

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ ซึ่งนำเสนอตามลำดับต่อไปนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
  - 1.1 ความหมายของมโนทัศน์และความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
  - 1.2 การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. แผนผังมโนทัศน์
  - 2.1 ความหมายของแผนผังมโนทัศน์
  - 2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของแผนผังมโนทัศน์
  - 2.3 ลักษณะ และส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์
  - 2.4 การสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับขั้น
  - 2.5 การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์
  - 2.6 เกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์
  - 2.7 ประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 3.1 งานวิจัยต่างประเทศ
  - 3.2 งานวิจัยในประเทศ

## มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของมโนทัศน์และความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

คำว่า มโนทัศน์ หรืออาจใช้คำว่า ความคิดรวบยอด มโนคติ มโนภาพ ซึ่งในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Concept สำหรับความหมายของมโนทัศน์นั้น มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กูดวิน และ คลอสไมเออร์ (Goodwin and Klausmeier, 1975: 246) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งหนึ่งๆ หรือหลายสิ่งไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้สามารถแยกสิ่งต่างๆ ออกจากสิ่งอื่นได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถจัดประเภทของสิ่งของประเภทเดียวกันไว้ด้วยกันได้”

แมคคาวน์ และ รุพ (McCown and Roup, 1992: 338) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้ การสังเกตหรือการสะสมประสบการณ์ โดยมโนทัศน์อาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือเหมือนกัน โดยสามารถสรุปรวมสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน และสามารถแยกแยะความแตกต่างออกจากกันได้”

เพรสลีย์ และ แมคคอร์มิก (Pressley and McCormick, 1995: 50) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่กลุ่มของสิ่งเร้าอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการก็ได้ ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน”

สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ (2538: 105) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ คือ แนวความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ ซึ่งทำให้บุคคลนั้นสามารถสรุปรวมลักษณะเหมือนหรือแยกแยะลักษณะแตกต่างของคุณสมบัติของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้นๆ”

สุชา จันทรโสม (2540: 187) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจของคนที่มีต่อสิ่งต่างๆ ซึ่งแสดงออกในรูปของสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งของหรือ

สถานการณ์หลายๆ อย่างที่มีความหมายร่วมกันอยู่อย่างหนึ่ง เป็นต้นว่า เมื่อนึกถึงปลาวาฬ สุนัข วัว ควาย จะเห็นว่าลักษณะร่วมกันอย่างหนึ่งของสัตว์เหล่านี้ คือ มีน้ำนมเลี้ยงลูกอ่อน ซึ่งเรียกดสัตว์เหล่านี้ว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่รวมเอาสัตว์ที่มีรูปร่างแตกต่างกันเข้าไว้ด้วยกัน และแยกสัตว์พวกนี้ออกจากสัตว์กลุ่มอื่น"

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540: 62) ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า "มโนทัศน์ คือ การจัดลักษณะที่เหมือนกันของประสบการณ์ หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยของความคิดหรือประเภทของประสบการณ์ อาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์นั้นเป็นความคิดหรือความเข้าใจในขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และมโนทัศน์นี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น"

จากความหมายของมโนทัศน์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ โดยอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์หรือกระบวนการ โดยที่บุคคลสามารถสรุปลักษณะร่วมกันที่เหมือนกันหรือแยกแยะลักษณะที่แตกต่างกันได้

สำหรับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

โดโนแวน และ เจอรอลด์ (Donovan and Gerald, 1972: 168) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า "มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดของบุคคลซึ่งเป็นนามธรรมเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น สมบัติของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยสามารถบอกลักษณะร่วมและลักษณะที่แตกต่างของแต่ละมโนทัศน์ได้ เช่น มโนทัศน์ "สาม" เป็นมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรมที่ใช้แทนความหมายของสิ่งของสามสิ่ง"

คูนี และ เฮนเดอร์สัน (Cooney and Henderson, 1975: 85) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า "มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้น เช่น การมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน คือ นักเรียนสามารถบอกนิยามของฟังก์ชันได้"

เอ็กเจน และ โคแซก (Eggen and Kauchak, 1995: 71) ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า “มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของ บุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการ ร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาด ของมุมทั้งสี่เท่ากันและเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น”

พรอนทิพย์ ม้ามณี (2520: 29) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า “มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจและความสามารถในการเก็บใจความหรือย่อ เนื้อหาที่เรียนได้ รวมทั้งสามารถนำไปใช้หรือสร้างเป็นกรณีทั่วไปได้ ซึ่งเป็นความหมายที่กว้าง กว่าความเข้าใจธรรมดา”

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์อันเกิดจากการได้เรียนรู้หรือรับประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสรุป ความเข้าใจที่ได้ออกมาเป็นนิยาม สามารถจัดประเภทของสิ่งเร้าที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน และ แยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ไม่สัมพันธ์กันออกจากกัน

## 2. การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ได้นั้น ครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดการสะสม ประสบการณ์หรือเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นๆ กิจกรรมการเรียนการสอนถือว่าเป็นสิ่ง สำคัญมากในการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์ได้ ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

กันเทอร์ , เอสเตอร์ และ ชวัด (Gunter, Ester, and Schwad, 1995: 98-105) ได้ กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ครูต้องเลือกมโนทัศน์ให้เหมาะสมกับบทเรียน และให้นิยามของมโนทัศน์ที่ ชัดเจน
2. ครูต้องกำหนดคุณลักษณะที่สำคัญๆ ของมโนทัศน์

3. ครูต้องเตรียมตัวอย่างทางบวกให้มากพอและครอบคลุมคุณลักษณะทั้งหมดของมโนทัศน์ และในขณะเดียวกันต้องมีตัวอย่างทางลบด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบได้

4. ครูต้องอธิบายให้นักเรียนทราบว่า นักเรียนต้องทำอะไรบ้างในกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์

5. ครูต้องวัดและประเมินผลการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียนเสมอ

6. ครูต้องฝึกให้นักเรียนให้คำจำกัดความของสิ่งเร้าต่างๆ ให้ถูกต้องด้วยตนเอง

7. ครูต้องเสนอตัวอย่างของมโนทัศน์เพิ่ม เพื่อให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ให้ได้ทุกคน

คน

8. ครูต้องซักถามถึงการเกิดมโนทัศน์ของนักเรียน ซึ่งอาจใช้การอภิปรายเพื่อเตือนความทรงจำของนักเรียน

พรณี ชูทัย เจนจิต (2538: 423-426) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ไว้ สรุปได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนมโนทัศน์ได้แล้วจะทำอะไรได้บ้าง เช่น เรียนเรื่องสัตว์บก สามารถแยกสัตว์บกออกจากสัตว์ต่างๆ

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียน ถ้ามโนทัศน์ที่เรียนมีหลายลักษณะให้พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

3. ใช้สื่อทางภาษาในการสอนอธิบายให้เข้าใจหรือแนะนำให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่นชัด การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

4. ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดของมโนทัศน์นั้นควบคู่กันไป

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามได้ตอบและให้กำลังใจเป็นการเสริมแรงทุกระยะและให้ถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

6. พยายามให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนด้วยคำพูดของตนเอง

สำหรับการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น มีนักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

โดโนแวน และ เจอรอลด์ (Donovan and Gerald, 1972: 176-177) ได้กล่าวถึงหลักการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ครูไม่สามารถมอบให้แก่ นักเรียนได้ นักเรียนต้องสร้างมโนทัศน์ด้วยความคิดและประสบการณ์ของเขาเอง ดังนั้น การสอนมโนทัศน์ให้มีประสิทธิภาพต้องมีการเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสำหรับนักเรียนทุกคน
2. มโนทัศน์ใดๆที่เรียนไปแล้วจะมีความหมายและมีประโยชน์มากขึ้นเมื่อมโนทัศน์ที่เรียนไปถูกนำไปเป็นส่วนหนึ่งในโครงสร้างทางความคิด ดังนั้น มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ย่อยที่นักเรียนเรียนไปในแต่ละวันนั้น ควรมีการนำไปสัมพันธ์กับโครงสร้างของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนในแต่ละบทเรียน
3. การเรียนรู้มโนทัศน์สามารถเกิดขึ้นได้ดีจากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลายให้แก่ผู้เรียนมากกว่าการสอนโดยการบอก หรือพูดซ้ำๆ ดังนั้น การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมให้เกิดการค้นพบ การใช้คำถามที่ท้าทาย เป็นต้น เป็นวิธีการที่ให้ผลดีในการเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
4. การที่นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียน ความสามารถทางการเรียนของนักเรียน และการสนใจในการเรียน ดังนั้น การเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนต้องเตรียมโดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนและต้องมีการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้มโนทัศน์ในบทเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละวัน
5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นเมื่อนักเรียนกระตือรือร้นและสนใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดขึ้น จากนั้นนักเรียนจะปรับโครงสร้างทางความคิดในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขามากกว่าการรับรู้มาแบบง่าย ๆ ดังนั้น บทเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละครั้งไม่ควรเกิดจากการบรรยายของครูเท่านั้น แต่ควรมีการจัดกิจกรรมกลุ่มให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
6. การได้เรียนรู้จากของจริงเป็นรูปธรรมหรือการใช้สื่อการสอน จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดี และนักเรียนควรได้ลองพยายามปฏิบัติจริง ลองผิดลองถูก ได้ฝึกการเขียนประโยค การเขียนสัญลักษณ์ การตั้งคำถามในสิ่งที่สงสัย และการหาคำตอบและสรุปสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง

จากการสอนให้เกิดมโนทัศน์ดังกล่าว การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์นั้นครูต้องเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่เรียน และเหมาะสมกับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน ให้ตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบของมโนทัศน์ และกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายถึงมโนทัศน์หรือสิ่งที่นักเรียนสงสัย และที่สำคัญในการเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนต้องได้ฝึกปฏิบัติจริง เช่น ฝึกสร้างประโยคสัญลักษณ์ ฝึกการให้นิยามของมโนทัศน์ต่างๆ

## แผนผังมโนทัศน์

### 1. ความหมายของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์ มีความหมายเหมือนกับคำว่า กรอบมโนทัศน์ แผนผังมโนทัศน์ ผังมโนทัศน์ ผังมโนภาพ หรือแผนภูมิมโนทัศน์ ซึ่งมาจากภาษาอังกฤษคำเดียวกันว่า Concept map ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของแผนผังมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin, 1984: 15) กล่าวไว้ว่า “แผนผังมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ใช้แทนความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ในรูปของประพจน์ (propositions) โดยมีอย่างน้อยสองมโนทัศน์ และเชื่อมมโนทัศน์ด้วยคำเชื่อม (linking word) เพื่อให้เกิดประพจน์ขึ้น เช่น ท้องฟ้าเป็นสีน้ำเงิน เกิดจากคำมโนทัศน์ ท้องฟ้า และ สีน้ำเงิน”

พลอทนิค (Plotnick, 1997 :2) กล่าวไว้ว่า “แผนผังมโนทัศน์เป็นการนำเสนอความคิด ความรู้ของผู้สร้างแผนผังต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งออกมาในรูปของกราฟฟิก”

รูซ – ปริโม และคณะ (Ruiz-Primo and others, 1998:1) กล่าวไว้ว่า “แผนผังมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพที่มีส่วนที่แสดงมโนทัศน์ เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เพื่อแสดงว่ามโนทัศน์มีความสัมพันธ์กัน และคำเชื่อมโยงบนเส้นเชื่อมโยงเป็นการแสดงว่ามโนทัศน์นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร”

