคือขโมยตัวจริง!!
 ใบกิจกรรมที่ 2.2 “ต้นได้ไปต่อ”
 ใบกิจกรรมที่ 2.3 “การหารูปแบบ”
3. ใบงาน เรื่อง การหารูปแบบ
4. แบบทดสอบการหารูปแบบ

การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|--|--|--|----------------------|
| 1. อธิบายความหมาย ความสำคัญของการหา รูปแบบได้ | - ประเมินจากใบกิจกรรม - การสอบถามจาก การทำกิจกรรม - ใบงาน - การทดสอบ | - ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบทดสอบ | - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 |
| 2. วิเคราะห์มาตรฐานการ เรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้อง กับการคิดเชิงคำนวณได้ | | | |
| 3. วางแผนออกแบบการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้การ หารูปแบบได้ | | | |

ใบความรู้ เรื่อง การคิดเชิงคำนวณในหลักสูตรแกนกลาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดให้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนให้ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ สามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินจัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทันมีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : คำนำ)

เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ (Computing Science Learning Outcome) เนื้อหา ด้านวิทยาการคำนวณ เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาการใช้ เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย เป้าหมายการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1 การคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) เป็นวิธีการคิดและแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ สามารถใช้จินตนาการมองปัญหาด้วยความคิดเชิงนามธรรม ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นแนวทางในการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน และมีลำดับวิธีคิดได้ โดยวิธีคิดแบบวิทยาการคำนวณนี้ ไม่ใช่เพียงแค่การเขียนโปรแกรม เพราะภาษาโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จุดประสงค์ที่สำคัญกว่าคือการสอนให้เด็กคิดและเชื่อมโยงปัญหาต่าง ๆ เป็นจนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบนั่นเอง

1.2 วิทยาการข้อมูล (Data Science) ศาสตร์หรือกระบวนการในการกลั่นกรองข้อมูลที่มีอยู่ออกมาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยเป็นการผสมผสานกระบวนการในด้านสถิติ คณิตศาสตร์ โปรแกรม และเทคโนโลยี

1.3 การรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (media and information literacy) เป็นทักษะเกี่ยวกับการรู้เท่าทัน สื่อและเทคโนโลยีดิจิทัล แยกแยะได้ว่าข้อมูลใดเป็นความจริงหรือความคิดเห็น โดยเฉพาะข้อมูลบนสื่อสังคมออนไลน์ นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องของความปลอดภัยในโลกไซเบอร์ ภูมิปัญญาและลิขสิทธิ์ทางปัญญาต่าง ๆ เพื่อให้เด็กใช้ช่องทางนี้ได้อย่างรู้เท่าทันและปลอดภัยมากที่สุด

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)

มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยได้กำหนดสาระสำคัญ ดังนี้ วิทยาการคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ การใช้แนวคิดเชิงคำนวณ ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การบูรณาการกับวิชาอื่น การเขียนโปรแกรมการคาดการณ์ผลลัพธ์ การตรวจหาข้อผิดพลาด การพัฒนา แอปพลิเคชันหรือพัฒนาโครงงาน อย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การรวบรวมข้อมูล การประมวลผล การประเมินผล การนำเสนอข้อมูลหรือสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง การค้นหาข้อมูลและแสวงหาความรู้ บนอินเทอร์เน็ต การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล การเลือกใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ข้อตกลงและข้อกำหนดในการใช้สื่อหรือแหล่งข้อมูลต่างๆหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร

การรู้ดิจิทัล การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย การจัดการอัตลักษณ์ การรู้เท่าทันสื่อภูมิปัญญาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้ลิขสิทธิ์ของผู้อื่นโดยชอบธรรม นวัตกรรมและผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่อการดำเนินชีวิตอาชีพสังคมและวัฒนธรรม

โครงสร้างเวลาเรียน

ช่วงชั้นที่ 1 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 20 ชั่วโมงต่อปี

ช่วงชั้นที่ 2 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 40 ชั่วโมงต่อปี

ช่วงชั้นที่ 3 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 40 ชั่วโมงต่อปี

ช่วงชั้นที่ 4 กำหนดเวลาเรียน จำนวน 40 ชั่วโมงต่อปี

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศ ได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรม อย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและ รับผิดชอบต่อสังคม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่าง เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรู้เท่าทันและมีจริยธรรม

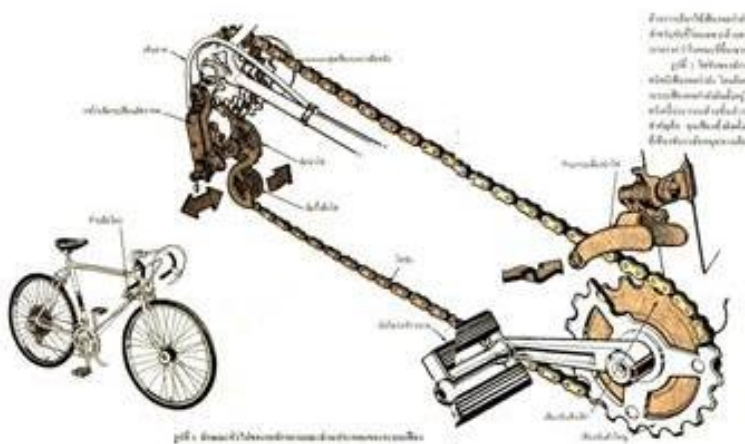
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ |
|--|---|
| 1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาหรือ การทำงานที่พบในชีวิตจริง | <ol style="list-style-type: none"> 1. แนวคิดเชิงคำนวณ 2. การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ 3. ตัวอย่างปัญหา เช่น การเข้าแถวตามลำดับความสูงให้เร็วที่สุด จัดเรียงสื่อให้หาได้ง่ายที่สุด |
| 2. ออกแบบและเขียนโปรแกรม ที่ใช้ตรรกะและฟังก์ชัน ในการแก้ปัญหา | <ol style="list-style-type: none"> 1. ตัวดำเนินการบูลีน 2. ฟังก์ชัน 3. การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตรรกะและฟังก์ชัน 4. การออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาอาจใช้แนวคิดเชิงคำนวณ ในการออกแบบเพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ 5. การแก้ปัญหายังเป็นขั้นตอนจะช่วยให้แก้ปัญหามี ประสิทธิภาพ 6. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เช่น Scratch, Python, java,C 7. ตัวอย่างโปรแกรม เช่น โปรแกรมตัดเกรดหาคำตอบทั้งหมด ของ อสมการหลายตัวแปร |
| 3. อภิปรายองค์ประกอบและ หลักการทำงานของ ระบบคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีการ สื่อสารเพื่อประยุกต์ใช้งานหรือ แก้ปัญหาเบื้องต้น | <ol style="list-style-type: none"> 1. องค์ประกอบและหลักการทำงานของระบบ คอมพิวเตอร์ 2. เทคโนโลยีการสื่อสาร 3. การประยุกต์ใช้งานและการแก้ปัญหาเบื้องต้น |

| ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้ |
|--|--|
| 4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย มีความรับผิดชอบ สร้างและแสดงสิทธิในการเผยแพร่ผลงาน | 1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย โดยเลือกแนวทางปฏิบัติ เมื่อพบเนื้อหาที่ไม่เหมาะสม เช่น แจ้งรายงานผู้เกี่ยวข้องป้องกันการเข้ามาของข้อมูลที่ไม่เหมาะสม ไม่ตอบโต้ ไม่เผยแพร่ 2. การใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบ เช่น ตระหนักถึงผลกระทบในการเผยแพร่ข้อมูล 3. การสร้างและแสดงสิทธิ์ความเป็นเจ้าของผลงาน 4. การกำหนดสิทธิการใช้ข้อมูล |

การหารูปแบบ (Pattern Recognition)

เป็นการหารูปแบบซึ่งเป็นทักษะการหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วผู้เรียนจะเริ่มพิจารณาปัญหาหรือสิ่งที่สนใจ จากนั้นอาจใช้ทักษะการแยกส่วนประกอบทำให้ต้องค้ประกอบภายในอื่น ๆ แล้วจึงใช้ทักษะการหารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกันว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาย่อยได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เช่น ในส่วนประกอบของจักรยานผู้เรียนจะพบว่าระบบขับเคลื่อนประกอบด้วยเฟืองหน้า และเฟืองหลัง เชื่อมกันด้วยโซ่ จักรยานมีลักษณะเหมือนระบบรอก ดังนั้น ถ้านักเรียนทราบถึงคุณสมบัติการทดแรงของระบบรอกดังกล่าว นักเรียนก็จะเข้าใจการทดแรงของระบบขับเคลื่อนของจักรยาน เช่นเดียวกัน ในกรณีการหารูปแบบเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเปรียบเทียบสิ่งที่สนใจกับสิ่งอื่นที่เคยทราบมาก่อน



ภาพที่ 8 เฟืองหน้าและเฟืองหลัง

ที่มา: <http://www.zeedbike.com/article/28/จักรยานหลายเกียร์, zeedbike>

แบบรูป (Pattern)

เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันอย่างมีเงื่อนไข ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นได้โดยใช้การสังเกต การวิเคราะห์ หาเหตุผลสนับสนุนจนได้ บทสรุปอันเป็นที่ยอมรับได้ แบบรูปนับเป็นปัจจัยพื้นฐานอันหนึ่งในการช่วยคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยที่เราได้เคยพบเห็นและได้ผ่านการใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ด้วยเหตุด้วยผลกับ แบบรูปในลักษณะต่าง ๆ กันมาแล้ว แบบรูปที่จะกล่าวถึงนี้เป็นแบบรูปในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้เห็น รูปแบบของการจัดลำดับ และการกระทำซ้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อจะได้ใช้การสังเกต การวิเคราะห์ การให้เหตุผลในการบอกความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่ พบเห็นได้อย่างถูกต้องจนถึงขั้นสรุปเป็นกฎเกณฑ์



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของแบบรูป

ที่มา : <http://www.tup.ac.th/tup/learning>, นาถลดา มนต์ทอง.

โดยทั่วไปในคณิตศาสตร์จะพบเห็นการใช้แบบรูปในเรื่องของจำนวน รูปภาพ รูป เรขาคณิต จากแบบรูปของจำนวนเราสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์โดยใช้ตัวแปร และสมบัติของการเท่ากัน สร้างสมการเพื่อใช้แก้ปัญหาได้ จากเงื่อนไขข้างต้น สรุปได้ว่า แบบรูปจึงเป็นรูปร่าง หรือลักษณะของ สิ่งต่าง ๆ ที่นำมาประกอบกันตามความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้น

ในทางวิทยาการคำนวณ การหารูปแบบจึงเป็นการหารูปแบบที่เหมือนและแตกต่างกัน ระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ที่สนใจหลายชิ้นการพิจารณารูปแบบนี้จะช่วยระบุองค์ประกอบสำคัญร่วมกัน ของสิ่งของเหล่านั้นได้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการสร้างความเข้าใจเชิงนามธรรม เช่น



ภาพที่ 10 เมาส์

ที่มา : <https://www.google.com/search?q=เมาส์ไร้สาย>

จะเห็นว่ามาสึนั้นมีรูปลักษณะภายนอกที่แตกต่างกันออกไปแต่สังเกตได้ว่ารูปแบบการใช้งานนั้นเหมือนกัน คือสามารถบังคับตำแหน่งตัวชี้ได้โดยการขยับเมาส์และใช้กดหรือสัมผัสปุ่มเมาส์เพื่อกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่โปรแกรมไว้

นอกจากการหารูปแบบของสิ่งของแล้ว ยังสามารถหารูปแบบที่เหมือนกันของปัญหาได้ด้วย ลองพิจารณาการค้นหาข้อมูลภายใต้สถานการณ์ต่อไปนี้ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 200 คน ครูได้นำสมุดการบ้านวิชาคณิตศาสตร์มาคืน นักเรียนต้องการค้นหาสมุดของตนเองจากกองสมุดนั้น ในการค้นหา อาจเริ่มจากการพิจารณาสมุดเล่มที่อยู่บนสุด ถ้าพบว่าเป็นสมุดของตนเอง นักเรียนก็สามารถหยิบสมุดเล่มนั้นแล้วจบกระบวนการค้นหา ถ้าไม่ใช่ ก็ต้องค้นหาในกองสมุดที่เหลือต่อไปอีก 199 เล่ม

สังเกตว่าหลังจากพิจารณาสมุดหนึ่งเล่มแล้ว ปัญหาที่เหลืออยู่ก็ยังคงเป็นปัญหาการค้นหาสมุดจากกองสมุดการบ้านเช่นเดิม แต่มีจำนวนสมุดในกองที่ต้องค้นหาน้อยลง นอกจากนี้ เมื่อนักเรียนพิจารณาสมุดเล่มต่อไปและพบว่าไม่ใช่เล่มที่ต้องการอีก แม้ว่าจำนวนสมุดในกองที่ต้องค้นหาจะลดลง แต่ปัญหาที่เหลืออยู่ก็ยังคงเป็นปัญหาที่มีรูปแบบไม่แตกต่างจากปัญหาเดิมเท่าใดนัก

ถ้าใช้แนวคิดแบบแยกองค์ประกอบ จะพบปัญหาการค้นหาสมุดจากกองสมุด 200 เล่มนั้น ประกอบด้วยปัญหาย่อยๆ อีกหลายปัญหา คือ ปัญหาการค้นหาสมุดจากกองสมุด 199 เล่ม ปัญหาการค้นหาสมุดจากกองสมุด 198 เล่ม ไปเรื่อยๆ เป็นต้น และปัญหาย่อยเหล่านี้มีรูปแบบที่เหมือนกัน โดยมีความแตกต่างกันที่จำนวนสมุดเท่านั้น เมื่อพบว่าปัญหามีรูปแบบที่เหมือนกัน จะสามารถใช้วิธีการแบบเดียวกันในการแก้ปัญหาทั้งหมดได้

ดังนั้นการพิจารณารูปแบบ เป็นการหารูปแบบซึ่งเป็นทักษะการหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวโน้ม และลักษณะ ทัวไปของสิ่งต่าง ๆ การหารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เช่น การจัดหมวดหมู่สัตว์ที่คล้ายคลึงกัน ให้อยู่ในสปีชีส์เดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา การหาพฤติกรรมการบริโภคของคน ว่านิยมซื้ออะไร ช่วงเวลาไหน มีรูปแบบพฤติกรรมซ้ำ ๆ อะไรบ้าง ความสัมพันธ์ของเฟืองหน้า และเฟืองหลัง ของรถจักรยานที่เชื่อมกันด้วยโซ่จักรยานมีลักษณะเหมือนระบบรอก สิ่งของเช่นมาสึนั้นมีรูปลักษณะภายนอกที่แตกต่างกันออกไปแต่สังเกตได้ว่ารูปแบบการใช้งานนั้นเหมือนกัน การเขียนโปรแกรมที่ทำซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง จะมีลักษณะรูปแบบที่เหมือนกัน รูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์ใช้ เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงคำนวณ

เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Instructional Design) สอดคล้องตามรูปแบบการเรียนรู้ที่สำคัญ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการสอนแบบ 5Es และรูปแบบการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน(PBL) โดยมีรายละเอียด ดังนี้



ที่มา : คู่มือครู รายวิชาพื้นฐาน เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) อักษรเจริญทัศน์

ใบกิจกรรมที่ 2.1

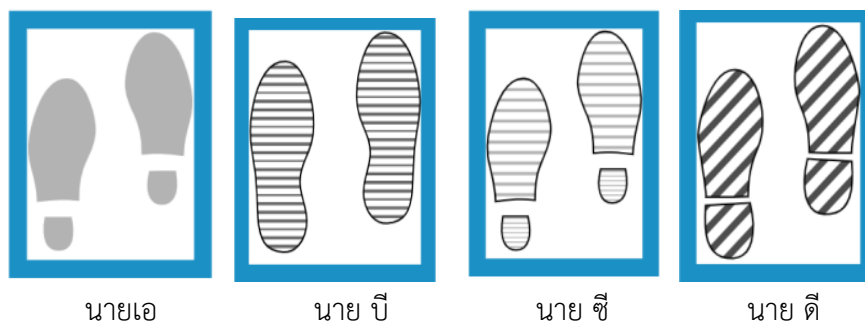
ใครคือขโมยตัวจริง!!

คำชี้แจง ให้พิจารณาสถานการณ์ที่กำหนด แล้วเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ สถานการณ์ ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีทรัพย์สินของชาวบ้านสูญหายอยู่เป็นประจำ ผู้ใหญ่บ้านจึงได้ไปแจ้งความกับตำรวจเพื่อสืบค้นหาตัวคนร้ายที่เข้ามาลักทรัพย์สินของชาวบ้าน เมื่อตำรวจมาตรวจที่เกิดเหตุก็พบร่องรอยหลักฐานเป็นรอยนิ้วมือที่มีลักษณะเป็นมัดหวายอยู่ตามประตู และโต๊ะ เก้าอี้ นอกจากนี้ยังพบรอยเท้าที่มีพื้นรองเท้าลายแถบและสันเท้าบางที่เลอะโคลนบนพื้นที่เกิดเหตุ จากหลักฐานดังกล่าวตำรวจได้ตัวผู้ต้องสงสัยมาสอบสวนจำนวน 4 คน ได้แก่ นาย เอ นาย บี นาย ซี และนาย ดี ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นโจรลักทรัพย์ ในคดีนี้

ลักษณะลายนิ้วมือของคนร้าย



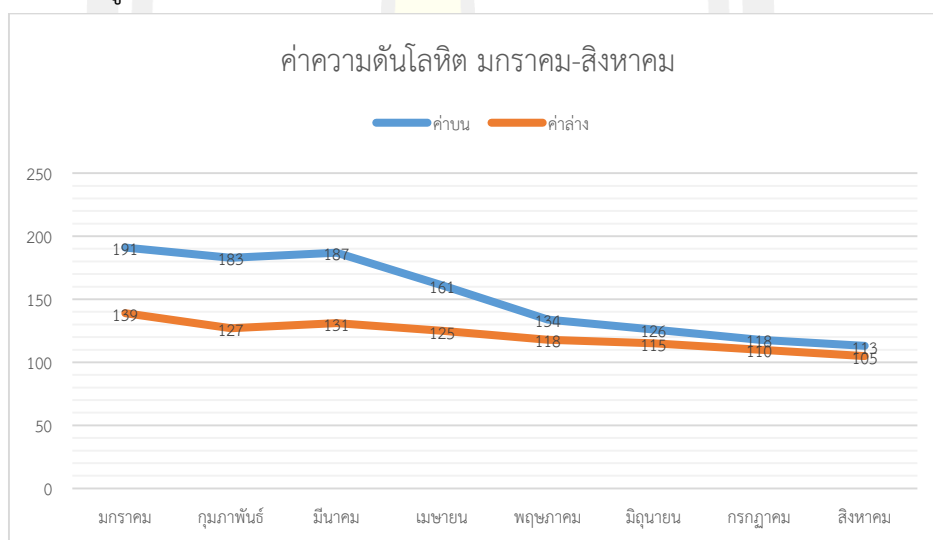
ลักษณะรอยเท้าของคนร้าย



ใบกิจกรรมที่ 2.2

คำชี้แจง ให้พิจารณาสถานการณ์ที่กำหนด แล้วตอบคำถามโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ
สถานการณ์

ผลการตรวจสุขภาพประจำปีของคุณยาย อายุ 68 ปี พบว่า ค่าความดันโลหิตของคุณยาย เท่ากับ 191/139 ซึ่งแพทย์ได้แนะนำการปฏิบัติตัวสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงทุกคน โดยการงดรับประทานอาหารที่มีรสชาติเค็มจัด ให้รับประทานผักสดและผลไม้แทน ควรพักผ่อนให้เพียงพอ และออกกำลังกายสม่ำเสมอ เช่น การเดิน อย่างน้อยวันละ 30 นาที หมั่นตรวจวัดความดันอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งคุณยายได้ปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด ส่งผลให้ค่าความดันโลหิตในแต่ละเดือนได้ผลดังข้อมูล



ค่าความดันโลหิตที่ควรระวัง

| สูงเล็กน้อย | สูงปานกลาง | สูงมาก |
|-------------------|-------------------|---------------------|
| 140 - 159 (mm/Hg) | 160 - 179 (mm/Hg) | มากกว่า 180 (mm/Hg) |
| 90 - 99 (mm/Hg) | 100 - 109 (mm/Hg) | มากกว่า 110 (mm/Hg) |

1. จากสถานการณ์ข้างต้น ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอะไรบ้าง (การแยกย่อยปัญหา)

2. ท่านเข้าใจปัญหานี้ได้อย่างไร (การพิจารณารูปแบบ)

3. จากสถานการณ์ข้างต้น ท่านคิดว่าสิ่งใดเป็นประเด็นหลักของเรื่องนี้ (การคิดเชิงนามธรรม)

ใบกิจกรรมที่ 2.3

เรื่อง การหารูปแบบ (pattern recognition)

1. การคิดหารูปแบบ (pattern recognition) หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. แนวทางการพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition) ประกอบด้วยอะไรบ้าง

.....

.....

3. ให้ยกตัวอย่างกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ใช้การคิดหารูปแบบ

.....

.....