บอลท์ (Bolte, 1999: 19) กล่าวไว้ว่า “แผนผังมโนทัศน์เป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ โดยแต่ละมโนทัศน์ (concept) เขียนแยกออกจากกัน และมีคำเชื่อม (linking words) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้น โดยเขียนคำเชื่อมไปตามเส้นเชื่อมโยง (connecting line) ของมโนทัศน์นั้น”

โนแวก (Novak, 2001: 1) กล่าวไว้ว่า “แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการระบบความคิดและแสดงออกถึงความรู้ของผู้สร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อให้เกิดประโยคที่มีความหมาย”

บาร์ดูดี และ บาร์เทล (Baroody and Bartel, 2001: 24) กล่าวไว้ว่า “แผนผังมโนทัศน์เป็นแผนภาพที่แสดงถึงการเชื่อมโยงมโนทัศน์และบรรยายออกมาในรูปของการเขียน การวาดภาพ และการอธิบายอย่างย่อๆ ว่าแต่ละมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร”

มนัส บุญประกอบ (2532: 106) กล่าวถึงแผนผังมโนทัศน์หรือเรียกว่าแผนภูมิมโนทัศน์ไว้ว่า “แผนภูมิมโนทัศน์มีลักษณะเป็นแผนภูมิอย่างหนึ่ง que แสดงถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มมโนทัศน์ที่กว้างและมโนทัศน์ที่เจาะจง โดยมโนทัศน์เหล่านั้นจะถูกเชื่อมโยงด้วยเส้นและคำที่มีความหมายเมื่ออ่านความสัมพันธ์จากแผนภูมิ มโนทัศน์จะเกิดเป็นข้อความที่มีความหมายเข้าใจได้”

กรมวิชาการ (2542: 62) กล่าวถึงแผนผังมโนทัศน์หรือเรียกว่าผังมโนคติไว้ว่า  
 ...ผังมโนคติเป็นผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของมโนคติ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติอย่างน้อย 2 มโนคติเข้าด้วยกัน อย่างมีลำดับขั้นตอนด้วยคำเชื่อมหรือข้อความเชื่อมระหว่างมโนคติ หรือเชื่อมโยงมโนคติใหม่เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนคติเข้าด้วยกันอย่างมีความหมาย และเก็บผังความรู้ที่ไว้นั้นในหน่วยความจำระยะยาว ทำให้การเรียนรู้ที่มีความคงทนต่อไป...

จากความหมายของนักการศึกษาหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่า แผนผังมโนทัศน์หมายถึง แผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์กันของมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่แสดงออกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ โดยการใช้คำเชื่อมที่สมเหตุสมผลเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันให้เป็นประพจน์ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดที่มีต่อมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ



## 2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของแผนผังมโนทัศน์

แผนผังมโนทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ออสซูเบล (Ausubel, 1986: 38) ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ที่กล่าวว่า “การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้ถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียนอย่างถูกต้องและต่อเนื่องกัน” นอกจากนี้ ออสซูเบล (Ausubel, 1968 : 57) ยังได้กล่าวไว้ว่า “ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้คือสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วคืออะไร ผู้สอนต้องค้นหาว่าเขารู้อะไรบ้างแล้วสอนพวกเขาให้สอดคล้องกับสิ่งนั้น” นั่นคือ ครูควรสอนในสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ซึ่งความรู้ที่มีอยู่เดิมนั้นอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) เป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมองและมีการจัดระบบไว้เป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ที่ได้รับใหม่ ทำให้คนเราเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ได้รับประสบการณ์ใหม่ๆ

คลอสไมเออร์ และ ริพเพิล (Klausmeier and Ripple, 1971: 58-59) ได้แบ่งชนิดของการเรียนรู้ไว้ว่า การเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. การเรียนแบบรับรู้ (Reception Learning)
2. การเรียนแบบค้นพบ (Discovery Learning)

การเรียนรู้แต่ละชนิดยังแบ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) และการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) จึงทำให้การเรียนรู้สามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบย่อยคือ

1. การเรียนรู้แบบรับรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนที่ได้รับการสอนสิ่งใหม่ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่
2. การเรียนรู้แบบรับรู้โดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนได้รับการสอนสิ่งใหม่ๆ อย่างครบถ้วน และผู้เรียนท่องจำไว้ไม่ได้นำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่
3. การเรียนรู้แบบค้นพบที่มีความหมาย เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นพบคำตอบเองและนำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่
4. การเรียนรู้แบบค้นพบโดยการท่องจำ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนค้นพบคำตอบเองและท่องจำไว้ ไม่ได้นำไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่

การรับรู้หรือการค้นพบถือว่าเป็นขั้นแรกของการเรียนรู้ และการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่ถูกนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว (Subsuming

Concept or Subsumers) โดยที่ความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้มีความหมายถูกเก็บไว้ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ทำให้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ใหม่เกิดความคงทน และสามารถระลึกถึงความรู้นี้ได้ง่าย

การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการขยายขอบข่ายของความรู้เดิมออกไป ซึ่งสามารถขยายออกไปได้กว้างขวางแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับความชัดเจนของการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ เช่น เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องสมการ ในตอนแรกอาจบอกได้เพียงว่าสมการคือประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมายเท่ากับ (=) แต่ต่อมา เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกราฟเส้นตรงและกราฟเส้นโค้ง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ต่อไปอีกว่า สมการเมื่อนำมาเขียนกราฟจะได้กราฟที่แตกต่างกันสองลักษณะคือ ลักษณะที่เป็นเส้นตรง และลักษณะที่เป็นเส้นโค้ง ความรู้ที่ขยายเพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการนำมโนทัศน์เดิมมาสัมพันธ์กับมโนทัศน์ใหม่ ทำให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้ง่ายและรวดเร็ว และช่วยให้จดจำสิ่งที่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้โครงสร้างทางปัญญาที่สมบูรณ์และครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

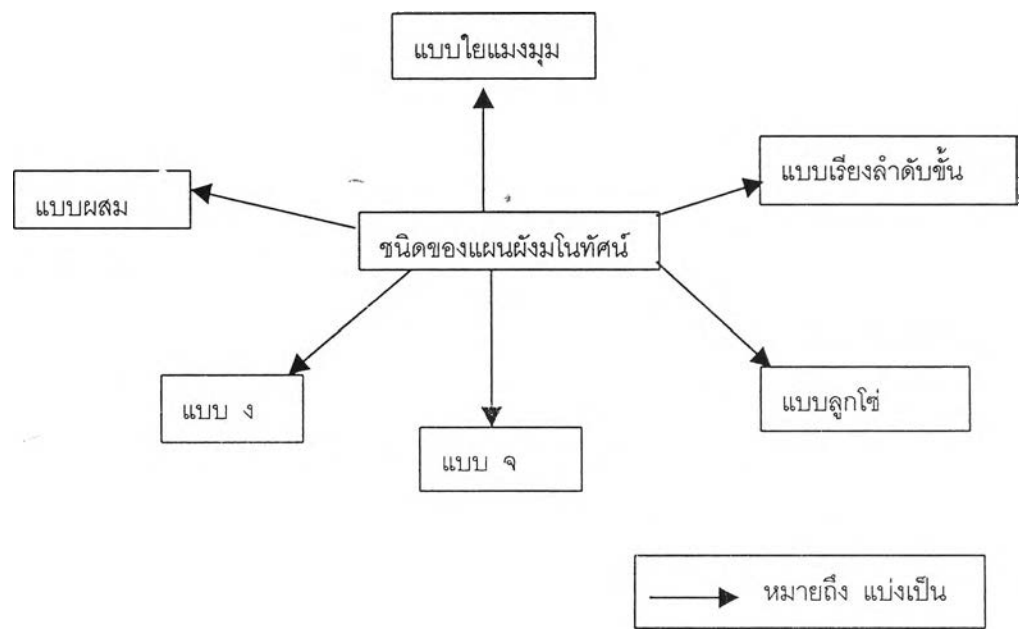
จากพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายดังกล่าวข้างต้น ทำให้นักการศึกษาของมหาวิทยาลัยคอร์เนล (Cornell University) ซึ่งคือโนแวก (Novak) และคณะ ได้ทำการศึกษาและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้น ซึ่งได้แก่การใช้แผนผังมโนทัศน์ในการแสดงออกถึงความคิด ความเข้าใจ ของเนื้อหาที่เรียน โดยพัฒนาระบบโครงสร้างทางปัญญาออกมาในรูปของแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อให้เป็นเครื่องมือในการช่วยนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่

### 3. ลักษณะและส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์

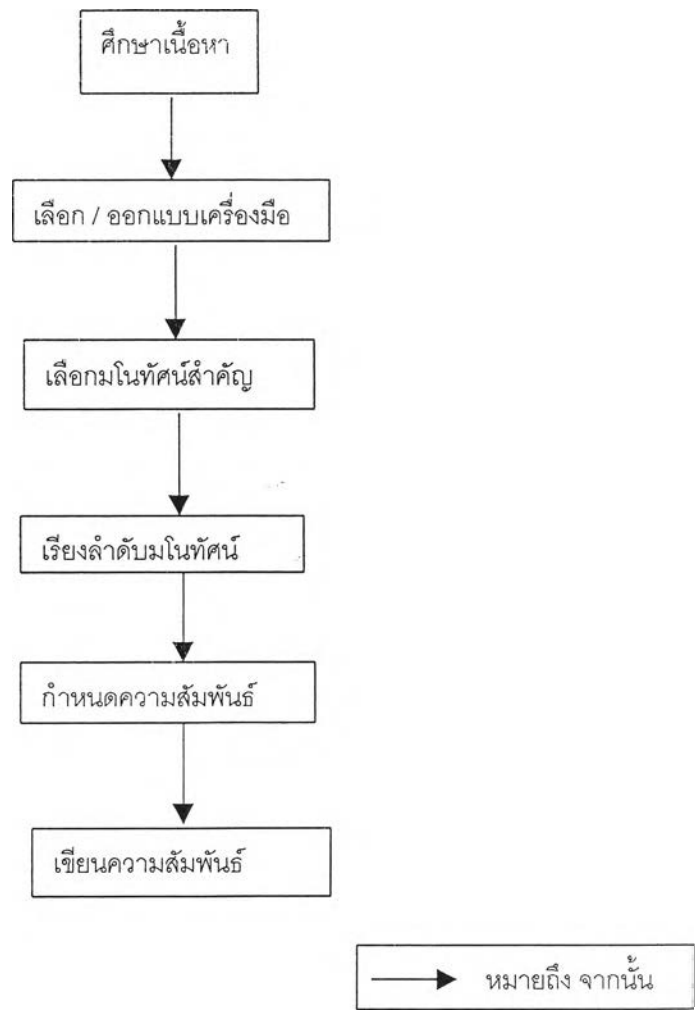
#### 3.1 ลักษณะของแผนผังมโนทัศน์

การนำเสนอหรือแสดงออกถึงความรู้โดยการใช้แผนผังมโนทัศน์มีได้หลายรูปแบบ ซึ่งบาร์ดูดี และบาเทล (Baroody and Batels, 2000: 605) ได้แบ่งแผนผังมโนทัศน์ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