4. ท่านคิดว่าการนำวิธีการคิดหารูปแบบไปใช้ในชีวิตประจำวันมีประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

5. ระบุปัญหาที่ท่านพบในชีวิตประจำวันมา 1 ปัญหา แล้วเขียนอธิบายโดยใช้การหารูปแบบในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

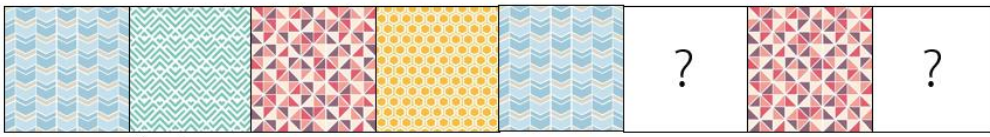
แบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่ 2
การหารูปแบบ (pattern recognition)




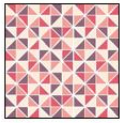




- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก ข ค และ ง จำนวน 10 ข้อ
คะแนน 10 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที
2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบในข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การจำแนกประเภทของสิ่งมีชีวิต รูปแบบของเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ข้อใดเหมาะสมที่สุด
- สีและรูปร่าง
 - ที่อยู่อาศัยและขนาด
 - การกินอาหาร และการสืบพันธุ์
 - รูปร่างและการกินอาหาร
2. มาลีทำการทดลองเลี้ยงไหม 3 วิธี โดยนำ ตัวไหมมา 20 ตัว จัดการทดลอง โดยใช้ใบหม่อน
วันละ 1 กิโลกรัม จำนวนใบที่นับจากยอด แตกต่างกันดังนี้
- ชุดที่ 1 ให้ใบหม่อนใบที่ 3-5 โดยนับจากดอก
 - ชุดที่ 2 ให้ใบหม่อนใบที่ 6-8 โดยนับจากดอก
 - ชุดที่ 3 ให้ใบหม่อนใบที่ 9-11 โดยนับจากดอก
- ผลปรากฏว่า หลังจากเวลาผ่านไป 7 วัน ชุดการทดลองที่ 2 ตัวไหมมีการเจริญเติบโตมากที่สุด
มาลีจึงตัดสินใจเลี้ยงไหมตามชุดการทดลองที่ 2 ท่านคิดว่าตัวแปรต้น ในการทดลองของมาลี คืออะไร
- จำนวนตัวไหม
 - จำนวนใบหม่อน
 - อายุของใบหม่อน
 - การเจริญเติบโตของตัวไหม
3. มานพเฝ้าสังเกตต้นไม้ที่ปลูกไว้พบว่าในเวลา 3 วัน ต้นไม้สูงขึ้น 3 เซนติเมตร จากข้อมูลนี้
ท่านคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับต้นไม้ในอีก 3 วันข้างหน้า
- ต้นไม้จะหยุดเจริญเติบโต
 - ต้นไม้จะสูงขึ้น 1 เซนติเมตร
 - ต้นไม้จะสูงเพิ่มขึ้น 3 เซนติเมตร
 - ต้นไม้จะเจริญเติบโตขึ้นเพราะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์


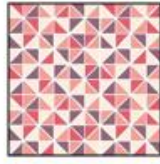


4. ข้อมูลในข้อใด เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา ได้ถูกต้อง (การหารูปแบบ)
- ก. น้ำแข็งจะละลาย
 - ข. น้ำแข็งจะกลายเป็นไอ
 - ค. เมื่อวางแก้วใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ จะมีหยดน้ำมาเกาะที่ข้าง ๆ แก้วน้ำ
 - ง. น้ำแข็งลอยน้ำ ได้เพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
5. การจัดรูปแบบของปัญหาคืออะไร
- ก. การแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาเล็ก ๆ
 - ข. การสร้างตัวอย่างของปัญหาจากรูปแบบที่มี
 - ค. การมองหาความคล้ายคลึงกันภายในปัญหา
 - ง. การแบ่งปัญหาหรือระบบออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เหมือนกันทุกส่วน
6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการจัดรูปแบบ
- ก. รถยนต์ทุกคันมีล้อ
 - ข. รถยนต์ของฉันทีสี่ล้อ
 - ค. รถยนต์ของเพื่อนมีเครื่องเล่น MP3
 - ง. รถยนต์ที่มีราคาแพงมักจะสวย
7. ถ้าไม่มีการจัดรูปแบบของปัญหาจะทำให้เกิดอะไร
- ก. การแก้ปัญหาก็จะง่ายและสะดวกรวดเร็วขึ้น
 - ข. มีวิธีการแก้ที่หลากหลายมากขึ้น ไม่ยึดติดรูปแบบเดิมๆ
 - ค. เราอาจสร้างการแก้ปัญหาที่ไม่มีประสิทธิภาพและไม่ถูกต้อง
 - ง. ปัญหาเดิมๆจะเกิดซ้ำอีก
8. ถ้าต้องการให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น ครูควรแนะนำรูปแบบการเรียนรู้ ข้อใดต่อไปนี้เป็น
- ก. นำวิธีการอ่านหนังสือในปีที่แล้วมาใช้ โดยปรับปรุงข้อเสีย
 - ข. อ่านหนังสือให้เหมือนเพื่อนที่สอบได้ที่ 1
 - ค. อ่านหนังสือซ้ำหลายๆรอบ
 - ง. เข้าคอร์สตัวกับสถาบันที่มีชื่อเสียง

พิจารณาการปูกระเบื้องต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 9-10



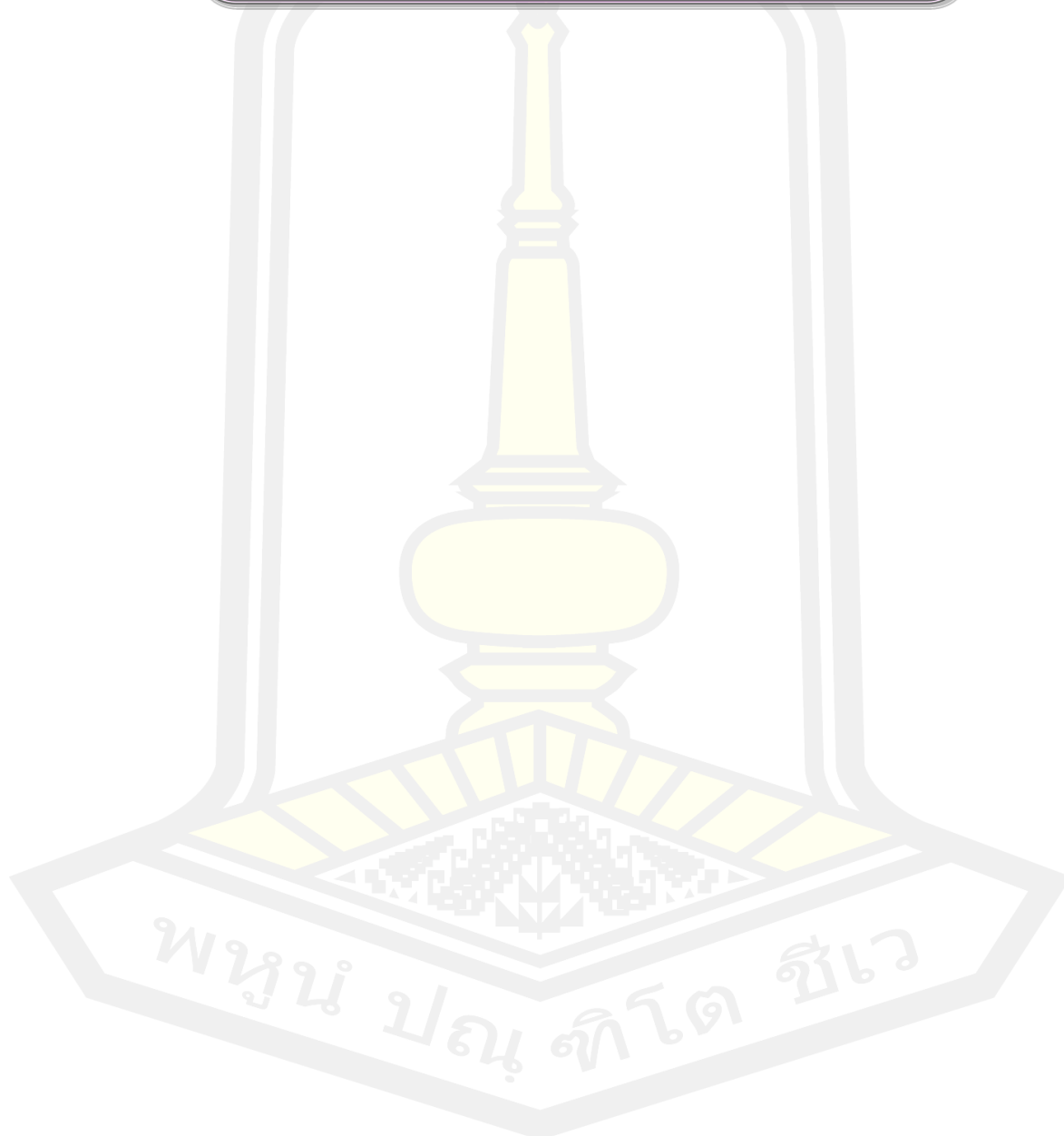
- ก.  และ 
- ข.  และ 
- ค.  และ 
- ง.  และ 

10. ถ้าต้องการปูกระเบื้องต่อกันทั้งหมด 15 แผ่น ถ้าวางแผ่นสุดท้ายคือกระเบื้องในข้อใด

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

เฉลย

| | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ค | 2. ข | 3. ค | 4. ค | 5. ค |
| 6. ก | 7. ง | 8. ก | 9. ค | 10. ก |



องค์ประกอบหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม

| กิจกรรม | จุดประสงค์ | แนวทางการจัดกิจกรรม | ระยะเวลา | สื่อประกอบ |
|--|--|--|----------------------|--|
| 1. เตรียมความพร้อม 2. เรียนรู้ 3. นำเสนอและแลกเปลี่ยน 4. สรุปและประเมินผล | 1. มีความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบ การคิดเชิงคำนวณเกี่ยวกับ การคิดเชิงนามธรรม 2. วางแผน ออกแบบการจัดการ เรียนรู้การคิดเชิงนามธรรม | 1. การถามตอบ 2. ผู้เข้าอบรมศึกษา ใบความรู้ 3. ผู้เข้าอบรมฝึก ปฏิบัติตามใบกิจกรรม 4. ผู้เข้าอบรม นำเสนอผลจากการ ปฏิบัติกิจกรรม 5. การทดสอบท้ายหน่วย | 3 ชั่วโมง 30 นาที | 1. ใบความรู้ 2. ใบกิจกรรม 3. คลิปวิดีโอหุ่นยนต์ เก็บผลไม้ “Can you solve the bridge riddle” 4. Power Point เรื่อง กระบวนการย่อยอาหาร |



แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การคิดเชิงนามธรรม

จำนวน 3 ชั่วโมง 30 นาที

สาระสำคัญ

การคิดเชิงนามธรรมหรือการคิดรวบยอดของปัญหา ซึ่งเป็นการกำหนดหลักการทั่วไป มุ่งเน้นเฉพาะส่วนที่สำคัญของปัญหา โดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากผู้เข้ารับการอบรม ได้ผ่านการอบรมและทำกิจกรรมตามแผนการอบรมใน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. อธิบายความหมาย ความสำคัญ การคิดเชิงนามธรรมได้
2. วางแผนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงนามธรรมได้

เนื้อหาสาระ

การคิดเชิงนามธรรม

กิจกรรม

1. **ขั้นเตรียมความพร้อม**
 - 1.1 วิทยากรนำเสนอคลิปหุ่นยนต์เก็บผลไม้ และสอบถามเกี่ยวกับหลักการที่หุ่นยนต์เลือกเก็บ
 - 1.2 วิทยากรนำเสนอคลิปวิดีโอ “Can you solve the bridge riddle” ผู้เข้าอบรม ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันคิดหาคำตอบ
 - 1.3 ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาจากคลิปวิดีโอและร่วมกันคิดหาคำตอบ
2. **ขั้นเรียนรู้**
 - 2.1 วิทยากรตั้งคำถามเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร โดยตั้งประเด็นให้ผู้เข้าอบรมได้ คิดวิเคราะห์และหาคำตอบ “อาหารที่รับประทานแล้วไปไหน”
 - 2.2 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรม “กระบวนการย่อยอาหารของมนุษย์”
 - 2.3 ผู้เข้าอบรมศึกษาใบความรู้การคิดเชิงนามธรรม การออกแบบการเรียนรู้การคิดเชิง คำนวณ แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดคำนวณ

3. ชี้แนะเสนอและแลกเปลี่ยน

ผู้เข้าอบรมร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้คำถามในใบกิจกรรมเป็นประเด็นในการแลกเปลี่ยน

4. สรุปและประเมินผล

4.1 ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยนำผลจากการนำเสนอและแลกเปลี่ยนทั้งของตนเองและเพื่อนครู มาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4.2 วิทยากรและผู้เข้าอบรมร่วมสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยเชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรม และการนำหลักการของการคิดเชิงนามธรรม ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.3 ผู้เข้าอบรมทำแบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

4.4 วิทยากรและผู้ช่วยวิจัยประเมินผลการทำใบกิจกรรม

สื่อ วัสดุและอุปกรณ์

1. คลิปวิดีโอ เรื่อง การคิดเชิงนามธรรม
2. Power Point เรื่อง กระบวนการย่อยอาหาร
3. ใบกิจกรรม เรื่อง การสร้างอาหารของพืช
4. แบบทดสอบการคิดเชิงนามธรรม

การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|---|--|---------------------------|--------------------------|
| 1. อธิบายความหมาย ความสำคัญ ของการคิดเชิงนามธรรมได้ | - ประเมินจาก ใบกิจกรรม - การสัมภาษณ์ และ สอบถาม | - ใบกิจกรรม - แบบทดสอบ | - ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 |
| 2. วางแผนการจัดการเรียนรู้การ คิดเชิงนามธรรมได้ | - การทดสอบ | | |



ใบความรู้

การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

เป็นองค์ประกอบหนึ่งของแนวคิดเชิงคำนวณ ซึ่งใช้กระบวนการตัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญ ออกจากรายละเอียดปลีกย่อย ในปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการแก้ปัญหา เป็นการแยกรายละเอียดที่สำคัญและจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออกจาก รายละเอียดที่ไม่จำเป็น ซึ่งรวมไปถึงการแทนกลุ่มของปัญหา ขั้นตอน หรือกระบวนการที่มี รายละเอียดปลีกย่อยหลายขั้นตอนด้วยขั้นตอนใหม่เพียงขั้นตอนเดียว ยกตัวอย่างดังนี้

1. การคิดเชิงนามธรรมที่เกี่ยวข้องกับรูปทรง



ภาพที่ 11 การคิดเชิงนามธรรมที่เกี่ยวข้องกับรูปทรง

ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=bAVTLjhDjuw>, NativLang

จากรูปภาพดังกล่าวที่เกิดจากรูปทรงกลม ได้แก่ ล้อ ผลส้ม ลูกบาสเกตบอล มีลักษณะเป็นรูปทรงกลม การคิดเชิงนามธรรมนี้ คือ รูปทรงกลม นอกจาก ล้อ ผลส้ม ลูกบาสเกตบอล ยังมีวัตถุอื่น ๆ อีกมากมายที่มีลักษณะเป็นทรงกลม เช่น ฝาขวดน้ำดื่ม ฟุตบอล ลูกปิงปอง เหรียญ เป็นต้น

2. การคิดเชิงนามธรรมที่เกี่ยวข้องกับตัวอักษร ตัวอย่างคำว่า Hello

| | | |
|-------|-------|-------|
| Hello | Hello | Hello |
| HELLO | Hello | hello |

ภาพที่ 12 ตัวอักษร Hello

ที่มา หนังสือเรียนวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, (สสวท.)

Hello แต่ละตัวจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ผู้เขียนแต่ละคนมี จากตัวอย่างจะเห็นรายละเอียดที่แตกต่างกันเช่น สี รูปแบบตัวอักษร อักษรตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์ เล็กและรายละเอียดอื่น ๆ เช่น การขีดเส้นใต้หรือการเอียงของตัวอักษร โดยรูปแบบที่แต่ละคนมีอยู่ ถ้าจะถ่ายทอดให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจทุกอย่างแทบจะเป็นไปไม่ได้และอาจจะไม่มีความจำเป็นที่ผู้อื่น ต้องรับรู้รายละเอียดทั้งหมด

ในที่นี้หากผู้รับข้อมูลต้องการทราบว่าคำนี้ประกอบไปด้วยอักขระใดบ้างโดยไม่สนใจ ประเภทของอักษรตัวพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่คำว่า Hello ทุกตัวในตารางต่างก็มีองค์ประกอบเชิง นามธรรมเดียวกันคือ เป็นคำที่ประกอบด้วยอักขระ H e l l และ o แต่ในบางสถานการณ์อาจสื่อว่า ข้อมูลดังกล่าวเป็นเพียงอักขระภาษาอังกฤษห้าตัวหรือเป็นคำภาษาอังกฤษเพียงหนึ่งคำ

3. การคิดเชิงนามธรรมจากเกมเลขฐานสอง



ภาพที่ 13 กิจกรรมเลขฐานสอง

ที่มา : <https://csunplugged.org/en/topics/binary-numbers/unit-plan/how-binary-digits-work>, csunplugged

การแสดงเลขฐานสอง (เพียงแค่ใช้ 0 และ 1) เป็นแนวคิดเชิงนามธรรมที่ซ่อนความ ซับซ้อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และฮาร์ดแวร์ภายในคอมพิวเตอร์ที่เก็บข้อมูล สิ่งที่เป็นนามธรรม ช่วยให้เราทำให้ง่ายขึ้นเพราะเราสามารถลดทอนต่อรายละเอียดที่เราไม่จำเป็นต้องรู้ ในกรณีนี้ รายละเอียดที่เราสามารถละเว้นได้ ได้แก่ : อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น วงจรอิเล็กทรอนิกส์และ แรงดันไฟฟ้าในวงจร เพื่อจัดเก็บและย้ายข้อมูล และฟิสิกส์เชิงซ้อนและทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เราไม่จำเป็นต้องเข้าใจว่าวงจรเหล่านี้ทำงานอย่างไรเพื่อใช้ข้อมูลและแสดงสิ่ง ต่าง ๆ โดยใช้เลขฐานสอง การใช้เลขฐานสองเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรมของวงจรเหล่านี้และช่วยให้เรา สามารถแทนตัวเลขที่ทำจากบิต (0s และ 1s) เพื่อทำความเข้าใจข้อมูลและแก้ไขปัญหาโดยไม่ต้องคิด เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้เครื่องคอมพิวเตอร์ เราสามารถใช้เลขฐานสองเพื่อแสดงข้อมูลทุกประเภทที่ เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ เมื่อเราแสดงข้อมูลรูปแบบอื่น ๆ (เช่น ตัวอักษรรูปภาพและเสียง) เรายังใช้ นามธรรมเพราะเราซ่อนรายละเอียดของตัวเลขไบนารีทั้งหมดที่อยู่ด้านล่างและเพียงแค่ดูข้อมูล

ทั้งหมด ข้อมูลทุกรูปแบบถูกแสดงเป็นตัวเลข สำหรับข้อความที่เรามีตัวเลขสำหรับตัวอักษรแต่ละตัว สำหรับภาพที่เราใช้ตัวเลขสำหรับแต่ละสีและอื่น ๆ เราใช้สิ่งที่เป็นนามธรรมหลายชั้น การแปลงและเป็นตัวแทนของเลขฐานสองโดยใช้สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก “ 1 และ 0 ”, “ ขาวดำ ” และ “ ปิดและเปิด ” หากคุณสามารถเปลี่ยนคำเช่น "ดำ" และ "ขาว" ด้วย 0 และ 1 โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับความแตกต่างผู้เรียนก็กำลังใช้สิ่งที่เป็นแนวคิดเชิงนามธรรม

4. การคัดแยกรายละเอียดปลีกย่อย



ภาพที่ 14 แผนภาพรถไฟฟ้

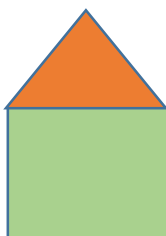
ที่มา : https://computersciencewiki.org/index.php/File:Screen_Shot_2017-08-05_at_06.29.05.png, MacKenty

แผนภาพทั้งสองให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานีรถไฟฟ้และสถานีเชื่อมต่อ แผนภาพด้านซ้ายมือจะแสดงรายละเอียดของสถานี ชื่อสถานี และจุดเชื่อมต่อสถานี แผนภาพด้านขวาจะลดทอนรายละเอียดของสถานีแสดงเฉพาะข้อมูลเส้นทางและการเชื่อมต่อของรถไฟฟ้ ในการใช้แผนภาพทั้งสอง หากผู้ใช้ต้องการทราบตำแหน่งของสถานีรถไฟฟ้แผนภาพด้านซ้ายมือจะเหมาะสมกว่า แผนภาพขวามือ แต่สำหรับผู้ใช้งานเพื่อการเดินทางในชีวิตประจำวันแผนภาพด้านขวามือจะเหมาะสมกว่า ดังนั้นแบบจำลองที่ดีต้องมีรายละเอียดที่เหมาะสมกับความต้องการการใช้งานของผู้ใช้

5. การอธิบายปัญหาโดยใช้รายละเอียด และแบบช่อนรายละเอียด

ปัญหาประกอบด้วยรายละเอียดที่หลากหลายโดยมีทั้งรายละเอียดที่จำเป็นและไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา การคิดเชิงนามธรรมเป็นการคัดแยกรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออกจากปัญหาที่พิจารณาอยู่ ทำให้สามารถเข้าใจ วิเคราะห์ และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในภาพรวมได้ง่าย

ขึ้น การคิดเชิงนามธรรมยังรวมถึงการซ่อนรายละเอียดโดยการแทนกลุ่มของปัญหาขั้นตอนและกระบวนการที่มีรายละเอียดปลีกย่อยหลายขั้นตอน ให้เป็นขั้นตอนเดียว เพื่อให้สามารถอธิบายวิธีแก้ปัญหาได้กระชับขึ้นดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 15 บ้าน

การอธิบายปัญหาโดยใช้รายละเอียด

วาดตัวบ้านด้วยสี่เหลี่ยมจัตุรัสสี่เหลี่ยม ขนาดด้านละ 50 หน่วย ตั้งอยู่ตำแหน่งมุมล่างซ้ายที่พิกัด (120, 90) ด้านบนของสี่เหลี่ยมวาดหลังคาเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสีเขียวขนาดด้านละ 50 หน่วย

การอธิบายปัญหาแบบซ่อนรายละเอียด

ขนาด 50 หน่วย ตัวบ้านสี่เหลี่ยม หลังคาสีเขียว ตั้งอยู่ตำแหน่ง (120, 90)

แนวคิดนามธรรมจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของแนวคิดเชิงคำนวณ ซึ่งใช้กระบวนการคัดแยกคุณลักษณะที่สำคัญออกจากรายละเอียดปลีกย่อย ในปัญหาหรืองานที่กำลังพิจารณา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการแก้ปัญหา แนวคิดนามธรรมบางอย่างอาจจะอยู่ในรูปแบบของรูปร่างหรือรูปทรง ความแตกต่าง ความเหมือนรูปแบบอักษร การแทนสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น การแทน 0 1 ของเลขฐานสอง การคัดแยกรายละเอียดปลีกย่อยที่ไม่จำเป็นต่อการตัดสินใจหรือการใช้งาน เช่น การใช้แผนที่ การคำนวณระยะทาง การวาดแผนที่การเดินทางไป ณ จุดหมายใดจุดหมายหนึ่ง การเดินทางด้วยรถไฟ หรือแม้แต่การอธิบายปัญหาโดยใช้รายละเอียดและแบบซ่อนรายละเอียด ล้วนเป็นแนวคิดเชิงนามธรรมที่อยู่ในชีวิตประจำวันทั้งสิ้น

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

นักการศึกษาหลายท่านได้ออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียน โดยมีแนวทางที่สำคัญดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยการเขียนโปรแกรมเกมหรือหุ่นยนต์ (Programming Game or Robot) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมและหุ่นยนต์ควบคู่กับการเขียนหรือสร้างคำสั่งให้

คอมพิวเตอร์ทำงานให้ได้ตามที่ต้องการด้วยภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาการคอมพิวเตอร์และฝึกฝนการคิดเชิงคำนวณไปพร้อม ๆ กัน การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับสาระวิชาที่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอน และโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี (Weinberg, 2013)

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณแบบถอดสาย (Computational Thinking Unplugged Activities) เป็นการจัดการเรียนรู้ในแวดวงวิทยาการคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง โดยไม่ใช่เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งพัฒนานักเรียนให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ โดยเฉพาะ ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะส่งเสริมความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณเช่น กิจกรรมการแยกส่วนประกอบ (Decomposition Activity) ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้จำแนกปัญหาตามที่ครูกำหนดไว้ในใบงาน และทำการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาตามหัวข้อที่ได้รับ ซึ่งกิจกรรมนี้ออกแบบมาเพื่อพัฒนาความสามารถทางการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) การใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) เป็นต้น โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา (Brackmann et al., 2017)

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การเขียนโปรแกรมผ่านกระดาษ (Paper and Pencil Programming Strategy) เป็นวิธีการสอนในวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่สอนนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมโดยไม่ใช่คอมพิวเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเขียนแผนผัง (Diagrams) การเขียนสัญลักษณ์หรือรูปแทน (Symbols) การสร้างแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน (Flowcharts) หรือวิธีการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนลงกระดาษ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การสร้าง การนำไปใช้หรือทดสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่อง โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับอุดมศึกษา (Kim et al., 2013)

ใบความรู้ เรื่อง การออกแบบการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

1. การจัดทำหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เป็นเป้าหมายของหน่วยฯ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดของการใช้หลักสูตรสถานศึกษาเป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้สู่การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ คือ ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Backward Design ซึ่งมี 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้แก่

1. กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้
2. กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด
3. ออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ จากที่เป็นหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป้าหมายการเรียนรู้ของหน่วยฯ ได้แก่

ชื่อหน่วย.....