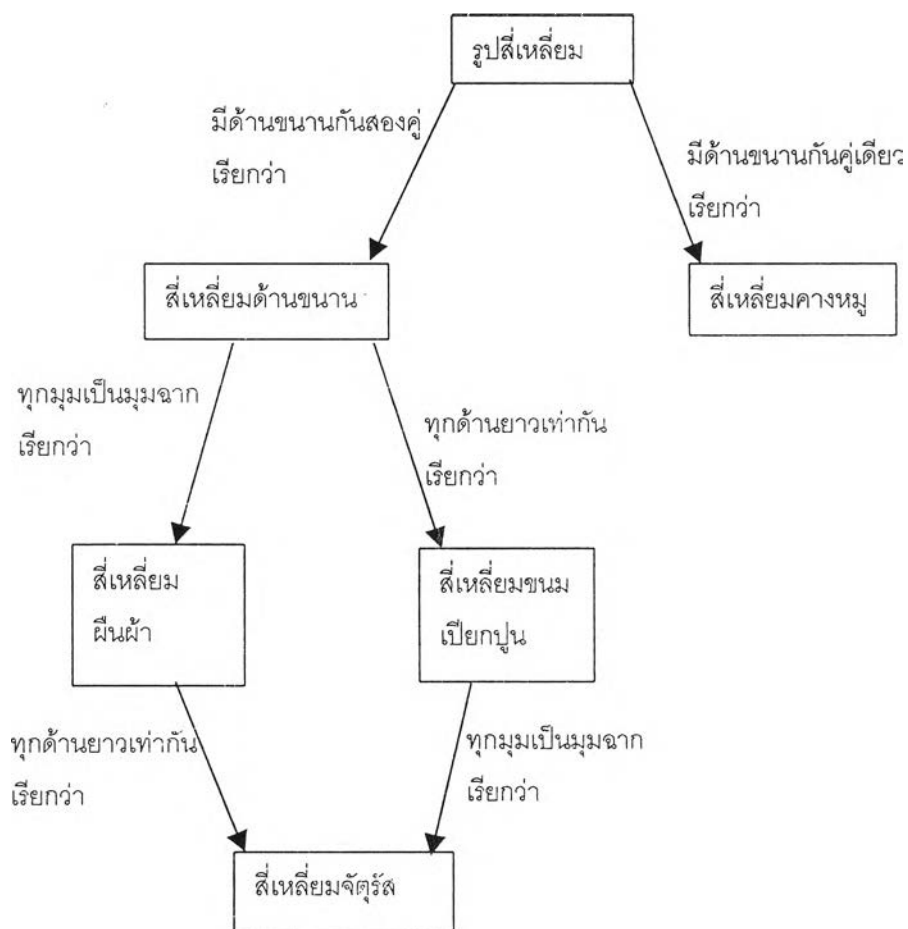
1. แผนผังมโนทัศน์แบบใยแมงมุม (A Spider Map) เป็นแผนภาพที่นำเสนอโดยการเขียนมโนทัศน์หลักสำคัญไว้ตรงกึ่งกลาง แล้วเขียนคำอธิบายหรือบอกลักษณะของมโนทัศน์รองไว้ในลักษณะของใยแมงมุม ตัวอย่างเช่น



2. แผนผังมโนทัศน์แบบลูกโซ่ (Chain Map) เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์  
 ในลักษณะเป็นขั้นตอนหรือวิธีการดำเนินการต่างๆ จากบนลงล่างในลักษณะเป็นลูกโซ่ ดังตัวอย่าง  
 ขั้นตอนของการสร้างแผนผังมโนทัศน์

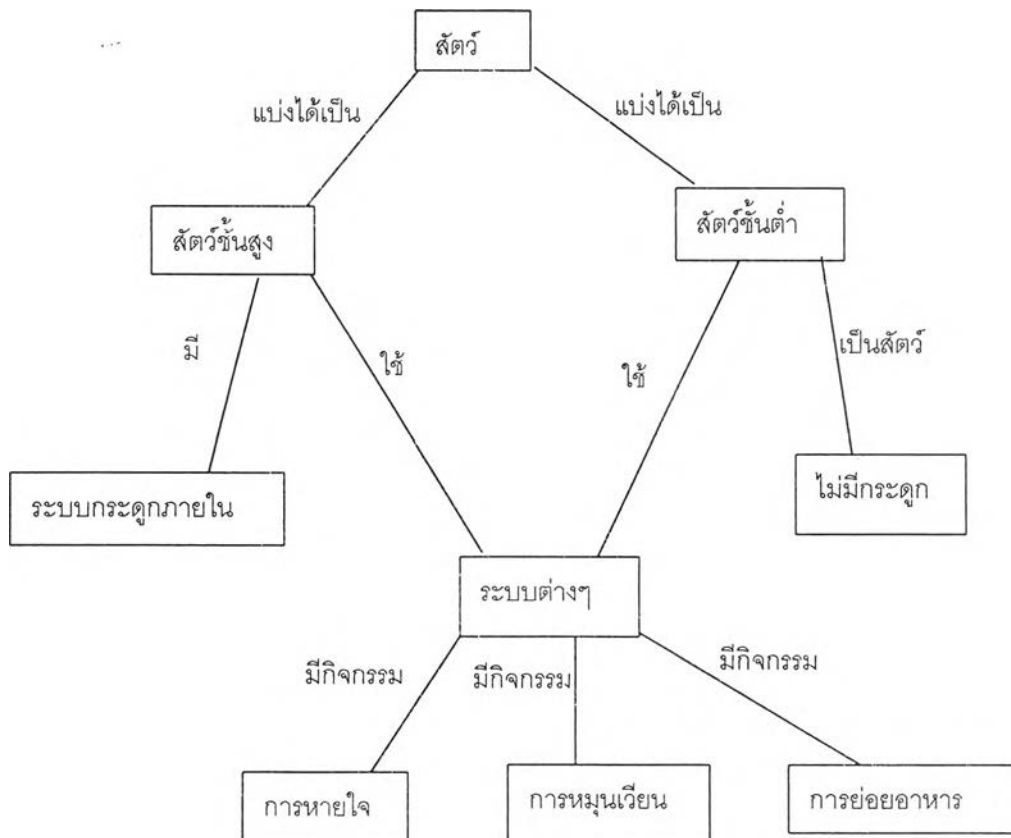


3. แผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับชั้น (Hierarchy Map) เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง หรือเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่างๆ อย่างเป็นลำดับชั้น โดยมโนทัศน์หลักอยู่ด้านบนสุด มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่างในแผนผังมโนทัศน์ ตัวอย่างเช่น

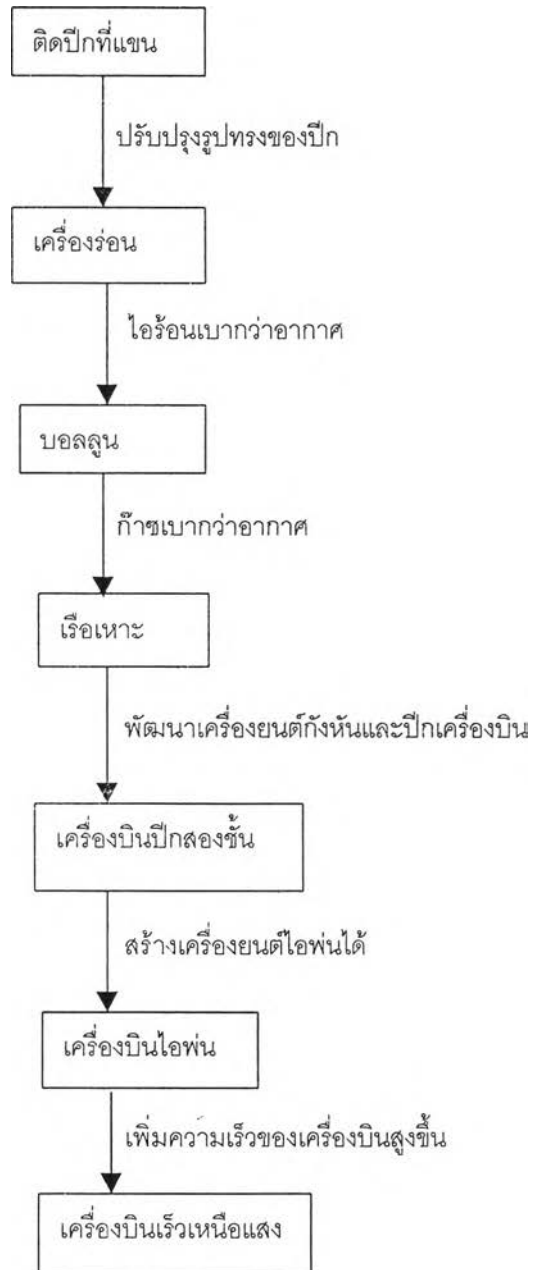


กรมวิชาการ (2542: 67-70) ได้แบ่งแผนผังมโนทัศน์หรือผังมโนมติไว้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

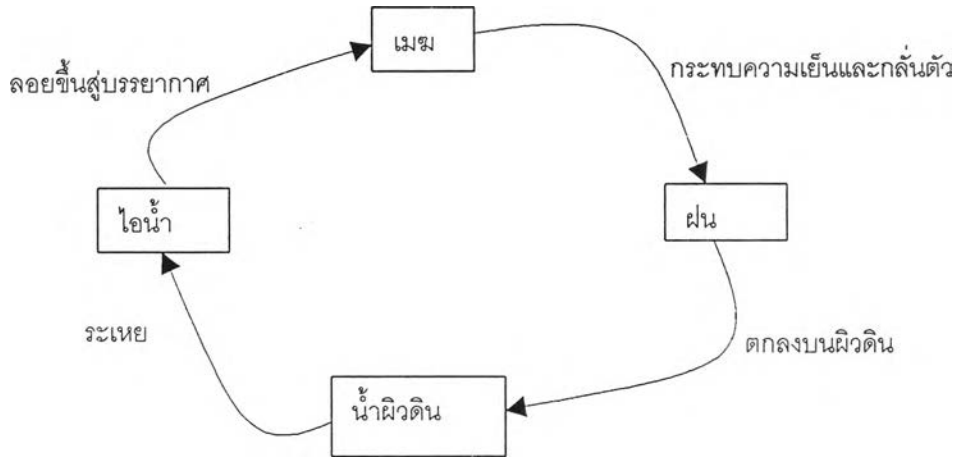
1. แบบเครือข่ายต้นไม้ (Network Tree) รูปแบบนี้เป็นลักษณะที่มีมโนมติหลักหรือมโนมติสำคัญอยู่ส่วนบน มโนมติรองอยู่ในลำดับถัดมา และมโนมติเฉพาะอยู่ในลำดับล่างต่อไป ดังตัวอย่างผังมโนมติเกี่ยวกับสัตว์ ดังนี้



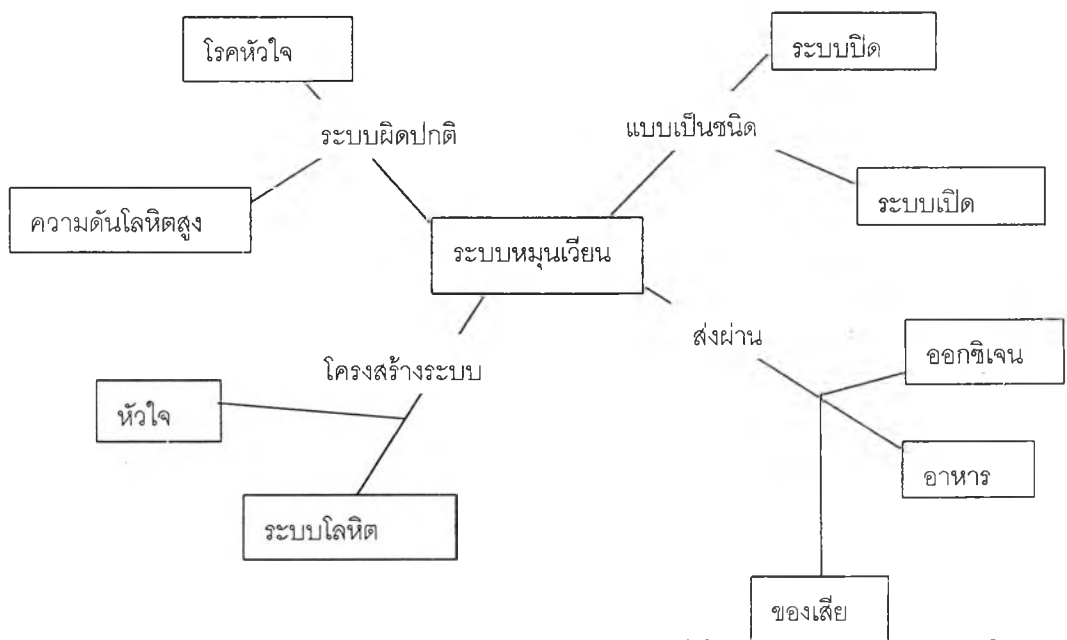
2. แบบลำดับเหตุการณ์ (Events Chain) รูปแบบนี้เหมาะสำหรับจัดเรียงลำดับมโนคติตามลำดับกาลเวลาของเหตุการณ์ นักเรียนสามารถใช้ผังมโนคติแบบนี้ในการสรุปเรื่องที่มีลำดับเหตุการณ์ หรือลำดับพัฒนาการ ตลอดจนเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ ตัวอย่างผังมโนคติเกี่ยวกับพัฒนาการของเครื่องบิน เป็นดังนี้