เป้าหมายการเรียนรู้.....

สาระสำคัญ

ตัวชี้วัด.....(นำมาจากโครงสร้างรายวิชาเขียนรหัสและรายละเอียดของแต่ละตัวชี้วัด).....

คุณลักษณะ...(นำมาจากตารางการวิเคราะห์ตัวชี้วัดเพื่อจัดทำคำอธิบายรายวิชา หรืออาจจะเลือกคุณลักษณะที่สำคัญและเด่น กำหนดเป็นคุณลักษณะของหน่วยฯ).....

ขั้นที่ 2 กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการนำเป้าหมายทุกเป้าหมาย

(สาระสำคัญ ตัวชี้วัดทุกตัวชี้วัด และคุณลักษณะ) มากำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจจะใช้ตาราง ดังนี้

| เป้าหมาย | หลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ |
|-----------------------------|----------------------------------|
| สาระสำคัญ | (ผลงาน/ชิ้นงาน/ภาระงาน) |
| ตัวชี้วัด ว1.1 ม1/1..... | (ผลงาน/ชิ้นงาน/ภาระงาน) |
| คุณลักษณะ | (ผลงาน/ชิ้นงาน/ภาระงาน) |

การกำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการออกแบบการประเมินผลการเรียนรู้ให้เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปได้กำหนดเป็น 6 เทคนิคของการประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. Selected Response หมายถึง ข้อสอบปรนัยเลือกตอบ จับคู่ ถูกผิด
2. Constructed Response หมายถึง ข้อสอบเติมคำ หรือเติมข้อความ หรือเขียน Mind map
3. Essay หมายถึง เขียนบรรยาย เขียนเรียงความ เขียนเล่าเรื่อง เขียนรายงาน
4. School Product/Performance หมายถึง การแสดงหรือการปฏิบัติในสถานศึกษา เช่น โต้เวที พูดสนทนาภาษาอังกฤษ ทดลองทางวิทยาศาสตร์ อ่าน... แสดงบทบาทสมมติ(Role play)... ประกอบอาหาร.. สืบค้นข้อมูล.....(โดยใช้ internet ในโรงเรียน)
5. Contextual Product/Performance หมายถึง การแสดงในสถานการณ์จริง หรือสภาพชีวิตจริงนอกสถานศึกษา เช่น “สำรวจราคาพืชผักในตลาด สรุป และนำเสนอผลการสำรวจ” “สำรวจสินค้า OTOP สรุป และนำเสนอผลการสำรวจ” “สัมภาษณ์ชาวต่างประเทศ แล้วเขียนรายงานส่ง หรือนำมาเล่าให้เพื่อนนักเรียนฟังในชั่วโมง”
6. On-going Tools หมายถึง เป็นหลักฐานแสดงการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่มีการประเมินผู้เรียนตลอดเวลา ทุกวัน เช่น ผู้เรียนบันทึกพฤติกรรม..... หรือการสังเกตพฤติกรรม..... ของผู้เรียนตลอดเวลา ตั้งแต่ต้น จนหลับนอนทุกวัน

ใน 1 เป้าหมายการเรียนรู้ อาจจะมีหลักฐาน (ผลงาน/ชิ้นงาน/ภาระงาน) มากกว่า 1 อย่างก็ได้ เพื่อเป็นการยืนยัน สร้างความมั่นใจให้กับครูผู้สอนว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ จริง และหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ 1 อย่าง อาจจะได้หลายเป้าหมายก็เป็นได้ ก็เขียนซ้ำกันหลายเป้าหมายได้ เนื่องจากเป็นหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ แนวดำเนินการ ดังนี้

1. จัดลำดับหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ โดยนำหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ทั้งหมดที่ระบุในขั้นที่ 2 (หลักฐานที่ซ้ำกันให้นำมาจัดลำดับครั้งเดียว) ตามลำดับที่ครูผู้สอนจะทำการสอนผู้เรียน ให้เป็นลำดับให้เหมาะสม

2. กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้เป็นหลักในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนทำภารกิจ หรือผลิตผลงาน/ชิ้นงานได้ตามที่กำหนดในขั้นที่ 2 ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยครูเป็นคนกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ แล้วทำงานได้บรรลุเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ของหน่วยฯที่กำหนด โดยอาจจะออกแบบตารางบันทึกดังนี้

| หลักฐาน | กิจกรรมการเรียนรู้ | สื่อ อุปกรณ์ | ชั่วโมง |
|---------|--|--------------|---------|
| 1..... | กิจกรรมที่ 1 (เขียนกิจกรรมหลัก ๆ) | | |
| 2..... | 1..... 2..... | | |
| 3..... | กิจกรรมที่ 2 1..... 2..... | | |

ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 1 ชุดของกิจกรรม อาจจะสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลงาน/ชิ้นงาน/ ทำภาระงานได้ตามหลักฐานที่กำหนดหลายหลักฐานก็ได้ หรือ 1 หลักฐานต่อ 1 ชุดของกิจกรรมก็ได้ อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน และขณะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาสมรรถนะ 5 สมรรถนะตามที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางฯ ให้แก่ผู้เรียนด้วย

เมื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ครบทุกหลักฐานแล้ว ให้นำข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เริ่มกำหนดหน่วยฯ มาเขียนรายละเอียดลักษณะเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่แนะนำ คือเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ใหญ่ 1 แผนฯ ต่อ 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ ให้แยกกิจกรรม 1 ช่วง(นำเข้าสู่บทเรียน-สอน-สรุปประเมิน) ให้ตรงกับจำนวนชั่วโมงในตารางสอน โดยอาจจะให้มีองค์ประกอบ ดังนี้

2. ออกแบบการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ

การเรียนรู้เป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนา ทำให้นักเรียนมีความรู้และทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งช่วยในการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ให้เกิดแก่ผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนจึงควรทราบหลักการและขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

หลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. เป็นกิจกรรมที่พัฒนานักเรียนไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดชั้นปีที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้
2. นำไปสู่การเกิดหลักฐานการเรียนรู้ ชิ้นงานหรือภาระงานที่แสดงถึงการบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีของนักเรียน
3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
5. มีความหลากหลายและเหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหาสาระ
6. สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์
7. ช่วยให้นักเรียนเข้าสู่แหล่งการเรียนรู้และเครือข่ายการเรียนรู้ที่หลากหลาย
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ไว้แล้วนั้น ครูผู้สอนต้องคิดทบทวนย้อนกลับว่ามีกระบวนการ หรือขั้นตอนกิจกรรม ตั้งแต่ต้นจนจบอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนมีขั้นตอนการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ทักษะ ความสามารถต่าง ๆ รวมถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ และเกิดหลักฐานของการเรียนรู้ที่กำหนด

การพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ผู้สอนอาจใช้วิธีการต่อไปนี้

ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเพื่อนสอนเพื่อน

เมื่อผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาหรือทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จจากก่อนผู้อื่นอาจให้ผู้เรียนช่วยอธิบายแลกเปลี่ยนวิธีการหรือนำเสนองานของตนเองให้เพื่อนฟัง

ส่งเสริมการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน

ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสร้างสรรค์ชิ้นงาน อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น งานนำเสนอ เว็บไซต์ วิดีทัศน์ โครงงาน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ ไม่ตีกรอบปิดกั้นแนวคิดในการสร้างชิ้นงาน

ส่งเสริมให้ผู้เรียนเผยแพร่สิ่งที่เรารู้

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผยแพร่สิ่งที่ได้เรียนรู้ให้กับผู้อื่น ผ่านการนำเสนอ หน้าชั้นเรียน การเขียนบันทึก การเขียนบล็อก จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาการรู้ดิจิทัล ได้ดียิ่งขึ้นและยังส่งเสริมการสร้างจิตสำนึกในการแบ่งปันความรู้ให้แก่ผู้อื่น

ให้ผู้เรียนทำงานเดี่ยวและงานกลุ่ม

การกำหนดภาระงานให้แก่ผู้เรียน ควรมีทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่ม การทำงานเดี่ยว เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกฝนพัฒนาทักษะ สร้างความเข้าใจ และสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง ส่วนการทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

กำหนดให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ตามสภาพแวดล้อมของผู้เรียน สิ่งที่ผู้เรียนสนใจ และอาจต้องใช้ความรู้จากวิชาอื่น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา เช่น การทำบัญชีครัวเรือน การเขียนโปรแกรม เกมทายคำศัพท์ภาษาอังกฤษ การหาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทางจากบ้านถึงโรงเรียน

3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

แผนจัดการเรียนรู้ เป็นการเตรียมการวางแผนการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยนำสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และกระบวนการเรียนรู้ โดยเขียนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามศักยภาพของผู้เรียน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน และวิธีวัดผลประเมินผลที่ชัดเจน ช่วยให้ครูสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนได้เหมาะสม ตรงตามเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็ประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการสอนทั้งกับตัวผู้เรียนและตัวครูผู้สอนเอง โดยอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญของการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

1. หัวเรื่อง คือ ส่วนที่ต้องกำหนด ได้แก่

โรงเรียน.....ชั้น.....
 หน่วยการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....เวลา.....ชั่วโมง.....
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....วันที่.....เวลา.....น.

2. สาระสำคัญ คือ มโนทัศน์หลักหรือความคิดรวบยอดของการจัดการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งกำหนดเป็นภาพกว้างให้เห็นการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่กำลังจะสอน

3. มาตรฐานและตัวชี้วัด คือ คุณลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะหยิบยกมาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและคาดว่าจะเกิดกับผู้เรียน ซึ่งการที่ลักษณะของผู้เรียนเป็นไปตามมาตรฐานและตัวชี้วัดนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิด

สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางและส่วนที่เพิ่มเติมให้หลักสูตรสถานศึกษา

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับตัวผู้เรียนหลังจากที่เราได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ได้วางไว้แล้ว โดยในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นจะต้องเกิดจากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. สาระการเรียนรู้ คือ เนื้อเรื่อง หรือองค์ความรู้ ทักษะ กระบวนการของผู้เรียนที่จะต้องเรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ คือ การระบุกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

7. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ คือ เครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้ตามที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนรู้

8. การวัดและประเมินผล คือ การประเมินผลผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งควรระบุเครื่องมือวัดและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งสามารถศึกษาได้จากคู่มือหลักสูตร

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ คือ การบันทึกของครูผู้สอนจากสิ่งที่พบในการนำแผนจัดการเรียนรู้มาใช้ โดยแบ่งเป็น ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนในการทำแผนจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1. มีความละเอียด ชัดเจน ครบถ้วน ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ โดยสามารถตอบคำถามได้ว่าสอนอะไร มีจุดประสงค์อย่างไร โดยวิธีไหน และวัดผลเช่นไร

2. แผนการสอนควรเกิดจากการสร้างสรรค์และคิดค้นขึ้นมา โดยตัวครูผู้สอนเอง และคำนึงความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญควบคู่กับสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนตามหลักสูตร และที่สำคัญที่สุด คือ แผนการจัดการเรียนรู้นั้น จะต้องสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

3. ส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมีความเชื่อมโยงและสอดคล้องสัมพันธ์กัน ซึ่งในการจัดทำแผนการเรียนรู้ จำเป็นต้องมีการจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรก่อน เพื่อกำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัดที่เราต้องการวัดในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ จากนั้นก็นำมาตรฐานและตัวชี้วัดที่ได้ไปกำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงนำจุดประสงค์การเรียนรู้ระบุในการประเมินผล

4. มีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียน โดยมีการบูรณาการ ความคิด ทักษะกระบวนการ และการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้

ด้วยตัวเอง ซึ่งในการเขียนแบบการจัดการเรียนรู้นั้นต้องแยกเป็นขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป เพื่อให้เห็นกระบวนการที่ชัดเจน และควรจะต้องออกแบบให้ผู้อื่นสามารถใช้แทนตัวเราได้

5. มีการเลือกใช้สื่อ นวัตกรรม รวมถึงแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ตามรูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้วางไว้

6. มีการวัดผลและประเมินผลที่ชัดเจน สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งควรมีการจัดทำเครื่องมือในการวัด และระบุเกณฑ์ที่เหมาะสมกับสภาพผู้เรียนตามหลักสูตร

7. มีการบันทึกหลังการสอน โดยระบุผลของการจัดการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรค และ ข้อเสนอแนะ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ดีในการออกแบบแผนการสอนในครั้งต่อไป

8. มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับความต้องการของ ท้องถิ่นที่ผู้เรียนอาศัย

9. มีความสมบูรณ์ถูกต้อง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน



ตัวอย่างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รหัสวิชา ว22103 วิทยาศาสตร์ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนวคิดเชิงคำนวณ

เวลา 6 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้การคิดเชิงคำนวณ

เวลา 1 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ ..2.. ปีการศึกษา 2564 สอนวันที่เดือนพ.ศ.

1. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 ตัวชี้วัด ม.2/1 ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา หรือการทำงานที่พบในชีวิตจริง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกวิธีการแก้ปัญหาคำถามที่เข้าแถวตามลำดับความสูงของนักเรียนให้เร็วที่สุดได้ (K)
2. บอกวิธีการแก้ปัญหาคำถามจัดเรียงเสื้อผ้าให้หาง่ายที่สุดได้ (K)
3. เขียนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณได้ (P)
4. เห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ (A)

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แนวคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบ ไม่ว่าจะปัญหาคำถามที่เข้าแถวตามลำดับความสูงของนักเรียน หรือปัญหาคำถามจัดเรียงเสื้อผ้า

4. สาระการเรียนรู้

- 4.1 การคิดเชิงคำนวณ
- 4.2 การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ
- 3.2 ตัวอย่างปัญหา เช่น เข้าแถวตามลำดับความสูง จัดเรียงเสื้อผ้าให้หาง่ายที่สุด

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
- 5.6 ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- 5.7 ทักษะการแก้ปัญหา
- 5.8 ทักษะการสื่อสาร
- 5.9 ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

5.10 ทักษะการสังเกต

5.11 ทักษะการทำงานร่วมกัน

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. สื่อและแหล่งข้อมูล

- 1 ใบกิจกรรม
- 2 ใบความรู้
- 3 อื่น ๆ Internet

8. การวัดและประเมินผล

| รายการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์การประเมิน |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 8.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล | - สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล | - แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล | ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ |
| 2) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน | - สังเกตความ มีวินัยรับผิดชอบ ใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการทำงาน | แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ |
| 8.2 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนวคิดเชิงคำนวณกับการแก้ปัญหา | ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน | - แบบทดสอบหลังเรียน | ประเมินตามสภาพจริง |
| - การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ | - ตรวจชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) | - แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) | ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์ |

10. แนวทางการจัดการเรียนรู้

แนวทางการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการดำเนินการ (ชั่วโมงที่ 1)

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนวคิดเชิงคำนวณกับการแก้ปัญหา เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม

2. ครูถามคำถามประจำหัวข้อว่า “นักเรียนคิดว่ามนุษย์นำแนวคิดเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร” (แนวตอบ : สามารถนำแนวคิดเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้านการเรียนและด้านการทำงาน)

3. ครูถามคำถามประจำหัวข้อเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า “แนวคิดเชิงคำนวณมีส่วนช่วยการเรียงลำดับข้อมูลอย่างไร”

(แนวตอบ : แนวคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดอย่างมีระบบ และเป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้การเรียงลำดับข้อมูลมีความแม่นยำและถูกต้อง)

ขั้นสอน

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1. ครูถามคำถามท้าทายความคิดของนักเรียนว่า “นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณได้หรือไม่” (แนวตอบ : คำตอบขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

2. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนไปในชั่วโมงที่แล้ว เรื่ององค์ประกอบของแนวคิดเชิงคำนวณจากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ม.2

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า “ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้องค์ประกอบทั้ง 4 ข้อของแนวคิดเชิงคำนวณโดยเรียงลำดับขั้นตอน ดังนี้ 1. แนวคิดการแยกย่อย 2. แนวคิดการหารูปแบบ 3. แนวคิดเชิงนามธรรม และ 4. แนวคิดการออกแบบขั้นตอนวิธี”

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

4. ครูให้นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างปัญหาการเข้าแถวตามลำดับความสูงของนักเรียนให้เร็วที่สุดตามลำดับการวิเคราะห์ทั้ง 4 ข้อ

5. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการเข้าแถวตามลำดับความสูงจากขั้นตอนข้างต้น

6. ครูให้นักเรียนศึกษาความรู้เสริมจากเนื้อหาเพื่อขยายความรู้ของผู้เรียน เรื่องการเรียงลำดับแบบเลือก

7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเรียงลำดับแบบเลือกกว่า “การเรียงลำดับแบบเลือกเป็นขั้นตอนการเรียงลำดับอย่างง่ายโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ ซึ่งจะพบเห็นโดยมากในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามาก เป็นต้น”

8. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างปัญหาการจัดเรียงเสื้อผ้าให้หาง่ายที่สุดโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณตามลำดับการวิเคราะห์ทั้ง 4 ข้อ

9. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน เพื่อสรุปการจัดเรียงเสื้อผ้าให้หาง่ายที่สุดตามขั้นตอนการวิเคราะห์โดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูให้ความรู้เพิ่มเติมและให้นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต

11. นักเรียนทำกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา โดยฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะการเรียนรู้ แล้วอธิบายการนำแนวคิดเชิงคำนวณมาใช้แก้ปัญหาของสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนสาระสำคัญประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

13. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และพฤติกรรมการทำงาน
ขั้นสรุป

1. นักเรียนตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง จากใบความรู้ โดยพิจารณาข้อความว่าถูกหรือผิดหากนักเรียนพิจารณาไม่ถูกต้องให้นักเรียนกลับไปทบทวนเนื้อหาตามหัวข้อที่กำหนดให้

2. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณกับการแก้ปัญหา เพื่อวัดความรู้ที่นักเรียนได้รับหลังจากผ่านการเรียนรู้

3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โดยบันทึกลงในสมุดและทำชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดเชิงคำนวณ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และนำมาส่งในชั่วโมงถัดไป

11. ความเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ที่ได้รับมอบหมาย/ผู้บริหารสถานศึกษา

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้บันทึก

(.....)

12. บันทึกหลังสอน

1) ผลการจัดการเรียนรู้

1.1) ผู้เรียนที่ผ่านตัวชี้วัด มีจำนวนคน คิดเป็นร้อยละ.....

1.2) ผู้เรียนที่ไม่ผ่านตัวชี้วัด มีจำนวนคน คิดเป็นร้อยละ.....

1.สาเหตุ.....

2.สาเหตุ.....

แนวทางแก้ปัญหา

1.3) นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ได้แก่

แนวทางการพัฒนาและส่งเสริม

1.4) ผู้เรียนที่ได้รับความรู้ (K)

1.5) ผู้เรียนที่เกิดทักษะกระบวนการ (P)

1.6) ผู้เรียนที่มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม (A)

2) ปัญหา อุปสรรค (ถ้ามี)

3) ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

ลงชื่อ

ผู้บันทึก

(.....)

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

พหุ มณฑล ชาติ โด ชี เว

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ รหัสวิชา.....รายวิชา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคเรียนที่ เวลา ชั่วโมง หน่วยกิต

ผู้สอน..... วันที่สอน..... เดือน พ.ศ.

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

.....

.....

.....

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

.....

.....

สาระการเรียนรู้

ความรู้

.....

.....

ทักษะกระบวนการ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ชิ้นงาน/ภาระงาน

.....

.....

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคุณภาพ | | | |
|-------------------|-------------|---|---|---|
| | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | | | | |
| | | | | |

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินก่อนเรียน

.....

.....

การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

การประเมินภาระงาน

.....

.....

เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล

| รายการวัด | วิธีการ | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|-----------|---------|------------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

กิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

.....

.....

.....

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

ด้านทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

ด้านสมรรถนะสำคัญผู้เรียน

.....

.....

ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

การคิดเชิงนามธรรม

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก ข ค และ ง จำนวน 10 ข้อ
คะแนน 10 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบในข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด
เพียงข้อเดียว

1. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้ารถยนต์คันนี้เคลื่อนที่เป็นเวลา 3 ชั่วโมงครึ่งจะเคลื่อนที่ได้กี่กิโลเมตร

- ก. 270 กิโลเมตร
- ข. 300 กิโลเมตร
- ค. 315 กิโลเมตร
- ง. 400 กิโลเมตร

2. พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

รถคันที่ 1 มีระยะทาง 200 กิโลเมตร วิ่งด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
รถคันที่ 2 มีระยะทาง 180 กิโลเมตร วิ่งด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
รถคันที่ 3 มีระยะทาง 320 กิโลเมตร วิ่งด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
รถคันที่ 4 มีระยะทาง 280 กิโลเมตร วิ่งด้วยความเร็ว 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ถ้าต้องออกจากบ้านเวลา 06.00 น. และไปถึงจุดหมายเวลา 09.00 น. พอดี ต้องใช้รถคันใด

- ก. รถคันที่ 1
- ข. รถคันที่ 2
- ค. รถคันที่ 3
- ง. รถคันที่ 4

3. ข้อใดคือการคิดรวบยอดของปัญหา โดยมุ่งเน้นเฉพาะส่วนที่สำคัญของปัญหา

- ก. แนวคิดเชิงรูปธรรม
- ข. แนวคิดแยกย่อย
- ค. แนวคิดเชิงนามธรรม
- ง. แนวคิดเชิงวิเคราะห์

4. ขั้นตอนต่อไปหลังจากตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาออกไปแล้วคือข้อใด

- ก. วิเคราะห์ปัญหา
- ข. หารูปแบบการแก้ปัญหา
- ค. ออกแบบขั้นตอนวิธี
- ง. คิดรวบยอดปัญหา

5. ข้อใดสอดคล้องกับการคิดเชิงนามธรรมมากที่สุด

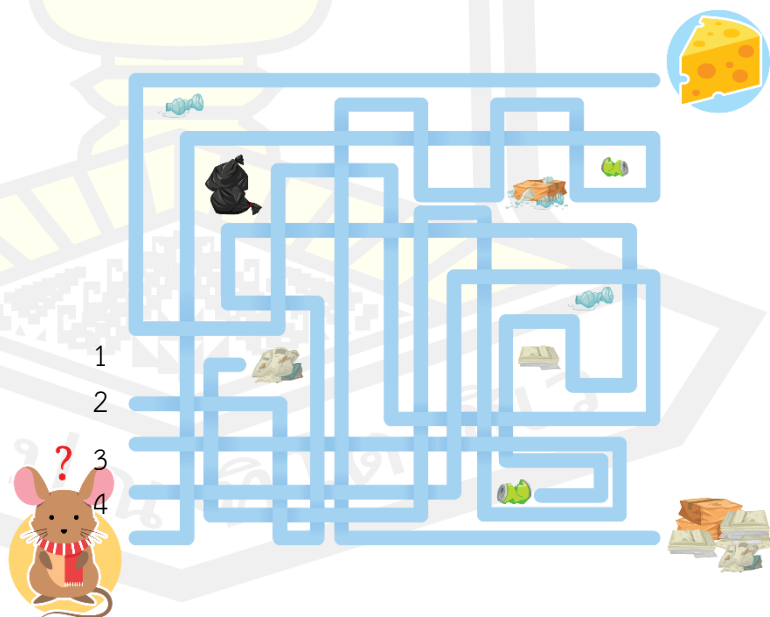
- ก. การหาสิ่งที่จำเป็นหรือสาระสำคัญต่อการแก้ปัญหา
- ข. การประกาศชื่อตัวแปรในภาษาคอมพิวเตอร์
- ค. การกำหนดตัวแปรสำหรับแทนสิ่งที่สนใจ
- ง. การกำหนดชื่อทั้งหมดของปัญหา

6. $T = \frac{S}{V}$ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร









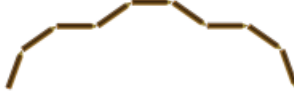
- ก. คำนวณระยะเวลาเดินทาง
- ข. คำนวณอัตราเร่งของรถยนต์
- ค. คำนวณพื้นที่บ้าน (คำนวณที่ดิน)
- ง. คำนวณความสมส่วนของร่างกาย

7. เส้นทางใดที่หนูสามารถเดินทางไปเก็บเนยแข็งได้

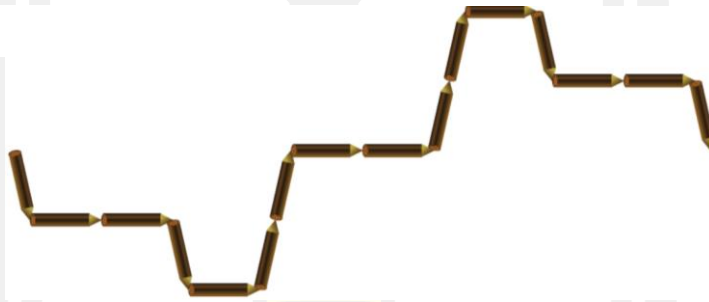
- ก. เส้นทางที่ 1
- ข. เส้นทางที่ 2
- ค. เส้นทางที่ 3
- ง. เส้นทางที่ 4



8.

| รูปแบบเริ่มต้น | การเปลี่ยนแปลงลำดับแรก | การเปลี่ยนแปลงลำดับที่สอง |
|---|---|---|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

หากผลลัพธ์ของขั้นตอนที่สองมีลักษณะดังนี้:



ขั้นตอนแรกคืออะไร?

ก



ข



ค



ง



พหุ ประถมศึกษา

9. พิจารณาสถานการณ์ แล้วตอบคำถาม

เด็กหกคนกำลังเล่นอยู่ในสนาม หนึ่งในนั้นขว้างลูกบอลถูกหน้าต่างบ้านของมิสเตอร์บีเวอร์ เขามองเห็นแต่ด้านหลัง เด็กสวมเสื้อสีแดงและผมสั้นสีเข้ม



ใครคือผู้ที่ขว้างลูกบอลถูกหน้าต่างบ้านของมิสเตอร์บีเวอร์

ก. Tom

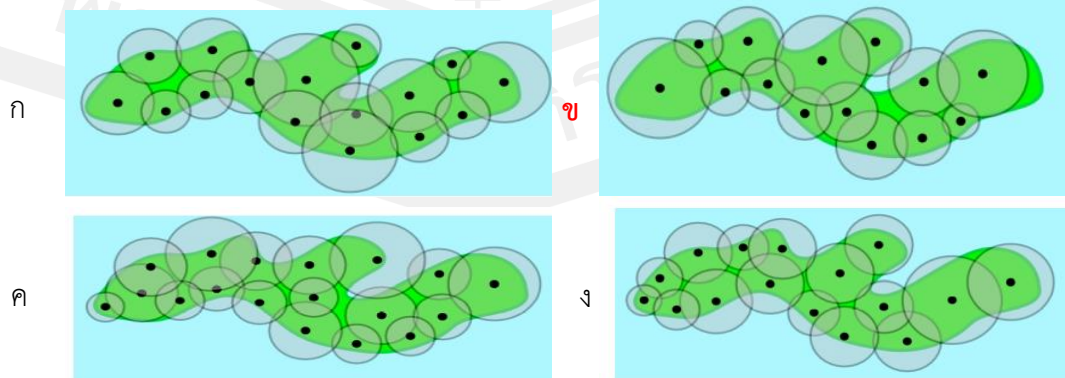
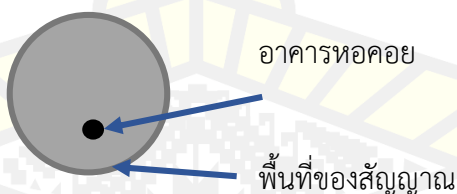
ข. John

ค. Dan

ง. Jane

10. บนเกาะสีเขียวเล็กๆ ติดตั้งหอคอยเครือข่ายเสาสัญญาณโทรศัพท์มือถือทุกแห่งครอบคลุมพื้นที่วงกลมของเกาะ พื้นที่ครอบคลุมสองเสาที่ทับซ้อนกันจะเชื่อมต่อกันโดยตรง และหอคอยยังสามารถเชื่อมต่อทางอ้อมได้ถ้ามีสายเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างหอคอยทั้งสอง

ผู้ประกอบการต้องการสร้างเครือข่ายหอคอยป้องกันพายุ ซึ่งหมายความว่า แม้ว่าหอคอยหนึ่งจะพังลงหอคอยอื่น ๆ ทั้งหมดจะต้องเชื่อมต่อกันไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ระบบใดเป็นวิธีสร้างเครือข่ายป้องกันพายุบนเกาะ



เฉลย
แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3
การออกแบบการคิดเชิงนามธรรม

| | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ค | 2. ข | 3. ค | 4. ก | 5. ค |
| 6. ก | 7. ค | 8. ก | 9. ข | 10. ข |



หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม (algorithm)

| กิจกรรม | จุดประสงค์ | แนวทางการจัดกิจกรรม | ระยะเวลา | สื่อประกอบ |
|---|---|---|-----------|---|
| 1. เตรียมความพร้อม 2. เรียนรู้ 3. นำเสนอแลกเปลี่ยน 4. สรุปและประเมินผล | 1. มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบอัลกอริทึม 2. วัดและประเมินผล การจัดการเรียนรู้การคิด เชิงคำนวณ และการออกแบบอัลกอริทึมได้ | 1. เกม การถาม-ตอบ 2. ผู้เข้าอบรมศึกษา ใบความรู้และทำกิจกรรม 3. ผู้เข้าอบรม นำเสนอผลจากการปฏิบัติกิจกรรมและร่วมกันสะท้อนคิด 4. การทดสอบ | 4 ชั่วโมง | 1. ใบความรู้ 2. ใบกิจกรรม 3. ใบงาน 4. แบบทดสอบ |



แผนการฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การออกแบบอัลกอริทึม

จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การออกแบบอัลกอริทึม เป็นการพัฒนาระบวนการหาคำตอบให้เป็นขั้นตอนที่บุคคลหรือคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติตามเพื่อแก้ปัญหาได้ เป็นการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาย่อยเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา

จุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากผู้เข้ารับการอบรมได้ผ่านการอบรมและทำกิจกรรมตามแผนการอบรมในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แล้ว ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. อธิบายความหมาย ความสำคัญของการออกแบบอัลกอริทึมได้
2. วางแผนการจัดการเรียนรู้การออกแบบอัลกอริทึมได้
3. วัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณได้

เนื้อหาสาระ

การออกแบบอัลกอริทึม (algorithm)

กิจกรรม

1. ขึ้นเตรียมความพร้อม

1.1 วิทยากรสอบถามวิธีการเดินทางมาอบรมของผู้เข้าอบรมทุกคน โดยให้ผู้เข้าอบรมแต่ละคนเล่าถึงวิธีการเดินทางจากที่ทำงานมาสถานที่ฝึกอบรมให้เพื่อนฟัง แล้วให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันพิจารณาว่าวิธีการเดินทางของใครสามารถปฏิบัติตามได้ตรงประเด็นที่สุด

1.2 วิทยากรนำเสนอภาพตู้จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มอัตโนมัติ แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีการใช้ โดยให้ผู้ที่เคยใช้เครื่องนี้เล่าถึงวิธีการใช้ให้เพื่อนฟัง วิทยากรเปิดคลิปวิดีโอวิธีซื้อเครื่องดื่มจากตู้จำหน่ายอัตโนมัติ ผู้เข้าอบรมร่วมกันบอกขั้นตอนวิธีการซื้อสินค้า

1.3 วิทยากรให้ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรม“แซนด์วิชอย่างง่าย” โดยให้ผู้เข้าอบรมคนที่ 1 เขียนแสดงรายการทำเพื่อให้เพื่อนทำตาม สังเกตการทำตามคำบอกของผู้เข้าอบรมแต่ละคนที่ทำออกมาได้เหมือนกันทุกคนหรือไม่ และถ้าต้องการให้ทุกคนทำกิจกรรมออกมาเหมือนกันจะมีวิธีการอย่างไร

1.4 วิทยากรและผู้เข้าอบรมร่วมสรุปเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของกิจกรรมที่ทำ

2. ชั้นเรียนรู้

2.1 วิทยากรนำเสนอคลิปวิดีโอ “Sorting Algorithm” แล้วถามผู้เข้าอบรมเกี่ยวกับวิธีการเรียงลำดับจากคลิปวิดีโอ

2.2 ผู้เข้าอบรมศึกษาปัญหาจากสถานการณ์ ปัญหาสิ่งแวดล้อม..... ภัยใกล้ตัวที่คาดไม่ถึง!!! แล้วตอบคำถามในกิจกรรม

2.3 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรม เรื่อง แบ่งอย่างไรให้เท่ากัน แล้วหาวิธีการค้นหาคำตอบ

2.4 ผู้เข้าอบรมศึกษาใบความรู้ การออกแบบอัลกอริทึม ใบความรู้การวัดและประเมินผล

2.5 ผู้เข้าอบรมทำใบงานที่ 4 เรียนรู้การออกแบบอัลกอริทึม

3. ชั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยน

ผู้เข้าอบรมแต่ละคนร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้คำถามในใบกิจกรรมเป็นประเด็นในการแลกเปลี่ยน

4. ชั้นสรุปและประเมินผล

4.1 ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม โดยนำผลจากการนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนทั้งของตนเองและเพื่อนครู มาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4.2 วิทยากรและผู้เข้าอบรมร่วมสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยเชื่อมโยงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรม ความสำคัญของการออกแบบอัลกอริทึม การนำหลักการของการคิดเชิงคำนวณ การออกแบบอัลกอริทึม ไปใช้ในการวางแผนการเรียนรู้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

4.3 ผู้เข้าอบรมทำแบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

4.4 วิทยากรและผู้ช่วยวิทยากรประเมินผลการทำงาน

สื่อ วัสดุและอุปกรณ์

1. คลิปวิดีโอ เรื่อง การออกแบบอัลกอริทึม (ใช้เพื่อการศึกษาหรือการวิจัยเท่านั้น)

ที่มา : <http://ed.ted.com/lessons/what-s-the-...>



2. คลิปวิดีโอ เรื่อง “Sorting Algorithm”

(ใช้เพื่อการศึกษาหรือการวิจัยเท่านั้น)

ที่มา : <https://ed.ted.com/lessons/can-you-so...>



3. ใบกิจกรรม เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม..... ภัยใกล้ตัวที่คาดไม่ถึง
4. ใบกิจกรรม เรื่อง แบ่งอย่างไรให้เท่ากัน
5. ใบกิจกรรม เรื่อง เครือข่ายหมู่บ้าน
6. แบบทดสอบการออกแบบอัลกอริทึม

การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัด | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|---|--|---------------------------|----------------------|
| 1. อธิบายความหมาย ความสำคัญของการ ออกแบบอัลกอริทึมได้ | - ประเมินจากใบกิจกรรม - การสัมภาษณ์ และ สอบถาม | - ใบกิจกรรม - แบบทดสอบ | - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 |
| 2. วางแผนการจัดการ เรียนรู้การออกแบบ อัลกอริทึมได้ | - การทดสอบ | | |
| 3. วัดและประเมินผลการ จัดการเรียนรู้การคิดเชิง คำนวณได้ | | | |

พหุบัณฑิต ชีวะ

ใบความรู้ การออกแบบอัลกอริทึม

ความหมายของอัลกอริทึม (Algorithm)

อัลกอริทึม หมายถึง ขั้นตอนวิธี ที่สามารถเข้าใจได้ และมีความยาวจำกัดบอกถึงลำดับหรือวิธีการในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและชัดเจน ว่าทำอย่างไร เมื่อนำเข้าอะไรแล้วจะได้ผลลัพธ์เช่นไร (วิถีมืดเดียว สารานุกรมเสรี)

อัลกอริทึม (Algorithm) หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถเข้าใจได้ มีลำดับหรือวิธีการในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและชัดเจน เมื่อนำเข้าอะไรแล้วจะได้ผลลัพธ์เช่นไร ซึ่งแตกต่างจากการแก้ปัญหาแบบสามัญสำนึก หรือฮิวริสติก (Heuristic) (<http://forums.thainetdev.com/index.php?showtopic=86>)

อัลกอริทึม คือ กระบวนการในการทำงานที่ใช้การตัดสินใจด้วยหลักเหตุผลและคณิตศาสตร์เป็นตัวช่วยในการเลือกวิธีการหรือขั้นตอนการดำเนินงานต่อไปจนกระทั่งขั้นตอนสุดท้าย เป็นวิธีการที่ใช้แยกย่อยและเรียงลำดับขั้นตอนของกระบวนการในการทำงานต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาและแก้ไขปัญหา (www.ismed.or.th)

จากความหมายของอัลกอริทึมต่างๆ ที่กล่าวมาสรุปความหมายของอัลกอริทึมได้ดังนี้

อัลกอริทึม หมายถึง วิธีการในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่มีลำดับการทำงานเป็นขั้นเป็นตอนชัดเจน และปฏิบัติตามขั้นตอนแล้วได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) เป็นการพัฒนาระบบการหาคำตอบให้เป็นขั้นตอนที่บุคคลหรือคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติตามเพื่อแก้ปัญหาได้ อีกทั้ง เป็นการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา เช่น เมื่อเราต้องการสั่งคอมพิวเตอร์ให้ทำงานบางอย่าง เราจะต้องเขียนโปรแกรมคำสั่งเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานไปตามขั้นตอน ตามแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตอบสนองความต้องการของเรา วิธีคิดนี้ที่เรียกว่าวิธีคิดแบบอัลกอริทึม คอมพิวเตอร์จะทำงานได้ดีเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับชุดคำสั่ง อัลกอริทึมที่เราออกแบบให้มันทำงานนั่นเอง การออกแบบอัลกอริทึมยังเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณการประมวลผลข้อมูลและการวางระบบอัตโนมัติต่าง ๆ

การนำอัลกอริทึมไปใช้แก้ปัญหา ไม่จำกัดเฉพาะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่สามารถใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกัน เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจำเป็นต้องวางแผนอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน จึงจำเป็นต้องอาศัยอัลกอริทึม ด้วย เพื่อให้ทราบ

ถึงขั้นตอนต่าง ๆ และสามารถตัดทอนขั้นตอนที่เกินความจำเป็น อีกทั้งยังสามารถปรับปรุง และเพิ่มเติมขั้นตอนใหม่ เข้าไปได้ ช่วยลดความสับสนขณะทำงานด้วย อีกทั้ง ปัญหาบางปัญหา อาจจะมีอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี นอกจากการเขียนคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ตามลำดับขั้นตอนที่เราวางไว้ ในชีวิตประจำวันมนุษย์ก็ล้วนมีแนวคิดการออกแบบขั้นตอนในการแก้ไข ปัญหา ทำให้ทราบว่าจะต้องทำอะไรก่อนอะไรหลัง เช่น การแต่งตัวมาโรงเรียน การทำอาหาร การทำงานในชีวิตประจำวัน การเดินทาง เป็นต้น



ภาพที่ 16 ลำดับการแต่งตัวมาโรงเรียน

ที่มา: https://www.freepik.com/free-vector/hand-drawn-children-back-school-collection_4943651.htm#page=1&query=student%20uniform&position=43, freepik

คุณสมบัติของอัลกอริทึม

1. มีความถูกต้อง (correctness) ความถูกต้องเป็นคุณสมบัติข้อแรกที่สำคัญจะต้องพิจารณา ต้องได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ซึ่งถ้าผลลัพธ์ที่ได้จากอัลกอริทึมไม่ถูกต้อง จะถือว่าไม่ใช่อัลกอริทึมที่ดี
2. ใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยที่สุด (efficiency) อัลกอริทึมที่ดีต้องใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อย มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง
3. ต้องมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ในการประมวลผลชุดคำสั่งต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดด้วยกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหาของ อัลกอริทึม จะต้องประมวลผลเป็นลำดับตามขั้นตอน เพราะการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์จะต้อง มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนของอัลกอริทึมจะต้องทำหน้าที่ย่างชัดเจนและต่อเนื่องโดยการเริ่มต้นทำงานแต่ละขั้นตอนมีการรับและส่งข้อมูลต่อเนื่องกันไปจนสิ้นสุดการทำงาน ถ้าลำดับไม่ดีอาจจะทำให้การประมวลผลผิดพลาดได้

4. ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำน้อยที่สุด เนื้อที่ในหน่วยความจำจะถูกใช้สำหรับเก็บค่าของตัวแปร และเก็บคำสั่งที่ใช้ในการทำงาน ดังนั้น ถ้าอัลกอริทึมยาวเกินความจำเป็น จะทำให้ใช้เนื้อที่มาก และ ถ้ามีตัวแปรมากเกินความจำเป็น ก็จะทำให้เสียเนื้อที่ในหน่วยความจำไปด้วย
5. มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน
6. ใช้เวลาในการพัฒนาน้อยที่สุด เมื่อนำอัลกอริทึมไปแปลงเป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์แล้วจะต้องใช้เวลาที่น้อยที่สุด
7. ง่ายต่อการทำความเข้าใจ (readability) อ่านง่ายเข้าใจลำดับขั้นตอนได้ง่าย มีความชัดเจนของขั้นตอน

เครื่องมือช่วยในการเขียนอัลกอริทึม

การออกแบบอัลกอริทึม เป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรม ช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น ช่วยให้โปรแกรมมีข้อผิดพลาดน้อยลง นอกจากนี้ยังช่วยตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ทำให้ทราบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องดูจากโปรแกรมจริงในการเขียนอัลกอริทึม มีเครื่องมือช่วยในการเขียนที่นิยมใช้ 3 แบบ คือ

1. บรรยาย (narrative description) เป็นการอธิบายแบบใช้ภาษาที่เราสื่อสารกันทั่วไป เป็นการแสดงขั้นตอนการทำงานในลักษณะการบรรยายเป็นข้อความด้วยภาษาพูดใด ๆ เช่น ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ภาษาญี่ปุ่น หรือ ภาษาจีน เป็นต้น ขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้เขียนอัลกอริทึม มักเขียนบรรยายขั้นตอนการทำงานเป็นข้อ ๆ เช่น การต้มบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

1. เทน้ำสะอาดใส่หม้อ และต้มน้ำจนเดือด
2. ฉีกซองและนำบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปใส่ลงในหม้อ
3. เทเครื่องปรุงลงในหม้อ
4. ปิดฝา
5. รอประมาณ 3 นาที
6. เทใส่ชามรับประทานได้

2. ผังงาน (flowchart) เป็นการใช้รูปภาพสัญลักษณ์ แทนขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ช่วยลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม และสามารถนำไปเขียนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง ทำให้ตรวจสอบ และแก้ไขโปรแกรมได้ง่าย เมื่อเกิดข้อผิดพลาดช่วยให้การดัดแปลง แก้ไข ทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ผู้อื่นสามารถศึกษาการทำงานของโปรแกรมได้อย่างง่าย และรวดเร็ว มากขึ้น

3. รหัสเทียม (pseudo code) เป็นการเขียนคำอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยใช้ถ้อยคำผสมระหว่างภาษาอังกฤษและภาษาการเขียนโปรแกรมแบบโครงสร้าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถพัฒนาขั้นตอนต่าง ๆ ให้เป็นโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ส่วนใหญ่มักใช้

คำเฉพาะ (Reserve Word) ที่มีในภาษาการเขียนโปรแกรมและมักเขียนด้วยตัวอักษรตัวใหญ่ รหัสเทียมที่ดีจะต้องมีความชัดเจน สั้น และได้ใจความ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้จะถูกเขียนอยู่ในรูปของ ตัวแปร

```

Procedure GEC{
  t = 0;
  Initialize Pop(t); /* Initial Population */
  Evaluate Pop(t);
  while (While Not Done){
    dad = Select_Parent(Pop(t)); /* Dad */
    mom = Select_Parent(Pop(t)); /* Mom */
    offspring = Create_Offspring(mom,dad);
    Evaluate(Offspring);
    Pop(t+1) = Replace(worst,Offspring);
    t = t + 1;
  }
}

```

ภาพที่ 17 ตัวอย่างรหัสเทียม

ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/Pseudo-Code-Example-of-a-GEC_fig1_220930688, Joshua Adams

การออกแบบอัลกอริทึม ในแนวคิดเชิงคำนวณจึงเป็นการพัฒนากระบวนการหาคำตอบให้เป็นขั้นตอนที่บุคคลหรือคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติตามเพื่อแก้ปัญหาได้ อัลกอริทึมที่ดี จะต้องมีความถูกต้อง ต้องมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ใช้เวลาในการพัฒนาน้อย และง่ายต่อการทำความเข้าใจ เครื่องมือที่จะช่วยให้การเขียนอัลกอริทึมของโปรแกรมทำได้ง่ายขึ้น ช่วยให้โปรแกรมมีข้อผิดพลาดน้อยลง เช่น การเขียนบรรยาย การเขียนผังงาน หรือรหัสเทียม จะช่วยให้อัลกอริทึมมีความถูกต้องแม่นยำ และมีข้อผิดพลาดน้อยลง

ใบความรู้

เรื่อง การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคำนวณ

การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ผลการประเมินแสดงถึงพัฒนาการในการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ตัดสินผลการเรียนได้ด้วย การประเมินผู้เรียนควรเป็นการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) ที่สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร คุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด การวัดและประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ ต้องเลือกใช้ เครื่องมือวัดที่เหมาะสม มีคุณภาพ ดำเนินการด้วยวิธีที่ถูกต้องและหลากหลาย รวมทั้งพิจารณา ถึงความแตกต่างของผู้เรียน แต่ละกลุ่ม และแต่ละระดับ

การวัดและประเมินผล

1. การประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ (formative assessment) คือการ ติดตาม ตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนระหว่างที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลไปพัฒนา ผู้เรียนและปรับปรุงวิธีการสอนต่อไป การวัดและประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ทำได้ หลายรูปแบบ ดังนี้

1.1 การประเมินตนเอง (self-assessment) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบ ความก้าวหน้าของตนเองและประเมินผลเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนด ในลักษณะของ การสะท้อนตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของตนเอง เช่น การเขียนผังความคิด การเขียนผังมโนทัศน์ การเขียนรายงาน การเขียนบล็อก การสร้างวีดิทัศน์ การทำแบบประเมินตนเอง

- **การเขียนบล็อก** เป็นการให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ทำ สิ่งที่ได้เรียนรู้ และสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำงานแต่ละครั้ง ความก้าวหน้าในการเรียนเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นวิสัยทัศน์ พัฒนาการ หรือปัญหาที่เกิดขึ้น ในระหว่างเรียน

- **การใช้แบบประเมินตนเอง** เพื่อประเมินความรู้และทักษะในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ทักษะการเขียนโปรแกรม โดยมีการกำหนดหัวข้อการประเมิน และเกณฑ์ การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งผู้เรียนจะใช้ตรวจสอบประเมินทักษะของตนเอง ทำให้ รู้จุดเด่นและจุดที่ต้องปรับปรุง ช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมองเห็น แนวทางในการพัฒนาตนเองได้

- **การเขียนผังมโนทัศน์** เป็นการเขียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวน ตรวจสอบ ความเข้าใจในเนื้อหาของแต่ละบทเรียนด้วยตนเอง โดยนำผังมโนทัศน์ที่ผู้เรียน เขียนขึ้นมาเทียบกับ ผังมโนทัศน์ที่ผู้สอนสร้างไว้

1.2 การประเมินโดยเพื่อน (peer-assessment) เป็นการร่วมกันอภิปราย การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลงาน ตนเองจากความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถใช้เครื่องมือออนไลน์ช่วยในการร่วมกันประเมิน เช่น ชุมชนออนไลน์ เว็บล็อก ตัวอย่างของการประเมินโดยเพื่อน เช่น ให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรม Scratch แล้วแบ่งปันผลงานในชุมชนออนไลน์ เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ทำให้ ผู้เรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เกิดการเรียนรู้และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

1.3 การใช้คำถาม การพัฒนาทักษะและความเข้าใจในสาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ควรจัดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ เช่น การใช้คำถาม “เพราะเหตุใด” หรือ “อย่างไร” เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งให้เหตุผลอย่างอิสระ ตัวอย่างคำถาม เช่น “เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียนอย่างไร” “เพราะเหตุใดจึงคิดที่จะสร้างชิ้นงานนี้ และจะ สร้างชิ้นงานนี้ อย่างไร” “มีวิธีการอื่นในการแก้ปัญหาหรือไม่ และทำอย่างไร”

1.4 การใช้ กลวิธี KWL (know, want to know, learned) เป็นกลวิธีที่ให้ผู้เรียนสรุปตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามว่า ผู้เรียนรู้อะไร อยากรู้อะไร และได้เรียนรู้อะไรไปแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนประเมินตนเอง และผู้สอนนำข้อสรุปไปเตรียมและปรับปรุง การสอนในบทเรียนต่อไป

2 การประเมินเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ (summative assessment) คือ การประเมินตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ ภายใต้กรอบการประเมินทั้งด้านความรู้ทักษะ และเจตคติ เพื่อตัดสิน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอาจใช้เสนอแนะแนวทางการศึกษาต่อ ในการตัดสินผลการเรียน อาจใช้คะแนนสอบร่วมกับผลการประเมินจากเครื่องมืออื่น ๆ เช่น แฟ้มสะสมผลงาน ชิ้นงาน โครงการงาน

2.1 การประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน (learning portfolio) แฟ้มสะสมผลงานเป็นเอกสารที่รวบรวมผลงาน รายงาน ชิ้นงาน ที่เป็นผลผลิตซึ่งเกิด ขึ้นระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปประกอบการประเมินตัวชี้วัด/ผลการ เรียนรู้ได้

2.2 การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบ เป็นการวัดผลผู้เรียนด้วยแบบทดสอบ ที่มีลักษณะคำถามปลายเปิดหรือปลายปิด หรือทั้ง 2 แบบ โดยผู้สอนจัดทำแบบทดสอบ และเกณฑ์การให้คะแนน พร้อมทั้งรวบรวม คะแนน จากนั้นประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน

2.3 การวัดตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จากโครงการงาน หรือนวัตกรรม เป็นการวัดผลที่ให้ผู้เรียนพัฒนาชิ้นงานรายบุคคล หรือรายกลุ่ม เพื่อให้ได้ชิ้นงานตาม ความสนใจของตนเอง ผู้สอนเป็นผู้กำหนดแนวทางและเกณฑ์การวัดและ ประเมินผลโครงการงานที่ครอบคลุมทุกด้าน รวมทั้งการประเมินพฤติกรรม การทำงาน ซึ่งอาจให้ประเมินด้วยตนเอง เพื่อน หรือผู้สอน

2.4 การประเมินผลจากการปฏิบัติ เป็นการประเมินผลโดยกำหนดโจทย์หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยผู้สอนกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและมีการวัดอย่างต่อเนื่อง เพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้เรียน แล้วตัดสินผลจากพัฒนาการในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน

การวัดการคิดเชิงคำนวณ

Evidence Centered Design (2014) ได้กล่าวถึง แนวทางในการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณที่สนับสนุนเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่มีการเรียนรู้ โดยการวัดจาก 3 หัวข้อหลัก ๆ คือ 1) การวิเคราะห์และการจำลองการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความรู้และทักษะพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ โดยรูปแบบในการประเมินความรู้และทักษะเหล่านี้จะประเมินจากผังความคิด การวางแผน และการออกแบบวิธีแก้ปัญหหรือการออกแบบโปรแกรม 2) การลงมือปฏิบัติและการตรวจสอบประเมินผล เป็นการนำรูปแบบที่ได้ออกแบบมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมโดยการประเมินจะเป็นไปตามหลักของวิทยาการคอมพิวเตอร์ 3) ผลการดำเนินการเรียนรู้ โดยการวัดผลที่ได้หลังการเรียน

RoboMind Academy (2014) กำหนดแนวทางการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณไว้ ดังนี้

- 1) ด้านการเขียนโปรแกรม จะเน้นเชิงตรรกะและโครงสร้างทางความคิดโดยวัดจากการลำดับการเขียนโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบวนซ้ำ การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข โดยสามสามารถนำความรู้ทั้งหมดมาประยุกต์ร่วมกันได้ โดยมีการเสริมด้านคณิตศาสตร์ในแบบฝึกหัดหรือแบบวัดด้วย
- 2) ด้านการแก้ปัญหาหลักสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ คือ การแก้ปัญหา ดังนั้นการวัดด้านนี้ต้องวัดตั้งแต่การวิเคราะห์เพื่อหาที่มาหรือข้อเท็จจริงของปัญหา วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้สำหรับปัญหาทั้งหมด แนวทางการแก้ปัญหา 3) ด้านการลงมือปฏิบัติ จะวัดจากการเขียนโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ไขปัญหามาแล้ว โดยโปรแกรมจะต้องมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง 4) ด้านความเข้าใจ คือเข้าใจในสิ่งที่ได้ทำหรือลงมือทำโดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่นๆ โดยที่ใช้แนวคิดที่ได้ออกแบบไว้ได้

Grover and Pea (2013) ได้อภิปรายไว้ว่า ความพยายามที่จะทำให้คำจำกัดความในรายละเอียดเกี่ยวกับการคิดเหมือนวิทยาการคอมพิวเตอร์คืออะไร มันค่อนข้างมีปัญหาากสืบเนื่องจากการสัมมนาเชิงปฏิบัติการสองครั้งของสภาวิจัยแห่งชาติปี 2010 และปี 2011 การอภิปรายจำนวนหลายครั้งโดยชุมชนวิชาการจำนวนมากทำให้ College Board และมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ กำลังพัฒนาโครงการโรงเรียนมัธยม Computer Science Principles ซึ่งหลักสูตรตั้งอยู่บนฐานการปฏิบัติการคิดเชิงคำนวณ ในเอกสารกรอบหลักสูตรการพัฒนาวិทยาการคอมพิวเตอร์ College Board (2013) ได้ระบุการฝึกฝนการคิดเชิงคำนวณ 6 อย่าง ดังนี้

1. การฝึกฝนการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์
2. การฝึกฝนการพัฒนาชิ้นงานจากคอมพิวเตอร์
3. การฝึกฝนการกำหนดสาระสำคัญ
4. การฝึกฝนการวิเคราะห์ปัญหาและสิ่งประดิษฐ์
5. การฝึกฝนการสื่อสาร
6. การฝึกฝนการประสานงาน

การวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณจะเกิดขึ้นจากการแก้ไขปัญหาที่ต้องอาศัยการแก้ปัญหาตามขั้นตอน มีตรรกะอย่างเป็นระบบ ส่วนมากในทางวิทยาการคอมพิวเตอร์จะวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาการเรียนการสอนที่มีการตั้งโจทย์ปัญหาเพื่อท้าทายให้ผู้เรียนเกิดความสนใจแก้ไขปัญหา นั้น แนวทางในการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ มีดังนี้

William (2013) เป็นการวัด Computational Thinking Problem Solving Inventory (CTPSI) ที่มีการออกแบบการวัดผลถึงความสามารถด้านกลยุทธ์การคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน เมื่อต้องการแก้ปัญหาต่างๆ โดยแบบสอบถามจะมีทั้งการให้เลือกคำตอบและการให้เขียนขั้นตอน แสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยให้โจทย์สถานการณ์ซึ่งจะมีตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงยาก ซึ่งการวัดข้อความหรือคำตอบจากการแสดงขั้นตอนวิธีหาคำตอบจะใช้เกณฑ์ในการวัด โดยวัดจากความถูกต้อง (Correctness) ความอ่านง่าย (Readability) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) การเขียนตอบ (Documentation) และควมมีประสิทธิภาพ (Efficiency)

Soumela and Demetriadis (2014) ได้กำหนดความสามารถของการคิดเชิงคำนวณที่เกิดจากการแก้ปัญหาดังนี้ 1) Abstraction 2) Generalization 3) Algorithm 4) Modularity 5) Decomposition

Lee and Martin (2011) ได้แบ่งส่วนของการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณและการแก้ปัญหาออกเป็น 3 ส่วน คือ ด้านนามธรรม (Abstraction) ด้านการประยุกต์ใช้เครื่องมือ (Automation) และด้านการวิเคราะห์ (Analysis) โดยวัดจากการทำกิจกรรม ดังภาพ

| | Abstraction | Automation | Analysis |
|--------------------------------------|---|--|--|
| Modeling & Simulation | Selecting features of real-world to incorporate in a model | Time stepping using a model as an experimental testbed | Were the correct abstractions made? Does the model reflect reality? |
| Robotics | Design robot to react to a set of conditions | Program checks sensors to monitor conditions | Are there situations that were not taken into account? |
| Game Design & Development | Games are abstracted into a set of scenes containing characters | Game responds to user actions | Do the elements incorporated make the game fun to play? |

ภาพที่ 2.5 การประเมินผลการคิด ปรับปรุงจาก *Inversion of piezoelectric material coefficients by using finite element method with asymptotic waveform evaluation*. by Lee and Martin, 2011, IEEE Transactions on Ultrasonics, 56(4), 661-664.

สถาบัน CSTA และ ISTE เป็นสถาบันที่เน้นการสอนแบบคิดเชิงคำนวณ ได้ทำการสร้างแบบวัดความก้าวหน้าของการคิดเชิงคำนวณโดยรวมความสามารถที่ต้องการวัด ดังนี้

1. Data Collection
2. Data Analysis
3. Data Representation
4. Problem Decomposition
5. Abstraction
6. Algorithm and Procedures
7. Automation
8. Stimulation
9. Parallelization

Kazimoglu (2012) ได้ศึกษาวิชาการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้กิจกรรมเกมสร้างสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไข ซึ่งนำไปใช้ได้กับผู้เรียนที่มีความสามารถด้านการเขียนโปรแกรม และผู้ที่เขียนโปรแกรมไม่เป็น ก็สามารถฝึกเขียนโปรแกรมไปกับการเล่นเกมได้ การวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจะวัดจากกิจกรรมของเกม โดยแบ่งเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving) ในทักษะการคิดเชิงคำนวณ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยการคิดแบบตรรกะผ่านรูปแบบจำลอง โดยรวมการระบุปัญหา ผู้เรียนจะต้องจำแนกความแตกต่างระหว่างปัญหาและการตัดสินใจ และประมวลผลสำหรับการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถประเมินปัญหา และกำหนดองค์ประกอบของการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนไว้ได้

2. การสร้างลำดับขั้นตอน (Building Algorithms) ในการแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการแบบทีละขั้นตอน เทคนิคการเลือกลำดับขั้นตอนที่เป็นส่วนสำคัญในการนำไปพัฒนาต่อให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3. การตรวจสอบ (Debugging) เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและข้อผิดพลาดในการจัดกิจกรรม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับผลสะท้อนกลับจากการใช้ลำดับขั้นตอนและจะถูกประเมินผล

4. การสร้างแบบจำลอง (Simulation) เป็นการออกแบบขั้นตอนและการพัฒนาแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกแบบ ทดสอบและตัดสินใจตามสภาพแวดล้อม

5. การมีส่วนร่วม (Socialising) เป็นมุมมองด้านสังคมของทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยการมีส่วนร่วมหรือการแข่งขันการแก้ปัญหาจากลำดับขั้นตอนที่สร้างขึ้น โดยสามารถระดมความคิดร่วมกัน

โดยส่วนมากแล้วการวัดและประเมินผลความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณจะวัดจากกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอน หรือวัดจากสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ในระหว่างการเรียน ซึ่งทักษะที่จะวัดเป็นทักษะที่เน้นด้านการจัดลำดับขั้นตอน การจัดการกับข้อมูล การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา โดยมีขอบเขตความยากง่ายของการวัดตามกิจกรรมที่ทำหรือตามภาระงานที่ให้

แนวทางการวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

สำหรับแนวทางการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ สามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Tests) การวิเคราะห์ชิ้นงาน (Analysis of Artifacts Produced) เป็นต้น (Bienkowski, 2015)

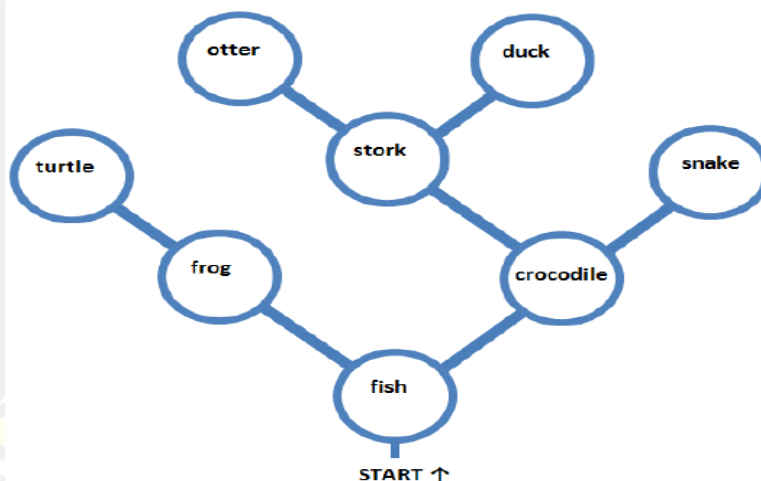
Bebras tasks เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยแบบทดสอบวัดแต่ละหัวข้อถูกสังเคราะห์มาเพื่อวัดบางองค์ประกอบหรือทุกองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ (Components of Computational Thinking) ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา โดยแสดงตัวอย่างแบบทดสอบได้ดังนี้ (Dolgopolovas, Jevsikova, Savulioniene, & Dagiene, 2015) ตัวอย่างแบบทดสอบหัวข้อ Beaver in his canoe ใน Bebras tasks ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สถานการณ์ : บีเวอร์ตัวหนึ่งกำลังพายเรือแคนูอยู่ในแม่น้ำซึ่งประกอบไปด้วยทะเลสาบเล็ก ๆ ที่ถูกเชื่อมต่อกันด้วยแม่น้ำแสดงดังรูป บีเวอร์ชอบทุกทะเลสาบและต้องคิดขั้นตอนวิธีในการไปถึงทุกทะเลสาบ มันรู้ว่าแต่ละทะเลสาบมีแม่น้ำมากที่สุดได้เพียงสามสายที่เชื่อมต่อกันอยู่ เมื่อบีเวอร์เริ่มพายเรือมาถึงทะเลสาบแต่ละแห่งและต้องการพายเรือไปต่อ มันจะต้องตัดสินใจตามเงื่อนไข

ดังต่อไปนี้

- 1) ถ้ามีแม่น้ำสองสายที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำที่อยู่ด้านซ้ายมือ
- 2) ถ้ามีแม่น้ำเพียงแคสายเดียวที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำสายนั้น
- 3) ถ้าบีเวอร์เคยพายเรือผ่านแม่น้ำทุกสายที่อยู่รอบทะเลสาบแล้ว มันจะพายเรือจาก

ทะเลสาบที่มันอยู่ไปยังทะเลสาบก่อนหน้าที่มันเคยอยู่บีเวอร์จะหยุดการพายเรือแคนู ถ้ามันพบทุกอย่างที่มีมันต้องการและพายเรือกลับมาจึงจุดเริ่มต้น โดยในแต่ละทะเลสาบบีเวอร์จะพบกับสัตว์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันแสดงดังรูป และบีเวอร์จะเขียนบันทึกชื่อสัตว์แต่ละชนิดที่เจอในครั้งแรกตลอดเส้นทางจนกว่าจะไปถึงครบทุกทะเลสาบ



แผนภาพที่ 18 ตัวอย่างแบบทดสอบ Bebras tasks แสดงแผนผังของแม่น้ำและทะเลสาบ
ที่มา: Dolgopolas et al., (2015)

คำถาม : ข้อใดเป็นลำดับสัตว์ที่บีเวอร์จะเขียนบันทึกลงไปในการเดินทางครั้งนี้

- a. ปลา กบ จระเข้ เต่า นกกระสา งู นาก เป็ด
- b. ปลา จระเข้ งู นกกระสา เป็ด นาก กบ เต่า
- c. ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู
- d. ปลา กบ เต่า

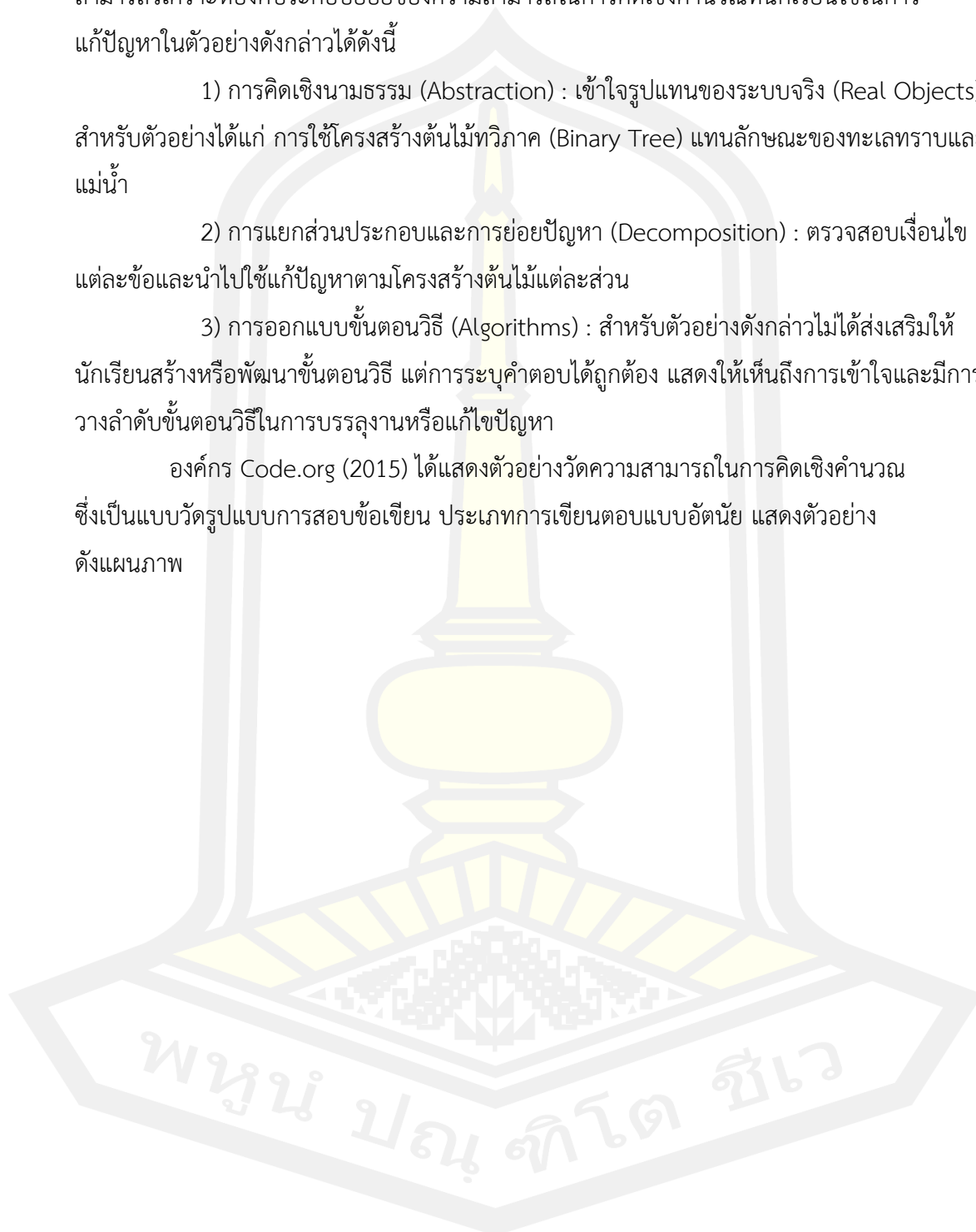
สำหรับคำตอบที่ถูกต้องคือ ตัวเลือก c. ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู และสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาในตัวอย่างดังกล่าวได้ดังนี้

1) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) : เข้าใจรูปแบบของระบบจริง (Real Objects) สำหรับตัวอย่างได้แก่ การใช้โครงสร้างต้นไม้ทวิภาค (Binary Tree) แทนลักษณะของทะเลทรานและแม่น้ำ

2) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) : ตรวจสอบเงื่อนไขแต่ละข้อและนำไปใช้แก้ปัญหาตามโครงสร้างต้นไม้แต่ละส่วน

3) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) : สำหรับตัวอย่างดังกล่าวไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างหรือพัฒนาขั้นตอนวิธี แต่การระบุคำตอบได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจและมีการวางลำดับขั้นตอนวิธีในการบรรลุงานหรือแก้ไขปัญหา

องค์กร Code.org (2015) ได้แสดงตัวอย่างวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นแบบวัดรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเขียนตอบแบบอัตนัย แสดงตัวอย่างดังแผนภาพ



กล่าวโดยสรุปได้ว่า การออกแบบการวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสามารถสร้างสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาในการวัดที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้านต่าง ๆ และมีแนวทางการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งสามารถออกแบบได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณลักษณะให้เลือกตอบ (Multiple Choices) และแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณลักษณะให้เขียนตอบซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

นักการศึกษาได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณตามลักษณะของแบบวัด ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 0-1 หรือ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยให้คะแนนเพียงสองค่าในแต่ละข้อคำถาม (Dolgopolovas et al., 2015; Brackmann et al., 2017)

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย โดย Rodriguez (2015) ได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามเป็นช่วงจำนวน 4 ช่วง ตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคในแต่ละข้อคำถามจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาของแต่ละข้อคำถามโดยเฉพาะ แสดงเกณฑ์คะแนนแบบรูบริคของ Rodriguez ดังตารางเกณฑ์คะแนนแบบรูบริคของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez

| คำถาม | เกณฑ์คะแนน | | |
|---------------|---|---|---|
| | (3) | (2) | (1) |
| ข้อคำถามที่ 1 | นักเรียนระบุข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้อง 1 ตำแหน่งเท่านั้น และสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นได้ถูกต้องโดยใช้ชุดตัวเลขที่ถูกส่งกลับไปแทนชุดตัวเลขที่มีข้อผิดพลาด | นักเรียนระบุข้อผิดพลาดได้ 2 ตำแหน่งหรือมากกว่านั้น หรือแก้ไขข้อผิดพลาดโดยเปลี่ยนตัวเลขในแถวหรือคอลัมน์ที่เป็น parity bits | นักเรียนไม่ระบุข้อผิดพลาด หรือไม่แก้ไขข้อผิดพลาดในตาราง |
| ข้อคำถามที่ 2 | นักเรียนเติม parity bits ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทุกตำแหน่ง | นักเรียนเติม parity bits ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ทุกตำแหน่ง | นักเรียนไม่พยายามเติม หรือไม่สามารถเติม parity bits ได้ถูกต้องเลย |

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสามารถ ออกแบบได้สองลักษณะแบ่งตามประเภทของแบบทดสอบ ได้แก่ การให้คะแนนแบบ 0-1 ซึ่งเป็น แบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ และการให้คะแนนแบบรูบรีค ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย การประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

ในการประเมินระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณนั้น Ling, Saibin, Naharu, Labadin, and Aziz (2018) ได้ออกแบบการประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณซึ่งแบ่ง ออกเป็น 6 ระดับ โดยที่สามารถแปลความหมายของแต่ละระดับความสามารถได้ดังตาราง ระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

| ระดับ | ความหมาย |
|-------|-------------|
| 6 | ดีมาก |
| 5 | ดี |
| 4 | ค่อนข้างดี |
| 3 | พอใช้ |
| 2 | ค่อนข้างต่ำ |
| 1 | ปรับปรุง |



ใบกิจกรรมที่ 4.1

ปัญหาสิ่งแวดล้อม..... ภัยใกล้ตัวที่คาดไม่ถึง!!!