3. แบบวัฏจักร (Cycle Concept Map) รูปแบบนี้เหมาะสำหรับแสดงความสัมพันธ์ของมโนคติที่เป็นวัฏจักร โดยแสดงให้เห็นถึงความต่อเนื่องของมโนคติย่อยเหล่านั้น และเวียนกลับเป็นวัฏจักรดังเดิมได้ ตัวอย่างแผนผังมโนคติเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำเป็นดังนี้



4. แบบใยแมงมุม (Spider Concept Map) รูปแบบนี้เหมาะสำหรับแสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังศึกษา ทำได้โดยการเขียนมโนคติที่ต้องการศึกษาไว้ตรงกลาง แล้วลากเส้นเชื่อมโยงไปยังมโนคติสำคัญอื่นๆ พิจารณามโนคติที่สัมพันธ์เหล่านั้น มีมโนคติย่อยอะไรเพิ่มเติมได้ สามารถเพิ่มได้เรื่อยๆ ตัวอย่างผังมโนคติเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนในร่างกายเป็นดังนี้



จากลักษณะของแผนผังมโนคติดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะของแผนผังมโนคติแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะหลัก คือ แบบใยแมงมุม แบบลูกโซ่ และแบบเรียงลำดับขั้น ซึ่งแต่ละแบบก็มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ที่ต่างกัน

### 3.2 ส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์

ในที่นี้ ผู้วิจัยขอเสนอส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับชั้น (Hierarchy Map) เนื่องจากเป็นลักษณะของแผนผังมโนทัศน์ที่นิยมใช้กันมากและเป็นลักษณะที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สำหรับส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์นั้น ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงดังนี้

โนแวก (Novak, 1991: 45-46) กล่าวว่าแผนผังมโนทัศน์ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 4 ส่วนได้แก่

1. มโนทัศน์ (Concept)
2. ความสัมพันธ์ (Relationships) หรือการเชื่อมโยงระหว่างประพจน์ (Prepositional Linkages)
3. ลำดับชั้น (Hierarchy)
4. การเชื่อมโยงตามแนวขวาง (Cross-Links)

ส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วนนี้ สามารถแสดงได้ตามแผนภูมิ ดังนี้







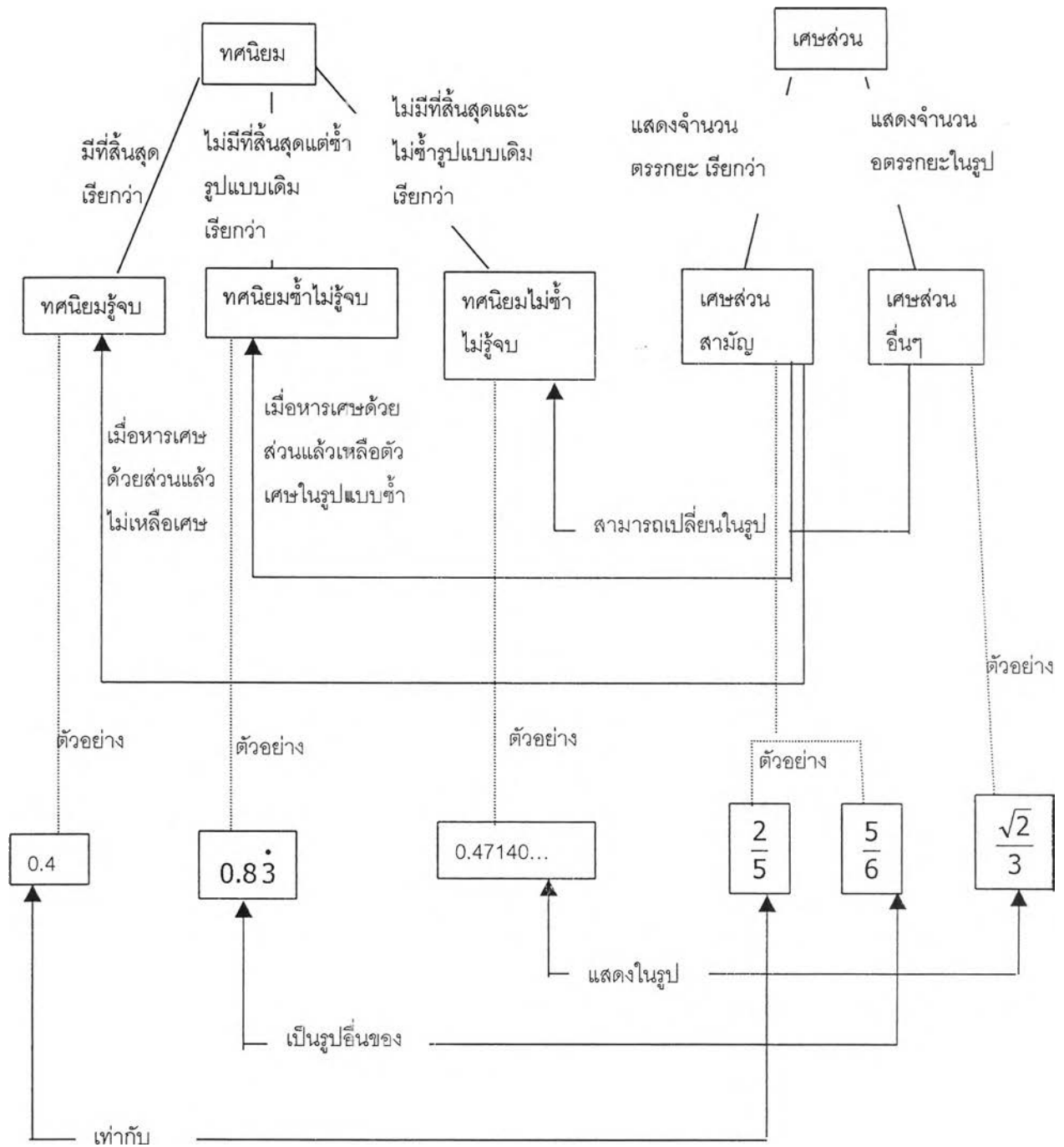
พลอทนิก (Plotnick, 1997: 2-3) กล่าวไว้ว่า แผนผังมโนทัศน์ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ ดังนี้

1. มโนทัศน์ (Concepts) เป็นสิ่งที่แสดงถึงมโนทัศน์ของเรื่องที่น่ามาสร้างแผนผังมโนทัศน์
2. เส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ (Arcs or lines) เป็นเส้นที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ โดยเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์นี้อาจจะมีทิศทางเดียว สองทิศทาง หรือไม่มีทิศทางก็ได้
3. คำเชื่อมโยง (Label) เป็นคำที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ โดยคำเชื่อมโยงนั้นจะต้องเป็นคำที่ทำให้เกิดประพจน์ที่มีความหมาย

บาร์ดูดี และ บาร์เทล (Baroody and Bartels, 2000: 605) กล่าวไว้ว่า แผนผังมโนทัศน์มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ชื่อมโนทัศน์ (Concept names) เป็นชื่อมโนทัศน์ของเรื่องที่น่ามาสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้นๆ โดยจะเขียนชื่อมโนทัศน์ไว้ในกรอบโดยกรอบอาจเป็นวงกลม วงรี หรือสี่เหลี่ยมก็ได้ เช่น สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือชื่ออื่นๆ ที่แสดงออกถึงมโนทัศน์
2. เส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Linking lines) เป็นเส้นที่ลากเชื่อมกันระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันโดยอาจจะมีหรือไม่มีหัวลูกศรก็ได้
3. คำหรือวลีที่แสดงถึงความสัมพันธ์ (Linking phrases) เป็นคำ วลี หรือประโยคที่เขียนไปตามเส้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ใดๆ

จากลักษณะและส่วนประกอบของแผนผังมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้น เห็นได้ว่าส่วนประกอบที่สำคัญของแผนผังมโนทัศน์คือ มโนทัศน์ (Concepts) คำเชื่อม (Linking words) และเส้นเชื่อมโยง (Linking lines) นอกจากนั้น หากสามารถเพิ่มเติมการเชื่อมโยงข้ามสาย (Cross links) ได้ ก็เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในแต่ละสายของมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง หรือมโนทัศน์เฉพาะ และแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ของผู้สร้างแผนผังมโนทัศน์อีกด้วย ดังเช่นตัวอย่างของแผนภูมิที่ 2 ต่อไปนี้เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันระหว่างเศษส่วนและทศนิยม



แผนภูมิที่ 2 แผนผังมโนทัศน์เรื่องเศษส่วนและทศนิยม (บาร์ดูดี และ บาร์เทล (Baroody and Bartels, 2000: 606 ))

จากแผนผังมโนทัศน์ข้างต้นนี้ เป็นการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของเศษส่วนและทศนิยม นอกจากนั้นยังเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม ซึ่งแผนผังมโนทัศน์นี้เป็นแผนผังที่มีการเชื่อมโยงข้ามสายให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองเรื่อง เช่น ในตัวอย่างของมโนทัศน์

เศษส่วนและทศนิยม มีการแสดงให้เห็นถึงการเขียนในทั้งรูปของเศษส่วนและทศนิยมแต่มีค่าที่เท่ากัน เป็นการสรุปให้นักเรียนเห็นได้อย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ของสองเรื่องนี้

#### 4. การสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับขั้น

ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้น ได้มีผู้เสนอแนวทางในการสร้างไว้ดังนี้

โนแวก (Novak, 1998: 3-4) กล่าวถึงการสร้างแผนผังมโนทัศน์ว่ามีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. ให้คำจำกัดความและทำความเข้าใจมโนทัศน์ที่จะนำมาสร้างแผนผังมโนทัศน์ซึ่งได้มาจากบทเรียนหรือเรื่องที่ต้องการสร้างแผนผังมโนทัศน์
2. นำมโนทัศน์ที่เลือกไว้มาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดจนถึงมโนทัศน์ที่มีความหมายแคบหรือมีความเฉพาะเจาะจงที่สุด
3. วางมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดหรือมโนทัศน์หลักไว้ด้านบนของแผนผังและวางมโนทัศน์ที่มีความหมายรองลงมาไว้ด้านล่างในแผนผังมโนทัศน์
4. เชื่อมโยงมโนทัศน์สองมโนทัศน์ด้วยเส้นเชื่อมโยงและเติมคำเชื่อมเพื่อบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์
5. ตรวจสอบแผนผังมโนทัศน์โดยตรวจสอบว่าได้จัดมโนทัศน์ที่อยู่กลุ่มเดียวกันไว้ใกล้ๆ กันหรือไม่ และตรวจสอบคำเชื่อมและเส้นเชื่อมโยงว่ามีความเหมาะสมหรือไม่
6. ปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์โดยอาจเพิ่มหรือลบมโนทัศน์บางอันออกไปเพื่อความเหมาะสมและสมบูรณ์ของแผนผังมโนทัศน์ โดยการปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์อาจจะต้องทำหลายครั้งเพื่อให้ได้แผนผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ที่สุด