คำชี้แจง ให้ผู้เข้ารับการอบรมศึกษาใบกิจกรรมต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม
สถานการณ์



ที่มา : <https://www.chie-no-wa.com>

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของประเทศถือว่าอยู่ในขั้นวิกฤต ไม่ว่าจะเป็นปัญหาน้ำท่วมใหญ่ หรือปัญหาภัยแล้ง สถานการณ์เช่นนี้ส่งผลต่อความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินค่าได้ ซึ่งสาเหตุหลักล้วนมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่นับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น วันที่ 4 ธันวาคมของทุกปี เป็นวันสิ่งแวดล้อมไทย เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการและเสริมสร้างจิตสำนึกรักและห่วงแหน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศ ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะ และการตัดไม้ทำลายป่า การเผาถางป่า และปัญหาขยะ เป็นต้น

1. จากสถานการณ์ข้างต้นเกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมอะไรบ้าง
.....
2. แต่ละปัญหามีแนวทางแก้ไขได้อย่างไรบ้าง
.....
3. จากสถานการณ์ข้างต้นสิ่งใดคือสาระสำคัญ
.....
4. ให้แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด
.....

ใบกิจกรรมที่ 4.2

แบ่งอย่างไรให้เท่ากัน



คำชี้แจง ให้ผู้เข้ารับการอบรมศึกษาใบกิจกรรมต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

สถานการณ์

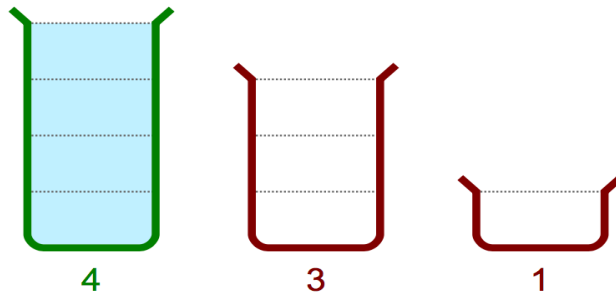
มีนามีบีกเกอร์ 4 ลิตรที่เต็มไปด้วยสารเคมีอันตราย เมฆามีบีกเกอร์เปล่า 3 ลิตร 1 อัน และบีกเกอร์เปล่า 1 ลิตรอีก 1 อัน มีนา และเมฆา ต้องการแบ่งสารเคมีของพวกเขาให้ได้เท่าๆกัน เพื่อความปลอดภัยพวกเขาต้องการใช้เครื่องจักรในการเทสารเคมี

เงื่อนไข

เครื่องจักรสามารถเทสารจากบีกเกอร์หนึ่งไปยังบีกเกอร์อีกอันหนึ่งได้ และจะหยุดเทเมื่อสารในบีกเกอร์หมดหรือบีกเกอร์ที่เทใส่เต็มแล้ว

คำถาม:

ค้นหาความเป็นไปได้ของลำดับการเทสารขั้นต่ำสุดที่ทำให้การแบ่งส่วนของสารเคมีเท่ากัน



ให้เขียนลำดับขั้นตอนการแบ่งของสารเคมีตามเงื่อนไขที่กำหนด

Handwriting practice area with horizontal dotted lines and a faint watermark of a university logo and Thai text.

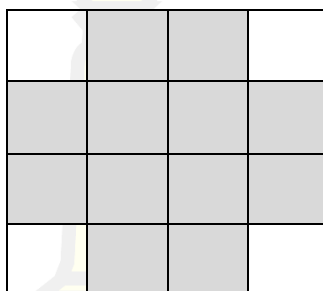
ใบกิจกรรมที่ 4.3

เครือข่ายหมู่บ้าน



คำชี้แจง ให้ผู้เข้ารับการอบรมศึกษาใบกิจกรรมต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

“หมู่บ้านแห่งหนึ่งกำลังได้รับเครือข่ายไร้สายใหม่ ซึ่งกำหนดให้มีการติดตั้งเครือข่ายสัญญาณหลายจุดหอคอยเครือข่ายจะเป็นแหล่งจ่าย wifi ให้กับบ้านทุกหลัง หอคอยเครือข่ายทุกแห่งมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่สี่เหลี่ยมแระเงา 12 ช่อง ซึ่งรอบ ๆ หอคอย จะได้รับสัญญาณเครือข่ายไร้สายดังแสดงด้านล่าง



กำหนดให้



หมายถึง หอคอยเครือข่าย



หมายถึง บ้าน

กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

1. ไม่สามารถสร้างหอคอยเครือข่ายภายในสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้ ให้สร้างภายในพื้นที่จุดตัดของจัตุรัสเท่านั้น
 2. บางพื้นที่อาจมีพื้นที่สัญญาณ wifi ครอบคลุมทับซ้อนกัน
 3. หอคอยเครือข่าย ส่งสัญญาณครอบคลุมในรัศมีบ้านที่อยู่ติดกันไม่เกิน 2 หลัง
- ต้องการให้บ้านทุกหลังมีสัญญาณเครือข่าย wifi ครอบคลุม จะต้องวางหอคอย

เครือข่ายที่จุดใดบ้าง และใช้อย่างน้อยกี่ต้น

1. จากสถานการณ์ข้างต้น ให้แจกแจงจุดที่จะติดตั้งหอคอยเครือข่ายที่สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมบ้านทุกหลังได้

.....

.....

2. วิเคราะห์วิธีการที่แสดงถึงการส่งสัญญาณของหอคอยเครือข่ายแต่ละจุด

.....

.....

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใดที่นำมาใช้กับสถานการณ์ปัญหานี้บ้าง

.....

.....

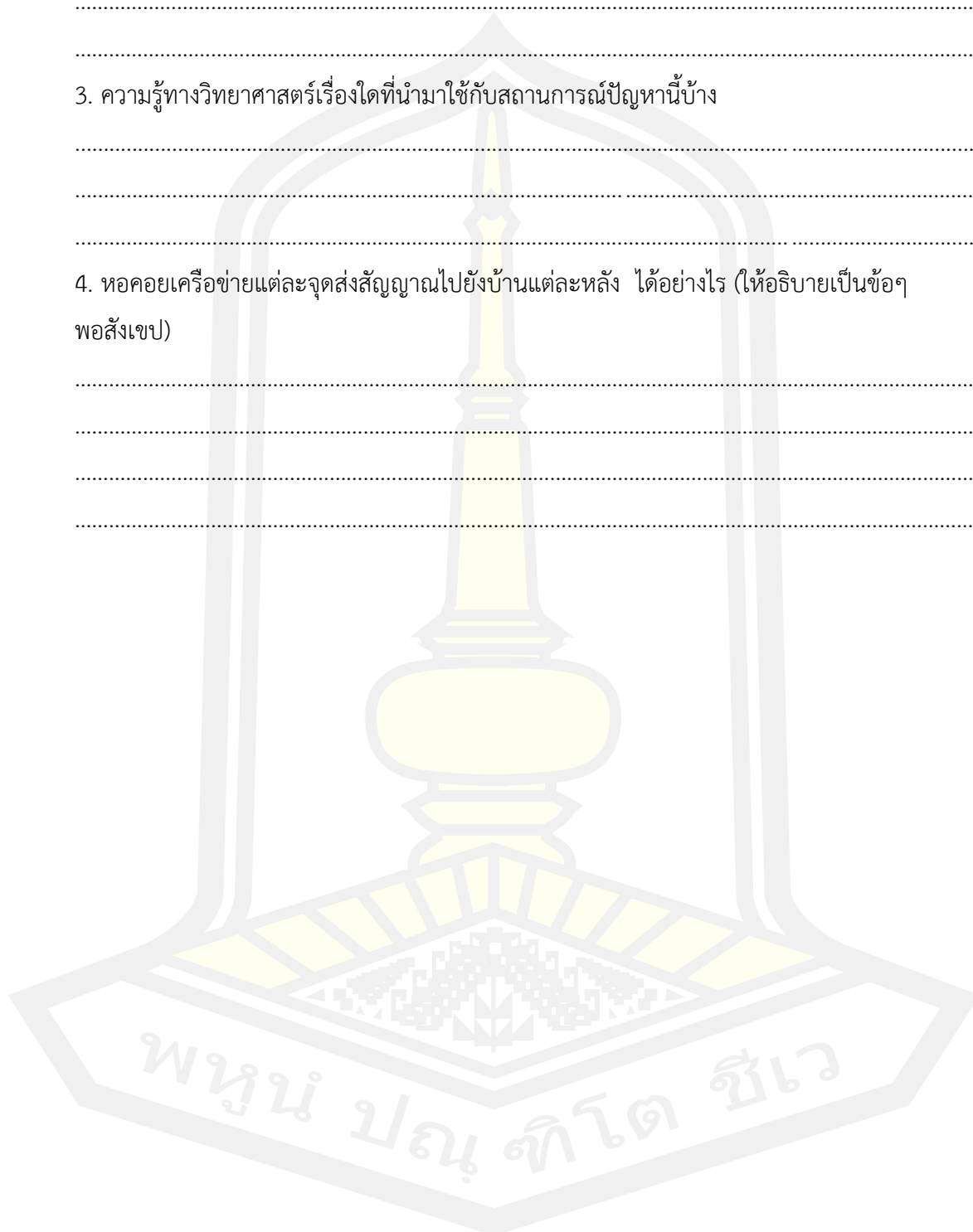
4. หอคอยเครือข่ายแต่ละจุดส่งสัญญาณไปยังบ้านแต่ละหลัง ได้อย่างไร (ให้อธิบายเป็นข้อๆ
พอสังเขป)

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 4.4
การออกแบบอัลกอริทึม

คำชี้แจง ผู้เข้าอบรมตอบคำถามต่อไปนี้

1. การออกแบบอัลกอริทึม มีความสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. แนวทางการวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. วิธีการประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ มีวิธีการอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

4. ท่านสามารถนำแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบอัลกอริทึม ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

พจนานุกรมศัพท์ชีว

แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

การออกแบบอัลกอริทึม

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก ข ค และ ง จำนวน 10 ข้อ
คะแนน 10 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที
2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงบนกระดาษคำตอบในข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด
เพียงข้อเดียว
- ข้อใดไม่ใช่การเขียนแสดงอัลกอริทึม
 - การเขียนแบบผังงาน
 - การเขียนแบบบรรยาย
 - การเขียนแบบรหัสเทียม
 - การเขียนแบบเรียงความ
 - ข้อใดคือวิธีคิดอย่างเป็นระบบ
 - เริ่มคิดจากกึ่งกลาง คือ เริ่มจากกระบวนการก่อน
 - เริ่มคิดจากหลังมาหน้า คือ เริ่มจากปัจจัยนำเข้าก่อน
 - เริ่มคิดจากหน้าไปหลัง คือ เริ่มจากปัจจัยนำเข้าก่อน
 - จะเริ่มคิดจากหน้าไปหลัง คือ เริ่มจากปัจจัยส่งออกก่อน
 - ขั้นตอนการเตรียมการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นที่อะไร
 - เรื่องอะไร
 - ระดับชั้นที่จะสอน
 - จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีอะไร
 - เมื่อไหร่
 - ในการจัดทำโครงการข้อใดเป็นขั้นตอนแรก
 - ชื่อเรื่อง
 - ที่มาและความสำคัญ
 - วัตถุประสงค์
 - วิธีดำเนินการ
 - อัลกอริทึมคืออะไร
 - การทำนายผลลัพธ์
 - การคิดอย่างมีเหตุผล
 - การแก้ไขข้อผิดพลาด
 - ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่มีลำดับชัดเจน

ใช้สถานการณ์จากภาพตอบคำถาม ข้อ 6

แดเนียลกำลังส่งข้อความจากโทรศัพท์เครื่องเก่าของเขาไปหาเพื่อน เขาจะต้องกดปุ่ม 1, 2, 3 หรือ 4 ครั้ง แล้วหยุดชั่วคราว ในการพิมพ์ 'C' เขาต้องกดปุ่มหมายเลข 2 สามครั้ง เนื่องจาก 'C' เป็นอักษรตัวที่สามที่เขียนบนคีย์บอร์ด นี้ ในการพิมพ์ 'HIM' เขาต้องกดปุ่มหมายเลข 4 สองครั้ง ตามด้วยปุ่มหมายเลข 4 3 ครั้งและสุดท้ายหมายเลข 6 คีย์ครั้งเดียว

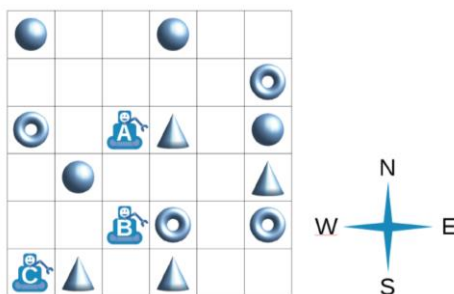
แดเนียลกดปุ่มทั้งหมด 6 ครั้งเพื่อใส่ชื่อเพื่อน

เพื่อนของเขาชื่ออะไร

- ก. MIRIAM
- ข. IRIS
- ค. EMMA
- ง. INA



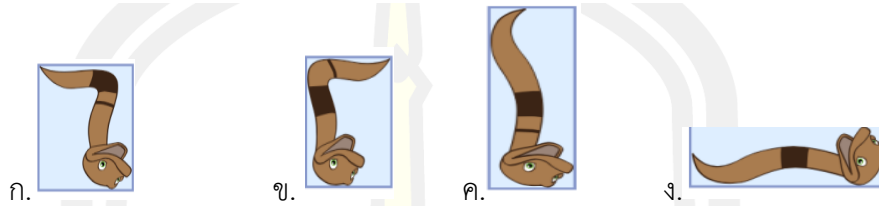
7. ในคลังสินค้ามีหุ่นยนต์ 3 ตัว ที่ทำงานเป็นทีมเสมอเมื่อทีมได้รับคำสั่งทิศทาง หุ่นยนต์ทั้งหมดในจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางนั้นในเวลาเดียวกัน หลังจากทำรายการตามคำแนะนำหุ่นยนต์ทั้งหมดจะหยิบวัตถุที่พบในช่องสี่เหลี่ยมเป็นลำดับสุดท้าย



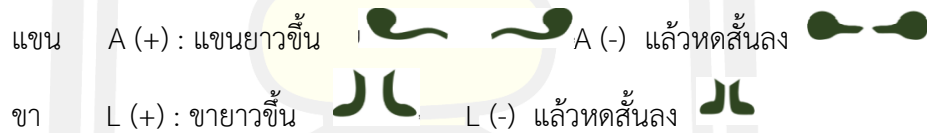
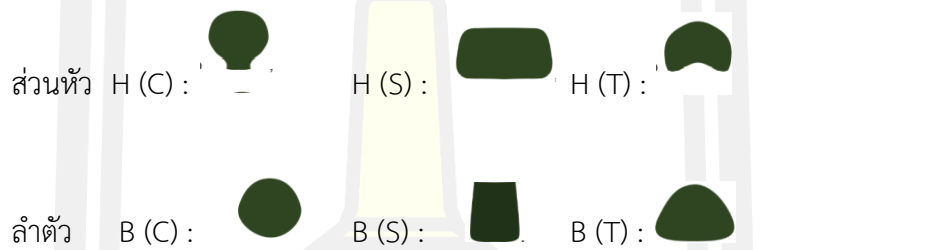
รายการคำสั่งใดที่สามารถส่งไปยังโรบอตเพื่อให้ทีมเลือก ทรงกลม กรวย และวงแหวนได้

- ก. N E E E
- ข. N E E S E
- ค. N N S E N
- ง. N E E S W

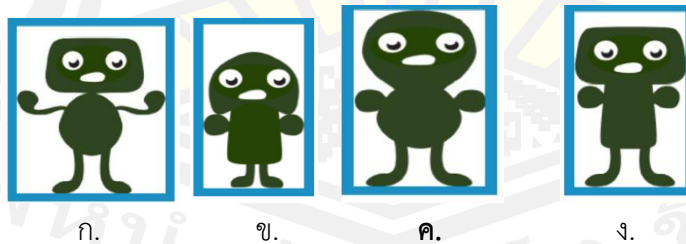
8. จงพิจารณาท่าเต้นต่อไปนี้ ท่าใดที่มีความเป็นไปได้ที่สุด



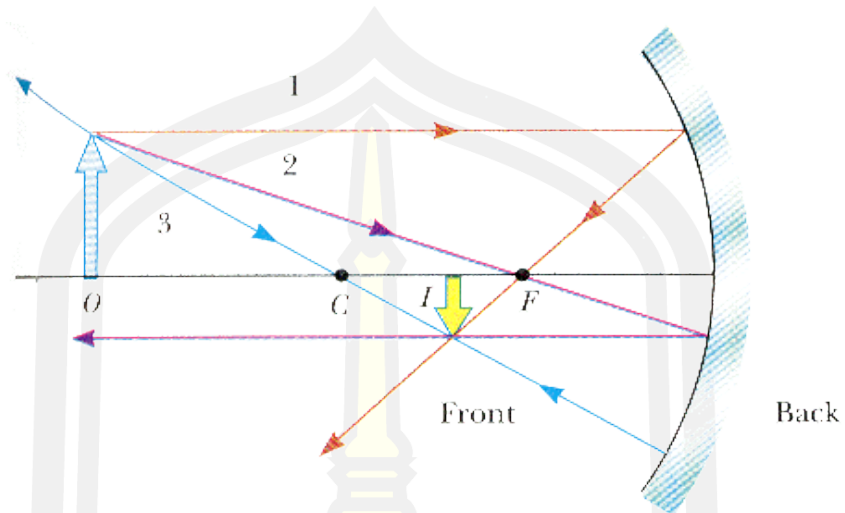
9. การกลายพันธุ์ของเอเลี่ยน มีลำดับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนี้



ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง H (T), B (T), A (+), H (C), A (-), B (C)
 การเปลี่ยนแปลงของเอเลี่ยนในลำดับสุดท้าย เป็นไปตามภาพใด



10. การเขียนตำแหน่งภาพที่เกิดจากกระจกเว้า ดังรูป อยู่ในขั้นตอนใดของการคิดเชิงคำนวณ



- ก. การแยกย่อย
- ข. การพิจารณารูปแบบ
- ค. การคิดเชิงนามธรรม
- ง. การออกแบบอัลกอริทึม

พหุ ประถมศึกษา

เฉลย

| | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ค | 2. ข | 3. ข | 4. ก | 5. ง |
| 6. ง | 7. ก | 8. ง | 9. ข | 10. ก |



การติดตามและประเมินผล

แนวทางการประเมินผล

แนวทางการประเมินผล หลังจากที่มีการฝึกอบรมครูแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยและคณะได้ติดตามและประเมินผลผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยใช้กระบวนการนิเทศการจัดการเรียนรู้ โดยที่ผู้วิจัยและผู้เข้ารับการอบรมร่วมสังเกตชั้นเรียน (Open Class) ครูที่เข้ารับการฝึกอบรมที่ชั้นเรียนเพื่อสังเกตและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ พร้อมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ให้ข้อเสนอแนะ ให้คำปรึกษาแนะนำและให้ความช่วยเหลือ โดยกระบวนการนิเทศมีขั้นตอนดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างความคุ้นเคย
2. การสังเกตการสอนในชั้นเรียน
3. การร่วมกันสะท้อนผล

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการนิเทศ ติดตาม การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ โดยมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นิเทศ ติดตามผลและให้ความช่วยเหลือครูในแต่ละโรงเรียนตามช่วงระยะเวลา โดยแบ่งเป็น 3 ระยะ ห่างกันอย่างน้อย 1 เดือน โดยครูดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ชั้นเรียนรวมจำนวน 12 สัปดาห์

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร.
- ชลิตา ธีญญะคุปต์. (2562). การเรียนกระตุ้นความคิด *วารสาร สสวท*. ปีที่ 47 ฉบับที่ 217 มีนาคม – เมษายน. 48.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ ระดับ ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา*. _____ . (2562). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา*.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (ออนไลน์). *ผลการประเมินคุณภาพ ภายนอก*. สืบค้นจาก <https://aqa.onesqa.or.th/SummaryReport.aspx>
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2561). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการพัฒนา บุคลากรหลักเพื่อสร้างความเข้าใจเรื่อง การนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ ฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- หทัยรัตน์ ดีประเสริฐ. (2562 กรกฎาคม). โค้ดดีดัง สกิล ทักษะที่สำคัญแห่งอนาคต. *คมชัดลึก*
- Aho, A. (2012). Computation and computational thinking. *V J The Computer Journal*, 55(7), 832-835.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). *How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities*. Paper presented at the Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education. Bader, Gloria E. and E. Audrey.
- Bienkowski, M., Snow, E., Rutstein, D., & Grover, S. (2015). Assessment design patterns for computational thinking practices in secondary computer science: A first look. *SRI International*.

- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017, November). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education* (pp. 65-72).
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking-A guide for teachers*.
- Czerkawski, B. (2013). *Instructional design for computational thinking*. Paper presented at the Society for Information Technology & Teacher Education International
- Denning, P. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *J %J Communications of the ACM*, 52(6), 28-30.
- Denner, J., & Werner, L. (2011). *Measuring computational thinking in middle school using game programming*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- Dolgopolovas, V., Jevsikova, T., Savulionienė, L., & Dagienė, V. (2015). On Evaluation of computational thinking of software engineering novice students. In *Proceedings of the IFIP TC3 Working Conference "A New Culture of Learning: Computing and next Generations* (pp. 90-99).
- Evidence Centered Design. (2014). [online]. *Principled Assessment of Computational Thinking*. [Retrieved October 10, 20, 20], from <http://pact.sri.com/index.html>.
- Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., Reese, G. J. C., & Education. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking. A cross-case qualitative analysis. 82, 263-279.
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1991-1999.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). *Developing a Computational Thinking Test using Bebras problems*.

Matt Bower and group. (2017). Improving the Computational Thinking Pedagogical Capabilities of School Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*. 42, 4.

RoboMind Academy. (2014). [ออนไลน์], *What is Computational Thinking*. [Retrieved September 20, 2020], from [https://www.robomindacademy.com/go/education/computational thinking](https://www.robomindacademy.com/go/education/computational%20thinking).

Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 5.



**แบบประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

ชื่อครูผู้สอนโรงเรียน.....

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเด็นความเหมาะสมในแต่ละรายการและกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง
ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

| | | | |
|-------------------------|-----|---|-------|
| มีความเหมาะสมมากที่สุด | ให้ | 5 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมมาก | ให้ | 4 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมปานกลาง | ให้ | 3 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมน้อย | ให้ | 2 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมน้อยที่สุด | ให้ | 1 | คะแนน |

| รายการ | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| หน่วยการเรียนรู้ | | | | | |
| 1. มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม | | | | | |
| 2. สาระสำคัญ กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน | | | | | |
| 3. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด | | | | | |
| 4. กิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ | | | | | |
| 5. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภาระงานได้ | | | | | |
| 6. การประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ | | | | | |
| 7. เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดได้ | | | | | |
| 8. สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสม เพียงพอในแต่ละกิจกรรม | | | | | |
| 9. กำหนดเวลาของหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 10. หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง | | | | | |

| รายการ | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| แผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | |
| 11.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ | | | | | |
| 12. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน | | | | | |
| 13. แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานอย่างเหมาะสม | | | | | |
| 14. แผนการจัดการเรียนรู้กำหนดวัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 15. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียนและระดับชั้นที่เรียน | | | | | |
| 16. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง | | | | | |
| 17. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน | | | | | |
| 18. กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | | | | | |
| 19. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด | | | | | |
| 20. มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่หลากหลาย | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุบัณฑิต

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|------------------|--|--|---|--|--|---|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| หน่วยการเรียนรู้ | | | | | | |
| 1. | มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงกันอย่างไรเหมาะสม | มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกันครบถ้วนทุกตัว ร้อยละ100 | มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกัน เป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ80 | มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สอดคล้องกัน เชื่อมโยงกับ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนร้อยละ60 | มาตรฐานการเรียนรู้ มีความเชื่อมโยงกับ ตัวชี้วัด และ สมรรถนะสำคัญเพียงเล็กน้อย ร้อยละ 40 | มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมีความเชื่อมโยงกัน ร้อยละ 20 |
| 2 | ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกัน | ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกัน ร้อยละ100 | ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกัน เป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ80 | ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกัน ปานกลาง ร้อยละ60 | ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน บางส่วน ร้อยละ 40 | ความคิดรวบยอด สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน ร้อยละ 20 |
| 3. | กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด | กิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัดร้อยละ 100 | กิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัดเป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 80 | กิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัดปานกลาง ร้อยละ 60การเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด | กิจกรรมการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด บางส่วน ร้อยละ 40 | กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ร้อยละ 20 |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|-----|--|---|--|--|---|--|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 4. | กิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมการพัฒนาผู้เรียน ให้มีความรู้ ทักษะและ ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณ | กิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมพัฒนาผู้เรียน ให้มีความรู้ ทักษะและ ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณ ทุกกิจกรรม ร้อยละ100 | กิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมความรู้ ทักษะ ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณเป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 80 | กิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมความรู้ ทักษะ ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณเป็นบางส่วน ร้อยละ 60 | กิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมความรู้ ทักษะ ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณเป็นส่วนน้อย ร้อยละ 40 | กิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมพัฒนาผู้เรียน ให้มีความรู้ ทักษะและ ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณร้อยละ 20 |
| 5. | กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ นำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้น งาน/ภาระงานได้ | กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ นำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้น งาน/ภาระงานได้ทุกกิจกรรม ร้อยละ100 | กิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่สามารถ นำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้น งาน/ภาระงานได้ส่วนใหญ่ ร้อยละ 80 | กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ นำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้น งาน/ภาระงานได้บางส่วนร้อยละ 60 | กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ นำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้น งาน/ภาระงานได้ส่วนน้อย ร้อยละ 40 | กิจกรรมการเรียนรู้ไม่สามารถนำ ผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ ภาระงานได้ |
| 6. | การประเมินผลสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดความสามารถ ในการคิดเชิงคำนวณ | การประเมินผลสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดความสามารถ ในการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 100 | การประเมินผลส่วนใหญ่ สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด ความสามารถในการคิดเชิง คำนวณ ร้อยละ80 | การประเมินผลสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดความสามารถ ในการคิดเชิงคำนวณบางส่วน ร้อยละ 60 | การประเมินผลสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัดด้านความสามารถ ในการคิดเชิงคำนวณ ส่วนน้อย ร้อยละ 40 | การประเมินผลไม่สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|-----|--|---|--|---|---|--|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 7. | เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดได้ | เกณฑ์การประเมินผลสามารถสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดได้ ร้อยละ 100 | เกณฑ์การประเมินผลสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดได้ส่วนใหญ่ ร้อยละ 80 | เกณฑ์การประเมินผลบางส่วนสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดได้ ร้อยละ 60 | เกณฑ์การประเมินผลส่วนน้อยสะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด ร้อยละ 40 | เกณฑ์การประเมินผลไม่สะท้อนคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด |
| 8 | สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมเพียงพอในแต่ละกิจกรรม | สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมและเพียงพอในทุกกิจกรรม | สื่อการเรียนรู้ส่วนใหญ่ความเหมาะสมเพียงพอในการทำกิจกรรม | สื่อการเรียนรู้ส่วนใหญ่มีความเหมาะสม แต่ไม่เพียงพอ | สื่อการเรียนรู้บางส่วนเหมาะสม และมีไม่เพียงพอ | สื่อการเรียนรู้ไม่มีความเหมาะสม และไม่เพียงพอ |
| 9. | กำหนดเวลาของหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | กำหนดเวลาของหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรม | กำหนดเวลาในหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ | กำหนดเวลาในหน่วยการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้เป็นบางส่วน | กำหนดเวลาในหน่วยการเรียนรู้ไม่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ | ไม่ได้กำหนดเวลาในหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ |
| 10 | หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง | หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริงทั้งหมด | หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริงส่วนใหญ่ | หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริงเพียงครั้งหนึ่ง | หน่วยการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้เป็นบางส่วน | หน่วยการเรียนรู้ไม่สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|----------------------|--|--|--|---|--|---|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| แผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | | |
| 11 | แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ | แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ทุกแผน | แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นส่วนใหญ่ | แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เพียงครึ่งหนึ่ง | แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องและสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นบางส่วน | แผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ทุกแผน |
| 12 | แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กัน | แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กันทุกแผน | แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กันเป็นส่วนใหญ่ | แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสัมพันธ์กันเพียงครึ่งหนึ่ง | แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนสัมพันธ์กันเป็นบางส่วน | แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบไม่ครบและไม่สัมพันธ์กัน |
| 13 | แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานอย่างเหมาะสม | แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานอย่างเหมาะสมครบถ้วนทุกแผน | แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานที่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ | แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานที่เหมาะสมเพียงครึ่งหนึ่ง | แผนการจัดการเรียนรู้มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงานเหมาะสมเป็นบางส่วน | แผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีการกำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|-----|--|--|--|---|---|--|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 14 | แผนการจัดการเรียนรู้กำหนดวัตถุประสงค์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ | แผนการจัดการเรียนรู้กำหนด วัตถุประสงค์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรม การเรียนรู้ ทุกแผน | แผนการ จัดการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่ง เรียนรู้ที่ เหมาะสม สอดคล้องกับ สาระการ เรียนรู้และ กิจกรรมการ เรียนรู้เป็นส่วน ใหญ่ | แผนการ จัดการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่ง เรียนรู้ที่ เหมาะสม สอดคล้องกับ สาระการ เรียนรู้และ กิจกรรมการ เรียนรู้เพียง ครึ่งหนึ่ง | แผนการ จัดการเรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่ง เรียนรู้ที่ เหมาะสม สอดคล้องกับ สาระการ เรียนรู้และ กิจกรรมการ เรียนรู้เป็น บางส่วน | แผนการ จัดการเรียนรู้ ไม่มีการ กำหนดวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่ง เรียนรู้ไว้ใน กิจกรรมการ เรียนรู้ |
| 15 | กิจกรรมการ เรียนรู้เหมาะสม กับผู้เรียนและ ระดับชั้นที่เรียน | กิจกรรมการ เรียนรู้เหมาะสม กับผู้เรียนและ ระดับชั้นที่เรียน ทุกกิจกรรม | กิจกรรมการ เรียนรู้ เหมาะสมกับ ผู้เรียนและ ระดับชั้นที่ เรียนเป็นส่วน ใหญ่ | กิจกรรมการ เรียนรู้ เหมาะสมกับ ผู้เรียนและ ระดับชั้นที่ เรียนเพียง ครึ่งหนึ่ง | กิจกรรมการ เรียนรู้ เหมาะสมกับ ผู้เรียนแต่ไม่ เหมาะสมกับ ระดับชั้นที่ เรียน | กิจกรรมการ เรียนรู้ไม่ เหมาะสมกับ ผู้เรียนและ ระดับชั้นที่ เรียน |
| 16 | กิจกรรมการ เรียนรู้มีความ หลากหลายและ สามารถปฏิบัติได้ จริง | กิจกรรมการ เรียนรู้มีความ หลากหลายและ สามารถปฏิบัติ ได้จริงทุก กิจกรรม | กิจกรรมการ เรียนรู้ส่วนใหญ่ มีความ หลาก หลาย และสามารถ ปฏิบัติได้จริง | กิจกรรมการ เรียนรู้มีความ หลากหลาย และบาง ส่วน สามารถ ปฏิบัติได้จริง | กิจกรรมการ เรียนรู้ สามารถ ปฏิบัติได้จริง แต่ไม่มีความ หลากหลาย | กิจกรรมการ เรียนรู้ ไม่มีความ หลากหลาย และ ไม่สามารถ ปฏิบัติได้จริง |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความเหมาะสม | | | | |
|-----|--|--|---|--|--|---|
| | | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 17 | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถผู้เรียนด้านการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนทุกกิจกรรม | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถผู้เรียนด้านการคิดเชิงคำนวณเป็นส่วนใหญ่ | กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนครึ่งหนึ่ง | กิจกรรมการเรียนรู้ส่วนน้อยส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน | กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน |
| 18 | กิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | ทุกกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | กิจกรรมส่วนใหญ่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | กิจกรรมครึ่งหนึ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | กิจกรรมบางส่วนเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง | กิจกรรมไม่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง |
| 19 | การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับมาตรฐาน/ตัวชี้วัด | การวัดและประเมินผลทุกประเด็นสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด | การวัดและประเมินผลส่วนใหญ่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด | การวัดและประเมินผลครึ่งหนึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด | การวัดและประเมินผลบางส่วนสอดคล้องกับมาตรฐานแต่สอดคล้องกับตัวชี้วัด | การวัดและประเมินผลไม่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด |
| 20 | มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่หลากหลาย | มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนมากกว่า 4 วิธี | มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน 4 รูปแบบ | มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน 3 รูปแบบ | มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน 2 รูปแบบ | มีการประเมินผลความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียน 1 รูปแบบ |

**แบบสังเกตพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

ชื่อครูผู้สอน โรงเรียน.....

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเด็นความเหมาะสมในแต่ละรายการและกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง
ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

| | | | |
|---|-----|---|-------|
| มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ดีมาก | ให้ | 5 | คะแนน |
| มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ดี | ให้ | 4 | คะแนน |
| มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้พอใช้ | ให้ | 3 | คะแนน |
| มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ควรปรับปรุง | ให้ | 2 | คะแนน |
| มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ต้องปรับปรุง | ให้ | 1 | คะแนน |

| รายการประเมิน | ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ | | | | |
|--|-------------------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | | | | | |
| 2. ครูดำเนินการสอนอย่างเป็นลำดับตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | |
| 3. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแยกย่อย | | | | | |
| 4. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ | | | | | |
| 5. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม | | | | | |
| 6. ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอัลกอริทึม | | | | | |
| 7. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณ | | | | | |
| 8. ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน | | | | | |
| 9. ครูมีวิธีการที่หลากหลายในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | | | | | |
| 10. ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | | | | | |
| 11. ครูมีวิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณที่หลากหลาย | | | | | |
| 12. ผู้เรียนมีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออก | | | | | |

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับครูระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับและความสามารถในการจัดการเรียนรู้ | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|--|
| | | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ควรปรับปรุง | ต้องปรับปรุง |
| 1. | ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ | ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 9 – 10 แผน | ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 7-8 แผน | ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 4 -6 แผน | ครูมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ 1-3 แผน | ครูไม่มีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ |
| 2 | ครูจัดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้ | ครูจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ 9 - 10แผน | ครูจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ 7-8 แผน | ครูจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ 4-6 แผน | ครูจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ 1-3 แผน | ครูจัดการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ |
| 3. | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแยกย่อย | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดแยกย่อย 9 -10 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดแยกย่อย 7-8 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดแยกย่อย 4-6 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดแยกย่อย 1-3 แผน | ครูไม่มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดแยกย่อย |
| 4 | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ 9 -10 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ 7-8 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ 4-6 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ 1-3 แผน | ครูไม่มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหารูปแบบ |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความสามารถในการจัดการเรียนรู้ | | | | |
|-----|--|---|---|---|---|---|
| | | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ควรปรับปรุง | ต้องปรับปรุง |
| 5. | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม 9 -10 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม 7-8 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม 4-6 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม 1-3 แผน | ครูไม่มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเชิงนามธรรม |
| 6 | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแบบอัลกอริทึม | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแบบอัลกอริทึม 9 -10 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแบบอัลกอริทึม 7-8 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแบบอัลกอริทึม 4-6 แผน | ครูมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแบบอัลกอริทึม 1-3 แผน | ครูไม่มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแบบอัลกอริทึม |
| 7 | ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณ | ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ | ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณในชั้นสอนและชั้นสรุป | ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนและชั้นสอน | ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน | ครูไม่มีการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงคำนวณ |
| 8 | ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับบทเรียน | ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ | ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ | ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ | ครูมีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ | ครูไม่มีการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความสามารถในการจัดการเรียนรู้ | | | | |
|-----|--|---|--|---|---|---|
| | | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ควรปรับปรุง | ต้องปรับปรุง |
| | หรือเนื้อหาที่สอน | เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน 9 -10 แผน | เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน 7 -8 แผน | เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน 4-6 แผน | เดิมกับบทเรียนหรือเนื้อหาที่สอน 1-3 แผน | เดิมหรือกับเนื้อหาที่สอน |
| 9 | ครูมีวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณโดยมีวิธีการ รูปแบบที่หลากหลาย | ครูมีวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณโดยมีวิธีการ รูปแบบที่หลากหลาย 9-10 รูปแบบ | ครูมีวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณโดยมีวิธีการ รูปแบบที่หลากหลาย 7-8 รูปแบบ | ครูมีวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณโดยมีวิธีการ รูปแบบ 4-6 รูปแบบ | ครูมีวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณโดยมีวิธีการ รูปแบบ 1-3 รูปแบบ | ครูไม่มีวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ |
| 10 | ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ | ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ 9-10 กิจกรรม | ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ 7-8 กิจกรรม | ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ 4-6 กิจกรรม | ครูจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ 1-3 กิจกรรม | ครูไม่มีกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดเชิงคำนวณ |
| 11 | ครูใช้วิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณที่หลากหลาย | ครูใช้วิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณอย่างหลากหลาย ในทุกกิจกรรม | ครูใช้วิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณอย่างหลากหลายเป็นส่วนใหญ่ | ครูใช้วิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณอย่างหลากหลายเป็นบางส่วน | ครูใช้วิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณอย่างหลากหลายเป็นส่วนน้อย | ครูใช้วิธีการประเมินผลการคิดเชิงคำนวณเพียงวิธีเดียว |
| 12 | ผู้เรียนมีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | ผู้เรียนทุกคนมีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | ผู้เรียนส่วนใหญ่มีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | ผู้เรียนครึ่งหนึ่งที่มีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | ผู้เรียนน้อยมากที่มีปฏิริยาโต้ตอบโดยการตอบคำถามและแสดงออกได้อย่างเหมาะสม | ผู้เรียนไม่มีปฏิริยาโต้ตอบและแสดงออกเมื่อครูถามคำถาม |

| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความสามารถในการจัดการเรียนรู้ | | | | |
|-----|--|--|--|--|---|---|
| | | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ควรปรับปรุง | ต้องปรับปรุง |
| 13. | ผู้เรียนมีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | ผู้เรียนทุกคนได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | ผู้เรียนครึ่งหนึ่งได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | ผู้เรียนส่วนน้อยได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน | ผู้เรียนไม่มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน |
| 14. | ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงาน | ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงานทุกครั้ง | ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงานเป็นส่วนใหญ่ | ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงานเป็นบางครั้ง | ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการทำงานน้อยมาก | ผู้เรียนไม่มีอิสระในการคิดและการทำงาน |
| 15. | ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ | ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ทุกครั้ง | ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ส่วนใหญ่ | ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้บางครั้ง | ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาได้บางครั้ง แต่เสนอวิธีการแก้ปัญหาไม่ได้ | ผู้เรียนไม่สามารถแยกประเด็นต่างๆ จากสถานการณ์ปัญหาและเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ |



| ที่ | รายการประเมิน | ระดับความสามารถในการจัดการเรียนรู้ | | | | |
|-----|--|--|---|--|---|--|
| | | ดีมาก | ดี | พอใช้ | ควรปรับปรุง | ต้องปรับปรุง |
| 16. | ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน | ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน | ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน | ผู้เรียนบางคนได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน | ผู้เรียนน้อยมากที่ได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน | ไม่มีผู้เรียนที่ได้ฝึกวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากกิจกรรมในบทเรียน |
| 17. | ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อน ก่อนสรุปเป็นองค์ความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน | ผู้เรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน | ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน | ผู้เรียนบางคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน | ผู้เรียนส่วนน้อยได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน | ไม่มีผู้เรียนที่แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยน พูดคุยกับเพื่อนก่อนสรุปเป็นความรู้ และตอบคำถามในบทเรียน |
| 18 | ผู้เรียนนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ | ผู้เรียนทุกคนนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ | ผู้เรียนส่วนใหญ่ นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ | ผู้เรียนบางคน นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ | ผู้เรียนส่วนน้อยที่นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ | ผู้เรียนไม่นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ |

แบบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

สำหรับผู้เรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มี 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ก ข ค และ ง จำนวน 30 ข้อ ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เห็นว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
2. ตอนที่ 2 เป็นการตอบคำถามโดยการเขียนตอบ
3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ รวม 45 นาที

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบ ที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดกล่าวถึงการคิดเชิงคำนวณได้ถูกต้อง
 - ก. การคิดเชิงรูปธรรมทำให้เกิดความชัดเจน
 - ข. การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน
 - ค. การคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบเท่านั้น
 - ง. วิทยาการคำนวณ เป็นองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ
2. การคิดเชิงคำนวณมีประโยชน์อย่างไร
 - ก. ช่วยให้ทักษะการคิดเปรียบเทียบเสมือน คอมพิวเตอร์
 - ข. สามารถทำงานต่างๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
 - ค. จัดจำข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก
 - ง. แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตได้อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน
3. สภกรานต์สามารถแยกแยะการปวดหัวได้ว่าเป็นการปวดหัว เพราะเป็นไข้ หรือการปวดหัว เพราะไม่เกรน การแยกแยะได้ของสภกรานต์จัดเป็นการคิดเชิงคำนวณด้านใด
 - ก. Decomposition
 - ข. Pattern Recognition
 - ค. Abstraction
 - ง. Algorithm
4. แนวคิดการมองเห็นรูปแบบของปัญหาหรือจัดจำรูปแบบของปัญหา หมายถึงอะไร
 - ก. การแตกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย
 - ข. มุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจ รายละเอียดที่ไม่จำเป็น
 - ค. ดูความเหมือน ความแตกต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง
 - ง. การแก้ปัญหาโดยออกแบบการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน

5. สถานการณ์ใดไม่ได้ใช้การคิดเชิงคำนวณ

- ก. พ่อสอนวิธีการขับรถให้ลูก
- ข. คุณตาจำเส้นทางกลับบ้านเพื่อไม่ให้หลงทาง
- ค. คุณหมอหาสาเหตุของการป่วยโดยการซักประวัติ
- ง. แม่หาวิธีการทำพิซซ่าหลาย ๆ แห่่งและสังเกตเปรียบเทียบมีอะไรที่เหมือนกัน

6. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. Debugging คือ การแก้ไขจุดบกพร่อง
- ข. Coding เป็นส่วนหนึ่งของวิทยาการคำนวณ
- ค. การคิดเชิงคำนวณสนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น
- ง. การจัดเรียงสินค้าบนชั้นวางใช้การคิดเชิงคำนวณ

7. มาวิน กำลังประสบปัญหาในการเดินทางไปทำงาน เขาพบว่ายางรถแบนและน้ำมันใกล้จะหมด มีเหลืออยู่ไม่มากพอที่มาวินจะขับรถยนต์ไปถึงสถานีบริการน้ำมัน ถ้ามาวินเลือกแก้ไขปัญหายางรถแบนก่อนการกระทำนี้เป็นการเชิงคำนวณตามข้อใด