ดิลเจอร์ (Dilger, 2002: 3-4) ได้เสนอแนวทางในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ตามขั้นตอนดังนี้

1. ให้คำจำกัดความและทำความเข้าใจมโนทัศน์ที่จะทำการสร้างแผนผังมโนทัศน์
2. ตัดสินว่ามโนทัศน์ใดเป็นมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์เฉพาะ พร้อมทั้งหาวิธีการจัดกลุ่มมโนทัศน์และเรียงลำดับจากมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง จนถึงมโนทัศน์เฉพาะ
3. คิดคำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ให้เกิดประพจน์ที่มีความหมายโดยคำเชื่อมโยงนั้นไม่ควรเป็นคำมโนทัศน์โดยตัวของมันเอง

4. เริ่มต้นสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยเริ่มจากการแตกกิ่งของมโนทัศน์รองออกจากมโนทัศน์หลักสักหนึ่งหรือสองมโนทัศน์ก่อน จากนั้นทำการเพิ่มมโนทัศน์อื่นๆ จนหมดมโนทัศน์ที่ทำการคัดเลือกไว้ และลากเส้นเชื่อมโยงและเขียนคำเชื่อมระหว่างมโนทัศน์

5. พยายามหาที่เชื่อมโยงข้ามสายระหว่างมโนทัศน์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่อยู่คนละสายของแผนผังมโนทัศน์

กรมวิชาการ (2542: 65-66) ได้เสนอไว้ว่า การสร้างแผนผังมโนทัศน์หรือผังมโนมติดีสามารถทำได้ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

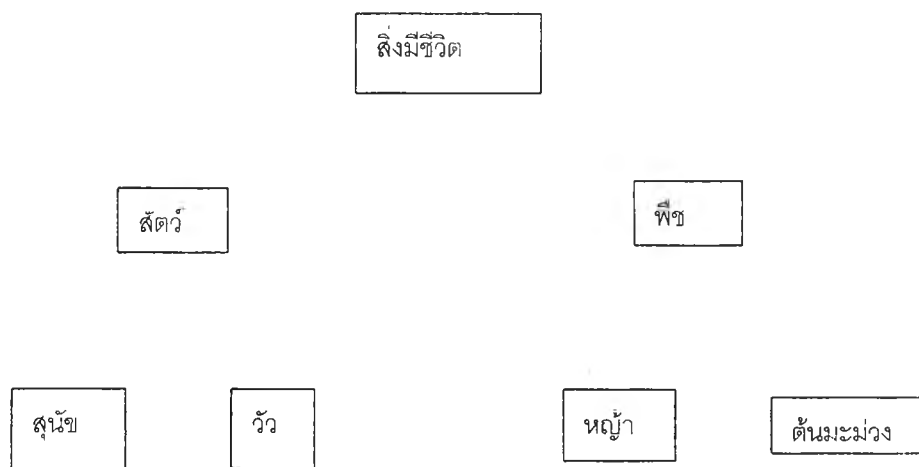
1. เขียนคำหรือมโนมติดั้งเดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาลงในกระดาษ ถ้าเราศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างมโนมติดั้งเดิมของเรื่องนี้ เช่น สัตว์ สุนัข พืช หญ้า หรือวัว

2. เขียนคำหรือมโนมติดลงในแผ่นบัตร ขนาด 3 x 5 นิ้วเพื่อสะดวกในการจัดเรียงและเคลื่อนย้ายตำแหน่งได้ง่าย

3. นำแผ่นบัตรมโนมติดมาจัดแยกเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับอีกกลุ่มหนึ่งเป็นมโนมิตที่ไม่เข้าใจหรือไม่สัมพันธ์กับกลุ่มแรก

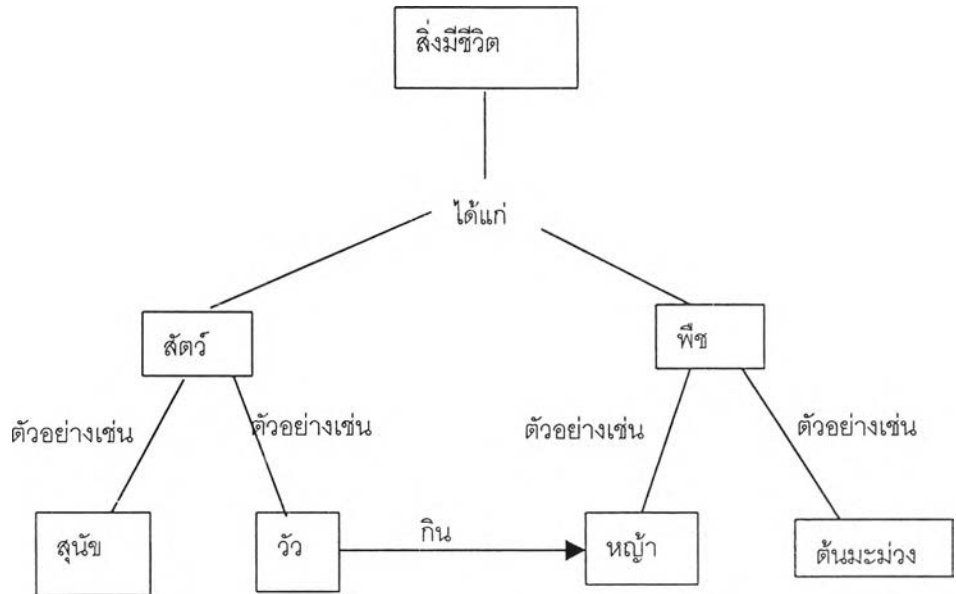
4. จัดเรียงแผ่นบัตรมโนมติดที่มีความสัมพันธ์กันให้อยู่ใกล้กัน มโนมิตที่กว้างและครอบคลุมให้อยู่บน มโนมิตรองให้อยู่ในลำดับต่ำลงมา จนกระทั่งถึงมโนมิตเฉพาะให้อยู่ด้านล่าง

5. นำแผ่นบัตรมโนมติดลงในกระดาษในตำแหน่งที่พอใจ โดยเว้นช่องว่างไว้สำหรับลากเส้นเชื่อม แผ่นบัตรมโนมติดของเรื่องสิ่งมีชีวิตอาจจัดเรียงได้ ดังภาพ



6. ลากเส้นเชื่อมระหว่างคำหรือมโนมิตที่คิดว่าจะมีความสัมพันธ์กัน

7. เขียนคำเชื่อมที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนมิตเหล่านั้น ดังภาพ



8. จากข้อ 3 ที่มีการแยกแผ่นบัตรที่ไม่เข้าใจ หรือไม่มีความสัมพันธ์ออกไปให้น่า แผ่นบัตรหรือมโนคติเหล่านั้นมาพิจารณา วางลงในผังมโนคติที่สร้างขึ้นในตำแหน่งที่เหมาะสม ตลอดจนพิจารณาคำเชื่อมและเส้นเชื่อมที่เหมาะสมด้วย

9. ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขผังมโนคติที่สร้างเสร็จให้ถูกต้องตามเนื้อหาหรือเรื่องที่ศึกษา

ขั้นตอนทั้ง 9 นั้นเป็นขั้นตอนพื้นฐานสำหรับผู้เริ่มต้นฝึกสร้าง แต่ถ้ามีความชำนาญมากขึ้นสามารถลดขั้นตอนบางขั้นตอนลงได้ เช่น ไม่ต้องเขียนลงในแผ่นบัตรก่อน โดยเขียนลงในกระดาษได้เลย การเขียนผังมโนคติให้เริ่มจากผังง่ายๆ ก่อน การเพิ่มเติมมโนคติต่อๆ มาจะทำให้ผังมีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งต้องใช้เวลามากขึ้นด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการสร้างแผนผังมโนทัศน์สามารถทำได้ดังนี้

1. เลือกมโนทัศน์จากเรื่องที่จะนำมาสร้างเป็นแผนผัง และทำความเข้าใจมโนทัศน์นั้นๆ
2. เรียงลำดับมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง และจับกลุ่มของมโนทัศน์ในระดับเดียวกันให้อยู่ด้วยกัน
3. สร้างแผนผังมโนทัศน์โดยมโนทัศน์หลักไว้บนสุดของแผนผังมโนทัศน์ และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงไว้ล่างสุดของแผนผัง
4. เติมเส้นเชื่อมโยง คำเชื่อม และพยายามทำการเชื่อมโยงข้ามสาย โดยให้ค่านิ่งว่าคำเชื่อมต้องทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่มีความหมายและสมเหตุสมผล
5. ตรวจสอบและปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์ให้เหมาะสม

## 5. การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์

โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin, 1984: 29-34) ได้เสนอแนวทางการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยได้เสนอแนวทางไว้สำหรับนักเรียน 3 กลุ่ม คือ

1. การสอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนเกรด 1-3
2. การสอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนเกรด 3-7
3. การสอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนเกรด 7- ระดับวิทยาลัย

ในที่นี้จะกล่าวถึงแนวการสอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนเกรด 7- ระดับวิทยาลัย เนื่องจากเมื่อเทียบกับประเทศไทยเป็นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับวิทยาลัย ซึ่งเป็นระดับที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา

### ก. กิจกรรมการเตรียมตัวในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

1. ครูให้ชุดของคำที่นักเรียนคุ้นเคยมา 2 ชุด โดยเขียนคำบนกระดาษดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศรีระ คำชุดหนึ่งเป็นวัตถุ เช่น รถยนต์ สุนัข แก้ว ไม้ เมฆ หนังสือ เป็นต้น คำอีกชุดหนึ่งเป็นเหตุการณ์ เช่น ฝนตก การเล่น การซักผ้า การคิด เสียงฟ้าร้อง งานวันเกิด เป็นต้น แล้วให้นักเรียนบอกความแตกต่างของคำทั้ง 2 ชุด เพื่อช่วยให้นักเรียนบอกได้ว่าคำชุดแรกเป็นสิ่งที่อยู่ ส่วนชุดหลังเป็นเหตุการณ์

2. ให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่คิดเมื่อได้ยินคำต่างๆ เช่น รถยนต์ สุนัข ฯลฯ และครูอธิบายให้เห็นว่าแม้เราจะใช้คำเดียวกัน แต่ทุกคนก็ยังคิดถึงสิ่งที่มีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ภาพที่เกิดขึ้นในสมองสำหรับคำเหล่านี้ คือ มโนทัศน์ แล้วอธิบายความหมายของมโนทัศน์

3. ทำกิจกรรมเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ใช้ชุดของคำที่เป็นเหตุการณ์ และชี้ให้เห็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นในสมอง และครูเพิ่มเติมว่าการที่คนเราเข้าใจไม่ตรงกัน เป็นเพราะว่าแต่ละคนมีมโนทัศน์ไม่เหมือนกัน แม้ว่าจะเป็นมโนทัศน์ในสิ่งเดียวกัน คำเป็นสิ่งที่บอกมโนทัศน์แต่คนเราได้รับความหมายของคำของแต่ละคำแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดมโนทัศน์แตกต่างกัน

4. ครูเขียนคำเหล่านี้บนกระดาษ เช่น ที่ คือ กับ แล้ว อาจเป็น และถามนักเรียนว่าเกิดภาพอะไรขึ้นในใจเมื่อได้ยินคำเหล่านี้ คำเหล่านี้ไม่ใช่คำที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ เราเรียกว่า คำเชื่อม (linking words) จะใช้เชื่อมระหว่างมโนทัศน์เพื่อสร้างประโยคที่มีความหมาย

5. ครูอธิบายว่าคำที่เป็นชื่อเฉพาะ ชื่อคน ชื่อสถานที่ ที่เรียกว่า วิสามานยนาม เป็นคำที่ไม่ทำให้เกิดมโนทัศน์ แต่เป็นเพียงชื่อเฉพาะของคน เหตุการณ์ สถานที่ หรือวัตถุ ครูยกตัวอย่างเพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างคำสามัญที่แสดงเหตุการณ์หรือวัตถุ กับคำวิสามานยนามซึ่งเป็นคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน

6. คุรยักตัวอย่างมโนทัศน์ 2 มโนทัศน์และคำเชื่อมแล้วสร้างเป็นประโยคสั้นๆ บนกระดาษ เพื่อให้เห็นการเชื่อมกันระหว่างมโนทัศน์ และคำเชื่อมเพื่อให้เกิดความหมาย เช่น สุนัขกำลังวิ่ง ท้องฟ้ามีเมฆ

7. ให้นักเรียนสร้างประโยคสั้นๆ ของนักเรียนเอง แล้วให้บอกว่าคำใดเป็นมโนทัศน์และคำใดเป็นคำเชื่อม

8. ถ้ามีนักเรียนที่ต่างภาษาอยู่ในชั้น ก็ให้นักเรียนคนนั้นบอกคำที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นเป็นภาษาของเขา แล้วบอกให้นักเรียนในชั้นทราบว่า ภาษาไม่ใช่สิ่งที่จะใช้บอกมโนทัศน์ แต่เป็นเครื่องช่วยในการเรียนมโนทัศน์

9. ให้คำใหม่ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย เช่น ร้ายกาจ (dire) รวบรัด (terse) หรือ ดาวสุนัข (canis) ซึ่งมีความหมายเฉพาะเจาะจง ครูอธิบายให้นักเรียนเห็นว่าความหมายของมโนทัศน์ไม่แน่นอน อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเรียนมากขึ้น

10. เลือกตำราเรียนบางหน้าแล้วพิมพ์แจกนักเรียน แล้วให้นักเรียนอ่านข้อความนั้นและบอกมโนทัศน์ที่สำคัญ ซึ่งมักจะพบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกัน 10-20 มโนทัศน์ใน 1 หน้า และให้นักเรียนเลือกคำที่ใช้เชื่อมมโนทัศน์ และคำที่เป็นมโนทัศน์ที่สำคัญจากเรื่องนั้น

#### ข. กิจกรรมการสร้างแผนผังมโนทัศน์

1. เลือกข้อความจากตำราเรียน หรือสิ่งพิมพ์อื่นๆ 1-2 ย่อหน้า ให้นักเรียนอ่านแล้วเลือกมโนทัศน์ที่สำคัญ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายของตำราที่อ่าน แล้วนำมโนทัศน์นี้เขียนบนกระดาษ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่ามโนทัศน์ใดสำคัญที่สุด มโนทัศน์ใดมีความหมายมากที่สุด

2. เขียนมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดหรือเป็นมโนทัศน์หลักไว้ด้านบน แล้วเรียงลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์หลักไปสู่มโนทัศน์รอง ซึ่งนักเรียนอาจจะเรียงลำดับไม่ตรงกัน ทำให้เห็นว่าความหมายจากตำราอาจจะมองได้หลายแบบ

3. ให้นักเรียนเริ่มสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยใช้ชุดของคำที่เรียงลำดับไว้ก่อน และเลือกคำเชื่อมที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ วิธีที่จะช่วยฝึกนักเรียนให้สร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ คือ เขียนคำเชื่อม และมโนทัศน์ลงในกระดาษแผ่นสี่เหลี่ยมแล้วนำมาทดลองจัดแผนผังมโนทัศน์ จนได้แผนผังมโนทัศน์ที่เหมาะสม

4. สังเกตว่ามโนทัศน์ใดในแผนผังมโนทัศน์สามารถเชื่อมโยงกันได้ระหว่างสายของมโนทัศน์แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำเชื่อม

5. แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างในครั้งแรก อาจจะวางมโนทัศน์ไว้ไม่เหมาะสมก็ควรจะสร้างใหม่ และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าบางครั้งเราต้องสร้างแผนผังมโนทัศน์ใหม่ 2-3 ครั้ง จึงจะได้แผนผังมโนทัศน์ที่ดี



6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แล้วให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งชี้ให้เห็นจุดที่ควรเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุง

7. ให้นักเรียนเลือกบางส่วนของตำราเรียนหรือหนังสืออื่น แล้วดำเนินการตามขั้นตอน 1-6 ด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม 2-3 คน

8. เสนอแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยเขียนบนกระดานหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ แล้วให้นักเรียนที่เป็นผู้สร้างเป็นผู้อ่านแผนผังมโนทัศน์และอธิบายให้เพื่อนในชั้นฟังจะทำให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น

9. ให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สนใจ เช่น งานอดิเรก กีฬา ฯลฯ ซึ่งอาจจะติดไว้ที่ฝาผนังห้อง แล้วให้มีการวิจารณ์ระหว่างผู้ที่สนใจ

10. รวบรวมคำถามจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์แล้วใส่ไว้ในการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าแผนผังมโนทัศน์เป็นกระบวนการประเมินผลที่สามารถแสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาวิชาต่างๆ ได้

มาโลน และ เดคเคอร์ (Malone and Dekkers, 1984: 225-226) ได้เสนอวิธีการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้คือ

1. เลือกหัวข้อที่จะนำมาสร้างแผนผังมโนทัศน์ เช่น เรื่องลำดับและอนุกรม (sequences and series) การแปลงทางเรขาคณิต (transformation geometry) เป็นต้น

2. นักเรียนต้องเข้าใจในมโนทัศน์ในเรื่องที่จะนำมาสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยอาจใช้การสอนของครู หรือใช้การระดมสมองของนักเรียนก็ได้ หรือโดยการอ่านจากหนังสือของนักเรียน จากนั้นก็เลือกมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อที่จะสร้างแผนผังมโนทัศน์

3. จัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์หลักหรือมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุด จนถึงมโนทัศน์รองหรือมีความหมายแคบลง อาจให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหรือช่วยกันทำทั้งห้องก็ได้

4. ทำการสร้างแผนผังมโนทัศน์ โดยมีการเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม เช่น กระดาษ ดินสอ ยางลบ และเมื่อสร้างเสร็จแล้วจัดให้มีการอภิปรายการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนในชั้น โดยอาจนำเสนอบนเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะก็ได้

เคอบา (Kouba, 1994: 354) ได้เสนอวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้ คือ

1. ครูชี้แจงลักษณะและการสร้างแผนผังมโนทัศน์และยกตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์ให้นักเรียนเห็นของจริง
2. ครูสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ที่จะนำมาสร้าง จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายถึงมโนทัศน์นั้นและยกตัวอย่างมาประกอบมโนทัศน์นั้นให้ได้
3. ให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ ในขั้นแรกครูอาจคัดเลือกมโนทัศน์ให้และร่วมกันสร้างแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียน
4. ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยให้สร้างแผนผังมโนทัศน์จากเรื่องที่ครูหรือนักเรียนเลือกขึ้นมาแล้วให้นักเรียนหามโนทัศน์เองและสร้างเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

บาร์ดี และ บาร์เทล (Baroody and Bartels, 2000: 608-609) ได้เสนอแนะวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. ชี้แจงและแนะนำให้นักเรียนรู้จักแผนผังมโนทัศน์ โดยครูสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นตัวอย่าง จากนั้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจชื่อมโนทัศน์ต่างๆ ที่จะนำมาสร้างเป็นแผนผังมโนทัศน์ และร่วมกันสร้างแผนผังมโนทัศน์ทั้งห้อง เป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการสร้างก่อน
2. ให้งานในการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์แก่นักเรียน โดยเริ่มจากงานที่ง่ายที่สุดก่อน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าจะไม่ยากเกินความสามารถของพวกเขา เช่น การสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) ต่อด้วยการสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเพิ่มมโนทัศน์ (Add-on task) จากนั้น จึงให้ฝึกการสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายปิด (Close-ended list task) และต่อด้วยการสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task)
3. เริ่มต้นด้วยแผนผังมโนทัศน์ที่ไม่ซับซ้อน มีมโนทัศน์ไม่มากให้นักเรียนเริ่มต้นโดยการวางมโนทัศน์หลักๆ เพียง 3-4 มโนทัศน์แล้วจึงค่อยๆ เพิ่มมโนทัศน์ที่มีความสำคัญรองลงมา และตัวอย่างที่เฉพาะเจาะจงทีหลัง
4. เริ่มต้นด้วยการสร้างแผนผังมโนทัศน์ในหัวข้อเดียวก่อน จากนั้นจึงนำไปเชื่อม (cross link) กับแผนผังมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันในหัวข้ออื่นๆ ต่อไป
5. ให้มีการทำงานร่วมกัน อาจจะร่วมกันทั้งชั้นในการประเมินความถูกต้องหรือปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนยังคงต้องการความช่วยเหลือในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ เช่น ทำอย่างไรหรือใช้คำเชื่อมแบบไหนจึงจะสามารถ

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นี้ให้มีความเฉพาะเจาะจงได้ โดยใช้การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในห้องเป็นเครื่องมือ

6. ให้มีการแบ่งกลุ่มกันทำงานเป็นทีมเล็กๆ และให้ครูหมั่นตรวจสอบและให้ผลย้อนกลับบ่อยๆ รวมถึงย้ำถึงวิธีการสร้างว่าจะต้องเอามโนทัศน์ที่กว้างที่สุดไว้บนสุดของแผนผังมโนทัศน์เรื่อยมาจนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงที่สุด

7. ให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์คร่าวๆ เสียก่อน แล้วให้มีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเองก่อน จากนั้นจึงเขียนแผนผังมโนทัศน์ที่ได้รับการตรวจสอบจากตนเองแล้ว และส่งให้ครูตรวจต่อไป ขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์งานของตน และตระหนักว่าการปรับปรุงงานเป็นธรรมดาของงานที่ซับซ้อนหรือต้องการงานที่มีคุณภาพ

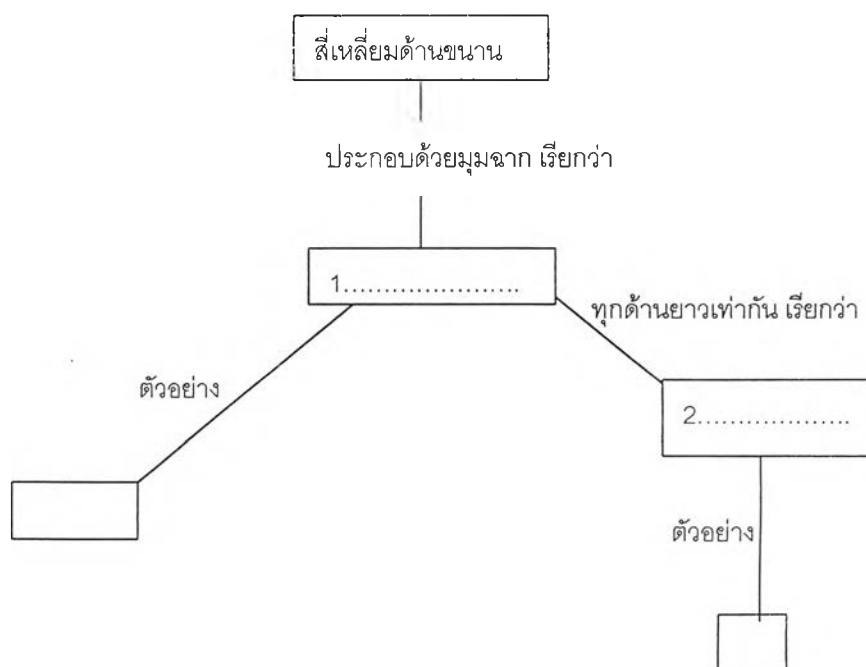
8. พยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำเชื่อมที่แสดงความเฉพาะเจาะจง ไม่ใช่แค่เชื่อมว่ามีมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น แต่ต้องให้ได้ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