- ก. Decomposition (แนวคิดการแยกย่อย)
- ข. Pattern Recognition (แนวคิดการจดจำรูปแบบ)
- ค. Abstraction (แนวคิดเชิงนามธรรม)
- ง. Algorithm Design (แนวคิดการออกแบบขั้นตอน)

8. สถานการณ์ในข้อใดใช้หลักการคิดเชิงคำนวณ

- ก. แพทย์วิเคราะห์หาสาเหตุการป่วยเป็นโรคใช้เลือดออกของผู้ป่วยในชุมชนโดยการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อหาความเกี่ยวข้อง ระหว่างสภาพแวดล้อมและการแพร่ระบาดของโรค
- ข. นักเรียนจดรายละเอียดทุกขั้นตอนของบทเรียน คณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียน และท่องจำเพื่อใช้ในการสอบปลายภาค
- ค. นักท่องเที่ยวเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ที่อยากไปโดยไม่ต้องวางแผนล่วงหน้า
- ง. ชาวนาหันมาปลูกยางพารา แทนการปลูกข้าวในพื้นที่นาทั้งหมด เนื่องจากรัฐบาลประกาศให้ราคาของพารา

9. Abstraction หรือการกำหนดสาระสำคัญ ตรงกับแนวคิดใด

- ก. แนวคิดเชิงตรรกะ
- ข. แนวคิดเชิงมโนทัศน์
- ค. แนวคิดเชิงนามธรรม
- ง. แนวคิดเชิงรูปธรรม

10 ข้อใดไม่ใช่ องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

- ก. การสร้างชิ้นงาน
- ข. การคิดเชิงนามธรรม
- ค. การกำหนดลำดับขั้นตอน
- ง. การแจกแจงงาน หรือปัญหา

11. การสังเกตว่าปริมาณขนมของคุณลดลงทุกครั้งที่มีเพื่อนมาเป็นตัวอย่างของ:องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณในข้อใด

- ก. การสลายตัว
- ข. การจดจำรูปแบบ
- ค. สิ่งที่เป็นนามธรรม
- ง. การออกแบบอัลกอริทึม

12. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับขั้นตอนกับการวิเคราะห์ระบบ

- ก. วิเคราะห์ความเป็นไปได้และวางแผน
- ข. ในขั้นนี้ไม่จำเป็นต้องระบุวิธีการทำงาน
- ค. เป็นขั้นตอนการทำความเข้าใจกับระบบงาน
- ง. ในขั้นนี้มีการจัดทำเอกสารการวิเคราะห์ระบบ

13. ส่วนประกอบย่อยใดไม่ถูกต้อง

- ก. ทวีปเป็นส่วนประกอบย่อยของโลก
- ข. โลกเป็นส่วนประกอบย่อยของระบบสุริยะ
- ค. รุ้งกินน้ำเป็นส่วนประกอบย่อยของก้อนเมฆ
- ง. ประตูเป็นส่วนประกอบย่อยของบ้าน

14. ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- ก. การแจ้งปัญหาให้ผู้ดูแลตรวจสอบปรับปรุงระบบ
- ข. การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา
- ค. การเลือกเครื่องมือและออกแบบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา
- ง. การดำเนินการแก้ปัญหา

15. การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหายังเป็นขั้นเป็นตอนอยู่ในหลักของการคิดเชิงคำนวณข้อใด

- ก. Decomposition (การย่อยปัญหา)
- ข. Pattern Recognition (การจดจำรูปแบบ)
- ค. Abstraction (ความคิดด้านนามธรรม)
- ง. Algorithm Design (การออกแบบอัลกอริทึม)

16. กิจกรรมใดเหมาะสมต่อการฝึกทักษะการมองเห็นรูปแบบของปัญหาหรือจดจำรูปแบบของปัญหา
- การสำรวจเส้นทางการเดินทางไกล
 - การวาดภาพแมวหลายๆ ตัว
 - การเขียนผังงาน
 - การสำรวจความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
17. หลักการคิดเชิงคำนวณสามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์ใดได้บ้าง
- การค้นหาสินค้าในห้างสรรพสินค้า
 - การวางแผนเปิดร้านอาหารในงานเทศกาลโรงเรียน
 - การคำนวณสถิติการทำประตูของนักกีฬาฟุตบอล
 - การคัดแยกขยะตามลักษณะสี
18. ฟังใส่มาโรงเรียนสายจึงพยายามแก้ปัญหา ทำให้พบว่าสาเหตุของการมาโรงเรียนสาย คือ การนอนดึก และการแต่งตัวมาโรงเรียนช้า การแก้ปัญหาแบบนี้ถือว่าเป็น
- Decomposition
 - Pattern Recognition
 - Abstraction
 - Algorithm Design
19. บุคคลใดเมื่อพบปัญหาแล้วแก้ปัญหาตามแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ
- จอยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็นเกี่ยวกับปัญหา
 - จับออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา
 - แจกแจงปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย
 - จุ่มวิเคราะห์ที่มาของปัญหา
20. **Good Morning**
- จากข้อความข้างต้น ข้อมูลนี้ประกอบด้วยอักษรใดบ้าง
- GodMrnig
 - GoodMorning
 - GoodMn rig
 - GMn

21. จากข้อความในข้อ 20 แยกเป็นสีได้ทั้งหมดกี่สี

- ก. 5 สี
- ข. 6 สี
- ค. 7 สี
- ง. 8 สี

22. หาแนวคิดรวบยอดของแต่ละปัญหาย่อยเป็นการมุ่งเน้นความสำคัญของปัญหาโดยไม่สนใจรายละเอียดที่ไม่จำเป็น การคิดรวบยอดของปัญหาดังกล่าวจะได้ว่า มาวินต้องทำการเปลี่ยนยางรถยนต์" เป็นแนวคิดเชิงคำนวณขั้นตอนใด

- ก. Decomposition
- ข. Pattern Recognition
- ค. Abstraction
- ง. Algorithm Design

23. จากประโยคที่ว่า "เมื่อมาวินต้องการเปลี่ยนยางรถยนต์ มาวินจะต้องออกแบบลำดับขั้นตอนในการเปลี่ยนยาง ดังนี้

- 1) ใช้แม่แรงยกกรดขึ้นและถอดน็อตออก
- 2) หมุนบล็อกเพื่อคลายน็อต
- 3) ถอดล้อออก เปลี่ยนล้ออะไหล่แทนที่
- 4) ชันนอตให้แน่น
- 5) ใส่นอตแล้วปล่อยแม่แรง

ลำดับในข้อใดถูกต้อง

- ก. 1 2 3 4 5
- ข. 3 1 2 4 5
- ค. 2 1 3 5 4
- ง. 1 2 3 5 4

24. เมื่อครูสั่งให้เข้าแถวตามลำดับความสูงของนักเรียนให้เร็วที่สุด สิ่งแรกที่ต้องทำคือข้อใด

- ก. เรียงลำดับตามความสูงจากน้อยไปหามาก
- ข. เรียงลำดับตามความสูงจากมากไปหาน้อย
- ค. กำหนดนักเรียนคนแรกให้เป็นนักเรียนตำแหน่งหลัก
- ง. แบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มโดยกำหนดเงื่อนไขให้ละเอียด

25. การเขียน Flowchart มีความหมายตรงกับข้อใด
- การเลือกเครื่องมือและออกแบบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา
 - การใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนคำอธิบาย**
 - การแสดงการทำงานของคอมพิวเตอร์
 - การดำเนินการแก้ปัญหาโดยคำพูด
26. บุรุษไปรษณีย์ต้องทำการจัดหมวดหมู่จดหมายก่อนนำส่ง ตามบ้าน ถือว่าบุรุษไปรษณีย์ใช้แนวคิดใดในการทำงาน
- แนวคิดวิเคราะห์
 - แนวคิดการจัดการข้อมูล
 - แนวคิดเชิงคำนวณ**
 - แนวคิดเชิงสร้างสรรค์
27. ข้อใดสำคัญที่สุดในการจัดเรียงแถวตามลำดับความสูงของนักเรียน
- ความสูงของนักเรียน**
 - เพศของนักเรียน
 - น้ำหนักของนักเรียน
 - เกรดเฉลี่ยของนักเรียน
28. การแก้ปัญหาโดยการออกแบบกระบวนการทำงาน อย่างเป็นลำดับขั้นตอนสอดคล้องกับแนวคิดใด
- แนวคิดเชิงรูปธรรม
 - แนวคิดเชิงนามธรรม
 - แนวคิดการแยกย่อย
 - แนวคิดการออกแบบขั้นตอน**
29. Algorithm design ควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด
- เขียนบรรยายเป็นความเรียงแสดงขั้นตอน
 - เขียนผังงานเพื่อแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานโดยใช้ลูกศรแสดงทิศทาง
 - เขียนอธิบายขั้นตอนตามลำดับแยกเป็นข้อๆ**
 - เขียนผังงานแล้วบรรยาย

30.

- | |
|--|
| 1.เลือกหนังสือจากกอง 1.1 ไม่มี”จบการทำงาน” 1.2 มี เปรียบเทียบหนังสือในชั้น 1.2.1 ถ้าหนากว่าให้สลับ 1.2.2 ถ้าไม่หนากว่า ให้วางหนังสือ 1.3 ตรวจสอบเล่มก่อนหน้า 1.3.1 ถ้ามีทำข้อA..... 1.3.2 ถ้าไม่มีกลับไปทำข้อ 1 |
|--|

อัลกอริทึมการจัดเรียงหนังสือต่อไปนี้ ข้อใดคือคำตอบในช่อง A ที่ถูกที่สุด

ก. ไม่มี”จบการทำงาน”

ข. มี เปรียบเทียบหนังสือในชั้น

ค. ถ้าหนากว่าให้สลับ

ง. ถ้าไม่หนากว่า ให้วางหนังสือ

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามโดยการเขียนตอบ

31. ครอบครัวของณดากำลังวางแผนเดินทางท่องเที่ยวไปทุกประเทศในยุโรป โดยต้องผ่านเมืองหลวงของแต่ละประเทศ และณดาได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่หาเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อประหยัด ค่าน้ำมัน ณดาจะมีวิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

32. ลิลลี่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเป็นตัวแทนนักเรียนที่ต้องไปแข่งขันเทควันโดที่ต่างประเทศแต่เธอต้องเตรียมตัวสอบโอเน็ต และสอบปลายภาคในเดือนหน้า ลิลลี่ต้องฝึกซ้อมอย่างหนักทุกวัน ทำให้ขาดการส่งงานในหลายวิชา และไม่มีเวลาอ่านหนังสือเพื่อเตรียมตัวสอบ

1. จากสถานการณ์ข้างต้น ลิลลี่ประสบปัญหาเรื่องใด

.....

2. ลิลลี่ควรแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร

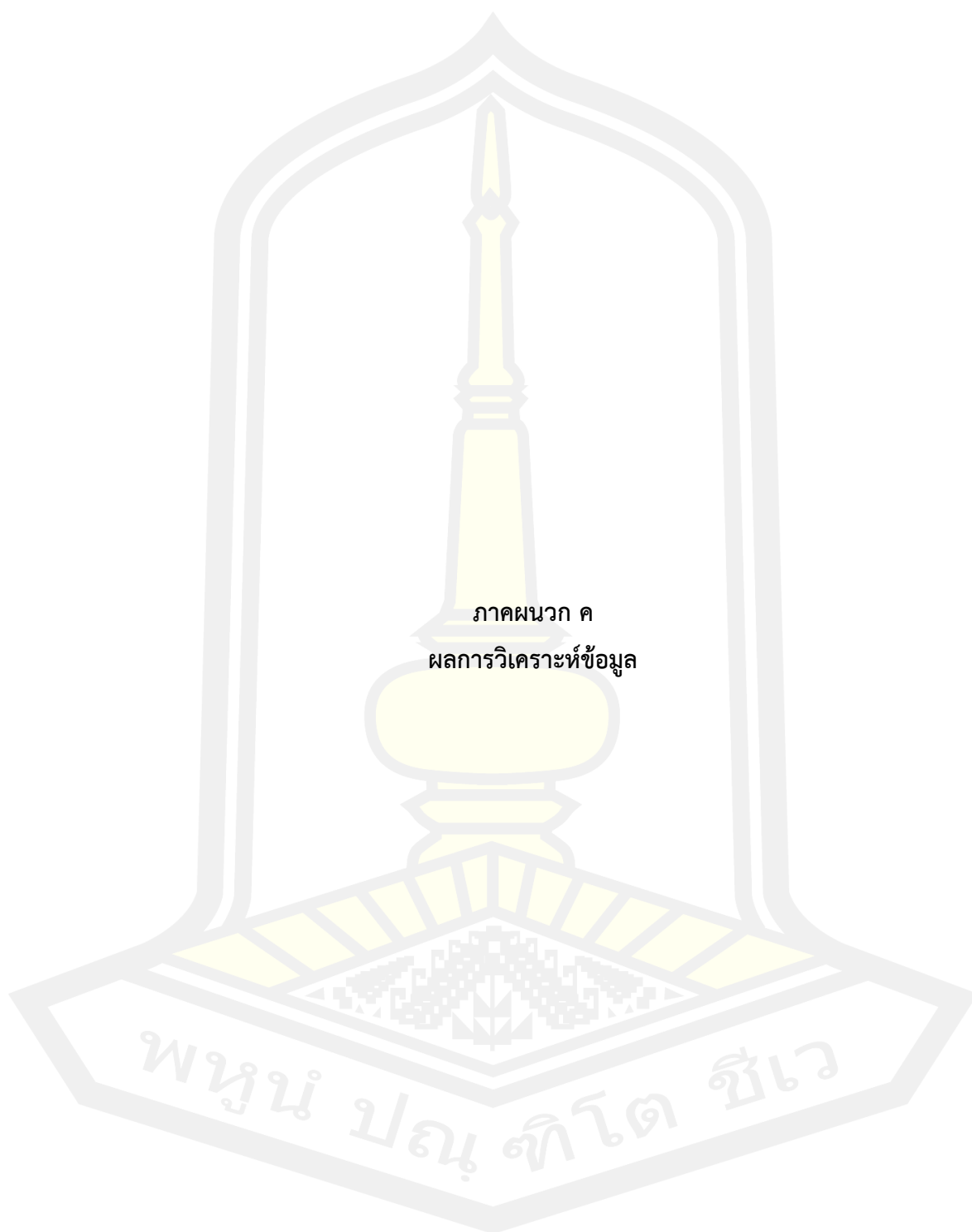
.....

3. ถ้าลิลลี่แก้ปัญหาตามแนวทางดังกล่าวจะส่งผลต่อตัวเองอย่างไร

.....

4. เลือกรวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน

.....



ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

พหุบัน ปณฺฑิตโต สีเว

ตาราง 23 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโครงสร้างหลักสูตรเสริมสร้างสมรรถนะ
การจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณ สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

| รายการ | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | | | |
|--|-------------------------|---|---|---|---|-----------|------|-----------|
| | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลผล |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 1. หลักการของหลักสูตร | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.4 | 0.95 | มาก |
| 2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8 | 0.50 | มากที่สุด |
| 3. โครงสร้างของหลักสูตร | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6 | 0.57 | มากที่สุด |
| 4. เนื้อหาสาระของหลักสูตร | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6 | 0.57 | มากที่สุด |
| 5. กิจกรรมการฝึกอบรม | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.8 | 0.50 | มากที่สุด |
| 6. สื่อประกอบการฝึกอบรม | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4.4 | 0.95 | มาก |
| 7. การวัดและประเมินผล | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4.2 | 0.95 | มาก |
| 8. การเตรียมการก่อนการฝึกอบรม | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.2 | 0.50 | มาก |
| 9. การดำเนินการระหว่างฝึกอบรม | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.2 | 0.50 | มาก |
| 10. การดำเนินการหลังฝึกอบรม | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.2 | 0.50 | มาก |
| 11. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4.2 | 0.50 | มาก |
| 12. กระบวนการฝึกอบรม | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6 | 0.57 | มากที่สุด |
| 13. โครงสร้างการฝึกอบรม | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.4 | 0.50 | มาก |
| 14. ตารางการฝึกอบรม | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8 | 0.50 | มากที่สุด |
| 15. แผนการฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 0.81 | มาก |
| 16. แผนการฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 0.81 | มาก |
| 17. แผนการฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4.4 | 0.81 | มาก |
| 18. แผนการฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4.8 | 0.81 | มากที่สุด |
| 19. แนวทางการประเมินผล | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 0.81 | มาก |
| 20. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 0.81 | มาก |

ตาราง 24 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับผู้เรียน

| ข้อที่ | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่) | | | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--------|--------------------------------|----|----|----|----|-----|-----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 2 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 3 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 4 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 5 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 6 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 7 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 8 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 9 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 10 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 11 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 12 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 13 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 14 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 15 | +1 | 0 | 0 | +1 | +1 | 3 | 0.6 | ใช้ได้ |
| 16 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 17 | +1 | -1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 0.6 | ใช้ได้ |
| 18 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 19 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 20 | +1 | 0 | +1 | 0 | +1 | 3 | 0.6 | ใช้ได้ |

ตาราง 24 (ต่อ)

| ข้อที่ | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที) | | | | | รวม | IOC | แปลผล |
|--------|-------------------------------|----|----|----|----|-----|-----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 21 | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 22 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 23 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 24 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 25 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 26 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 27 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 28 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 29 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 30 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 31 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 32 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 33 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 34 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 35 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 36 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 37 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 38 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 39 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 | ใช้ได้ |
| 40 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 41 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 | ใช้ได้ |
| 42 | | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 1 | ใช้ได้ |

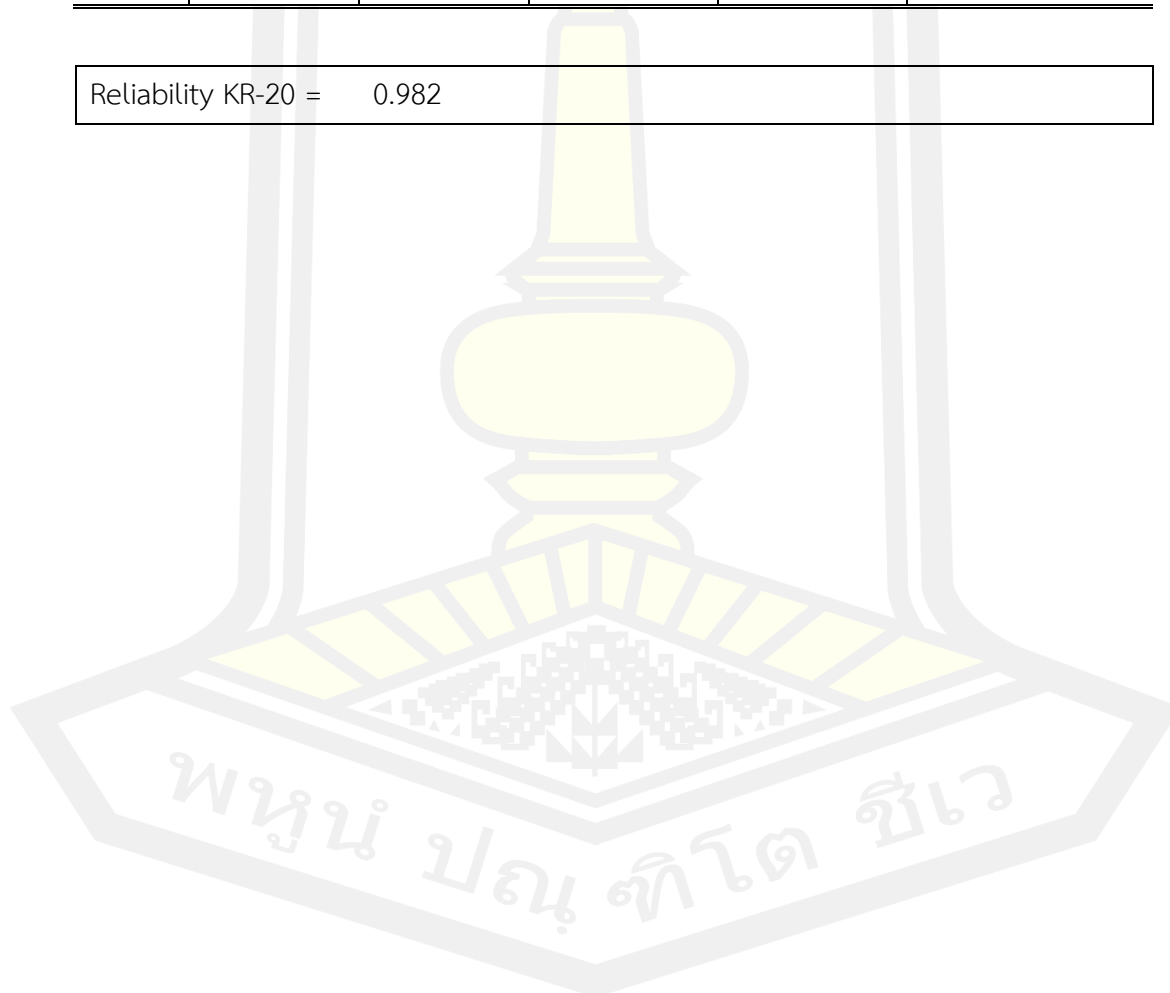
ตาราง 25 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัด
ความสามารถด้านการคิดเชิงคำนวณ

| ข้อที่ | ค่าความ ยาก | แปลผล | ค่าอำนาจ จำแนก | แปลผล | แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ |
|--------|----------------|--------|-------------------|--------|--------------------------|
| 1 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.47 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 2 | 0.67 | ใช้ได้ | 0.56 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 3 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.90 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 4 | 0.57 | ใช้ได้ | 0.41 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 5 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 6 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.86 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 7 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 8 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.90 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 9 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 10 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 11 | 0.57 | ใช้ได้ | 0.45 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 12 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 13 | 0.67 | ใช้ได้ | 0.91 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 14 | 0.57 | ใช้ได้ | 0.43 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 15 | 0.67 | ใช้ได้ | 0.91 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 16 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.90 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 17 | 0.67 | ใช้ได้ | 0.91 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 18 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 19 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.90 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 20 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.74 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 21 | 0.67 | ใช้ได้ | 0.93 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 22 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.85 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 23 | 0.40 | ใช้ได้ | 0.65 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 24 | 0.53 | ใช้ได้ | 0.40 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |

ตาราง 25 (ต่อ)

| ข้อที่ | ค่าความ ยาก | แปลผล | ค่าอำนาจ จำแนก | แปลผล | แปลผลคุณภาพ ของข้อสอบ |
|--------|----------------|--------|-------------------|--------|--------------------------|
| 25 | 0.70 | ใช้ได้ | 0.47 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 26 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 27 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.80 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 28 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.97 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 29 | 0.60 | ใช้ได้ | 0.92 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |
| 30 | 0.63 | ใช้ได้ | 0.85 | ใช้ได้ | ใช้ได้ |

Reliability KR-20 = 0.982



ประวัติผู้เขียน

| | |
|----------------------|--|
| ชื่อ | นางสาวจันทราพร คำหา |
| วันเกิด | วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2514 |
| สถานที่เกิด | อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | บ้านเลขที่ 435/1 หมู่ที่ 2 ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45130 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | ศึกษานิเทศก์ |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000 |
| ประวัติการศึกษา | พ.ศ. 2539 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัย (ในพระบรมราชูปถัมภ์) พ.ศ. 2553 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2565 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

พูน ปณ ฑิต ชีเว