ตัวอย่างของงาน (task) แบบต่างๆ ที่ให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์

1. แผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์ โดยมีการกำหนดมโนทัศน์มาให้ และมีการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น คำสั่ง จงเติมมโนทัศน์ลงในแผนผังมโนทัศน์ที่ 1 ต่อไปนี้ ให้ได้แผนผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์

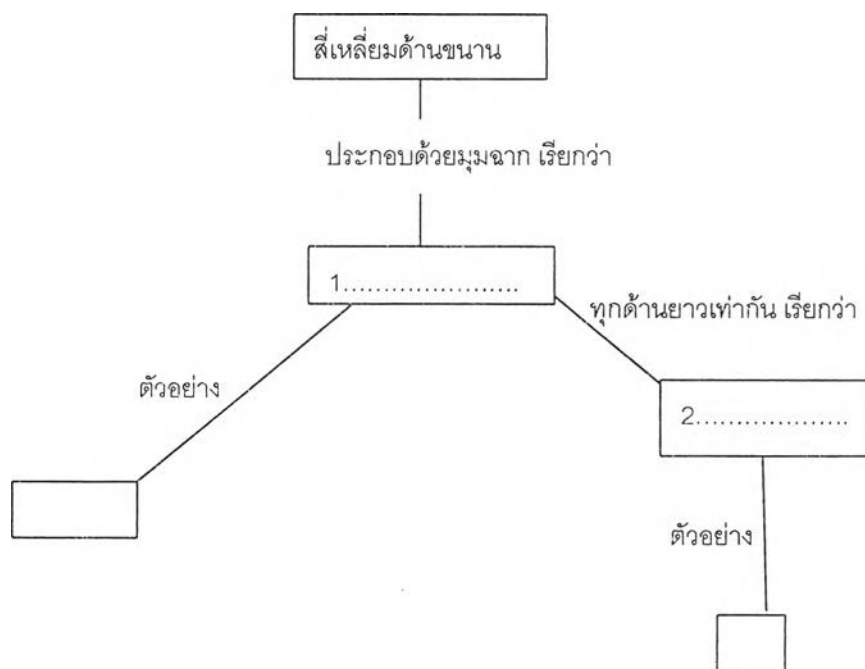
A. สีเหลืองผืนผ้า

B. สีเหลืองจัตุรัส



2. แผนผังมโนทัศน์แบบเพิ่มมโนทัศน์ (Add-on task) เป็นการ จัดแผนผังมโนทัศน์โดยมีการกำหนดแผนผังมโนทัศน์มาให้ และกำหนดมโนทัศน์ที่สามารถเพิ่มลง ในแผนผังมโนทัศน์ได้ แล้วให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้เพิ่มลงไปบนแผนผังมโนทัศน์ให้ สมบูรณ์ พร้อมทั้งเขียนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เพิ่มเข้าไปในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ ดังตัวอย่าง

คำสั่ง จากแผนผังมโนทัศน์ที่ 1 ข้างต้น จงแสดงว่า “สี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า” สามารถเติมลงใน แผนผังมโนทัศน์ได้อย่างไร



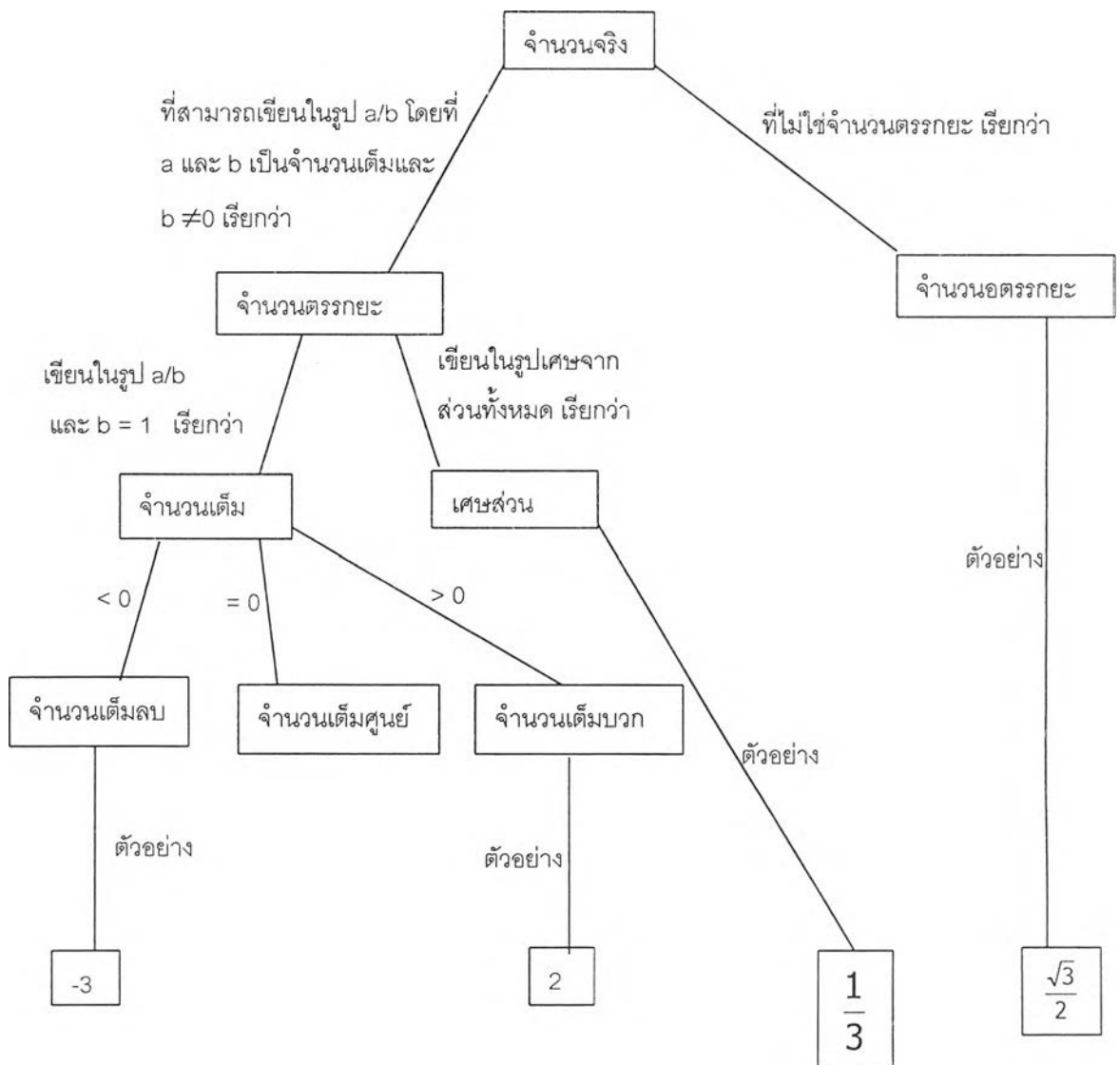
3. แผนผังมโนทัศน์แบบปลายปิด (Close-ended list task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์โดยกำหนดมโนทัศน์ให้ ให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์โดยใช้มโนทัศน์ทั้งหมดที่ให้มา และเขียนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ซึ่งทำให้การจัดแผนผังมโนทัศน์สมบูรณ์ ดังตัวอย่าง

คำสั่ง จงสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับชั้น โดยใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

จำนวนเต็ม    จำนวนตรรกยะ    จำนวนอตรรกยะ    จำนวนเต็มลบ

จำนวนเต็มบวก    จำนวนจริง    จำนวนเต็มศูนย์    เศษส่วน  $\frac{1}{3}, 2, -3, \frac{\sqrt{3}}{2}$

ข้อเสนอแนะ ให้ใช้มโนทัศน์หลักที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุดของแผนผังมโนทัศน์ จากนั้นนำมโนทัศน์รองที่มีความหมายแคบลงมาวางไว้ใต้มโนทัศน์แรก ทำเช่นนี้จนใช้มโนทัศน์ที่ให้มาจนหมด และในการแสดงความสัมพันธ์ของแผนผังมโนทัศน์ ให้ลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ



4. แผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task)

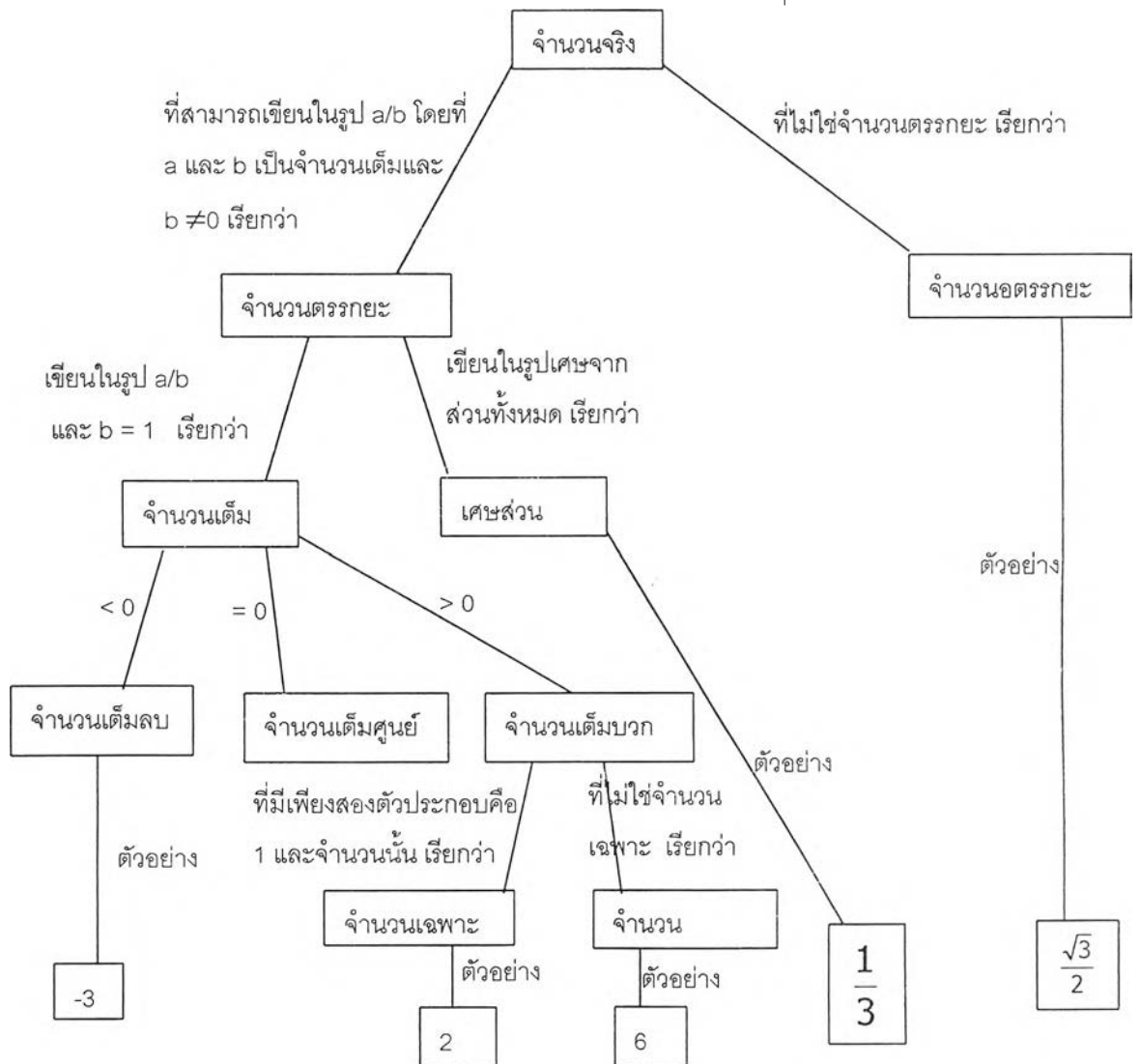
เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์โดยกำหนดมโนทัศน์นี้ให้ ให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์โดยใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้ และสามารถเพิ่มมโนทัศน์และเขียนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ซึ่งทำให้แผนผังมโนทัศน์นั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คำสั่ง จงสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับชั้น โดยใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

จำนวนเต็ม      จำนวนตรรกยะ      จำนวนอตรรกยะ      จำนวนเต็มลบ

จำนวนเต็มบวก      จำนวนจริง      จำนวนเต็มศูนย์      เศษส่วน  $\frac{1}{3}, 2, -3, \frac{\sqrt{3}}{2}$

ข้อเสนอแนะ ให้ใช้มโนทัศน์หลักที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุดของแผนผังมโนทัศน์ จากนั้นนำมโนทัศน์รองที่มีความหมายแคบลงมาวางไว้ใต้มโนทัศน์แรก ทำเช่นนี้จนใช้มโนทัศน์ที่ให้มาจนหมด จากนั้น ให้ตรวจสอบมโนทัศน์อีกครั้งว่ายังขาดมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องนี้อีกหรือไม่ และนักเรียนสามารถเพิ่มมโนทัศน์ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันลงในแผนผังมโนทัศน์ได้ด้วย และในการแสดงความสัมพันธ์ของแผนผังมโนทัศน์ให้ลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ



จากที่กล่าวมาข้างต้นถึงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้น พบว่าต้องเริ่มต้นจากการที่ให้นักเรียนเข้าใจและรู้จักมโนทัศน์ก่อน จากนั้นจึงเรียงลำดับมโนทัศน์ตามลำดับชั้น โดยเริ่มจากมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างที่สุดหรือมโนทัศน์หลักไว้บนสุดของแผนผัง จนถึงมโนทัศน์ที่มีความหมายแคบหรือเฉพาะเจาะจงสุดไว้ด้านล่างในแผนผัง จากนั้น จึงหาคำเชื่อมและพยายามเชื่อมข้ามสาย โดยในการเรียนนั้นครูต้องเป็นผู้คอยส่งเสริมให้กำลังใจนักเรียนในการสร้าง และเริ่มจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของสิ่งที้ง่ายๆ ก่อน รวมถึงการให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อช่วยกันสร้างแผนผังมโนทัศน์ก่อนที่จะดำเนินการสร้างเองในกลุ่ม

## 6. เกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์

ในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์นั้นโนวาค และโกวิน (Novak and Gowin, 97-108) สร้างมาจากพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของออซุเบล 3 ประการ ดังนี้ คือ

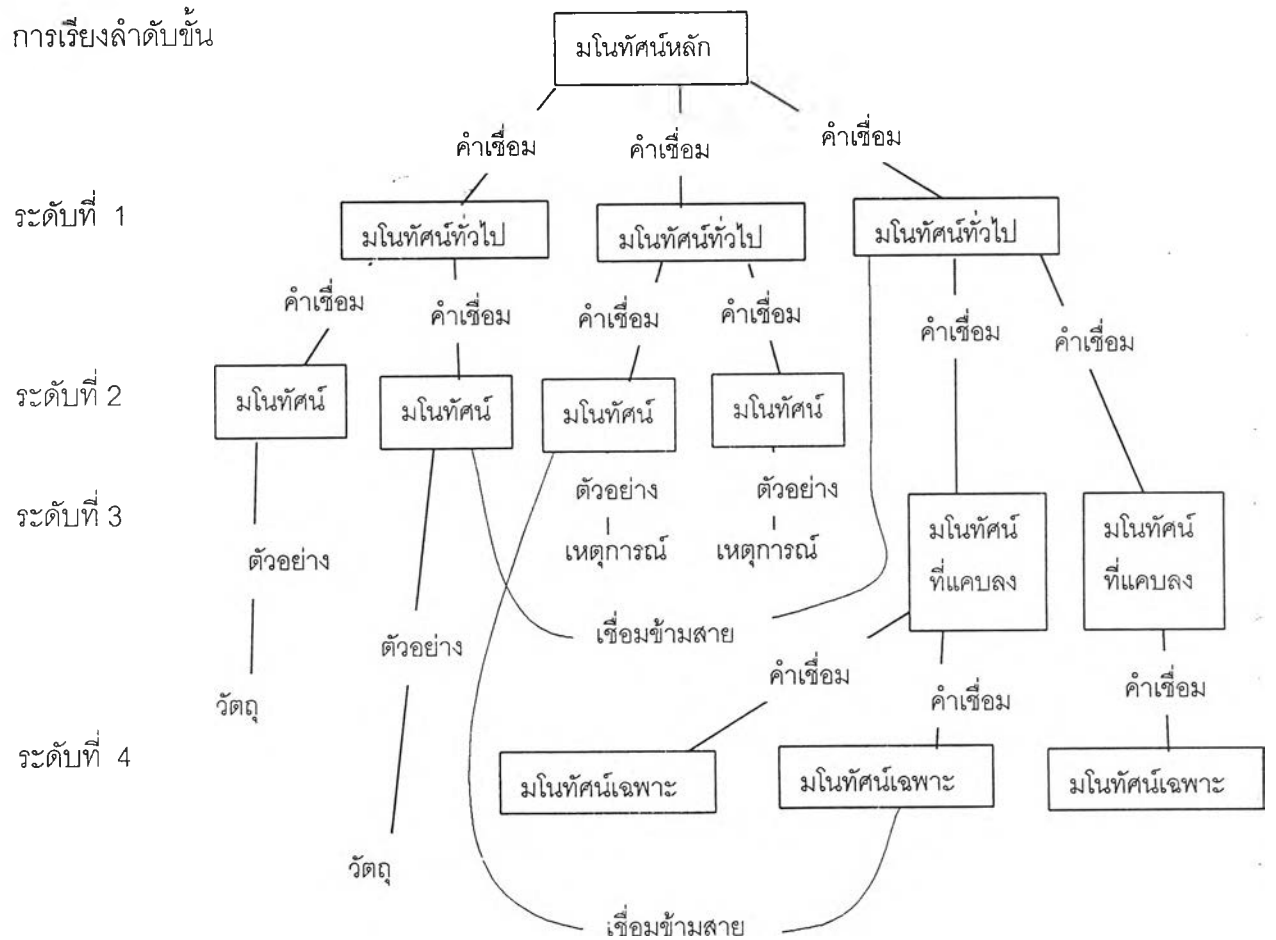
1. โครงสร้างทางความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) เป็นความรู้ที่จัดเก็บไว้ในสมองอย่างเป็นระบบระเบียบด้วยการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ย่อยในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้ว (Subsumed Concept) กับมโนทัศน์ที่มีความครอบคลุมมากกว่า (More Inclusive Concept) ดังนั้น โครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลจึงแตกต่างกันตามประสบการณ์และความสามารถในการจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสมอง
2. การจำแนกความแตกต่างแบบก้าวหน้า (Progressive Differentiation) มีหลักการว่า การเรียนที่มีความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน โดยมโนทัศน์ใหม่จะมีความหมายมากขึ้นเมื่อได้รับการเชื่อมโยงให้มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนไปแล้ว ดังนั้น การเรียนรู้อย่างมีความหมายต้องมีการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่จึงทำให้มีการจัดโครงสร้างทางความรู้อยู่เสมอ มีการปรับปรุง ทำให้ชัดเจนและครอบคลุมมากขึ้น และแผนผังมโนทัศน์ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่แสดงให้เห็นทั้งครูและนักเรียนทราบว่าได้เกิดการจัดโครงสร้างทางความรู้ขึ้นใหม่แล้วจริง
3. การประนีประนอมเชิงบูรณาการ (Integrative Reconciliation) มีหลักการว่า การเรียนที่มีความหมายจะเกิดผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนรับรู้ความสัมพันธ์ใหม่ระหว่างชุดของมโนทัศน์หรือประพจน์ที่เกี่ยวข้องกัน ดังนั้น ถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมได้แล้วจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และหากมีการเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก็จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์

จากพื้นฐานนี้จึงทำให้โนแวกและโกวิน (Novak and Gowin, 1984: 36-37) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแผนผังมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. พิจารณาคำเชื่อมที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์สองมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงกันแล้วทำให้ประจักษ์สมเหตุสมผลและมีความหมายให้คะแนนคำเชื่อมละ 1 คะแนน
2. พิจารณาลำดับชั้นของแผนผังมโนทัศน์ว่าแสดงถึงมโนทัศน์ที่รองลงมาหรือมีความกว้างน้อยกว่ามโนทัศน์ที่อยู่ลำดับแรกและทุกลำดับชั้นของการจัดมโนทัศน์ให้คะแนนลำดับชั้นละ 5 คะแนน
3. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสายของการเชื่อมโยงของมโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงให้เห็นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จึงควรได้รับคะแนนพิเศษ ถ้าการเชื่อมโยงนั้นสมเหตุสมผลและมีนัยสำคัญให้คะแนนการเชื่อมโยงละ 10 คะแนน และถ้าการเชื่อมโยงนั้นสมเหตุสมผลแต่ไม่ได้แสดงถึงการสังเคราะห์ระหว่างกลุ่มของมโนทัศน์ให้คะแนนการเชื่อมโยงละ 2 คะแนน
4. ตัวอย่างของมโนทัศน์ให้คะแนนตัวอย่างละ 1 คะแนน
5. เกณฑ์ในการให้คะแนนอาจสร้างขึ้นใหม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งที้นำมาสร้างแผนผังมโนทัศน์ และสำหรับการคิดคะแนนสามารถคิดคะแนนเทียบเป็นร้อยละได้ โดยใช้คะแนนเกณฑ์เป็นคะแนนเต็ม แล้วเทียบเป็นคะแนนร้อยละ ซึ่งนักเรียนบางคนอาจได้คะแนนมากกว่าเกณฑ์ได้



ตัวอย่างของการให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้



การให้คะแนนจากแผนผังมโนทัศน์นี้

ความสัมพันธ์ (ถ้าถูกต้อง)	= 14 คะแนน
การเรียงลำดับขั้น (ถ้าถูกต้อง) 4 x 5	= 20 คะแนน
การเชื่อมโยงข้ามสาย (ถ้าถูกต้อง) 10 x 2	= 20 คะแนน
ตัวอย่าง (ถ้าถูกต้อง) 4 x 1	= 4 คะแนน
รวม	58 คะแนน

บอลท์ (Bolte, 1999: 30) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบฮอโลลิสติก ( Holistic Scoring Criteria ) ไว้ว่าแต่ละแผนผังมโนทัศน์ให้คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยให้คะแนนของการจัดแผนผังมโนทัศน์ (Organization) 6 คะแนน และ ความถูกต้อง (Accuracy) 4 คะแนน ดังนี้

4 คะแนน ดังนี้

การจัดแผนผังมโนทัศน์ (Organization) เป็นการตรวจสอบการจัดกลุ่มมโนทัศน์และการเชื่อมโยง ให้คะแนนคือ

6 คะแนน แสดงได้ถึงความสำเร็จของแผนผัง มีการเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่สื่อความหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้ลึกซึ้ง สร้างความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของมโนทัศน์ได้อย่างชัดเจน ใช้คำเชื่อมได้เหมาะสม และเพิ่มมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับแผนผังเข้าไปได้อย่างถูกต้อง

5 คะแนน แสดงความเข้าใจของการเชื่อมโยงได้ลึกซึ้ง สร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้ชัดเจน ใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้ทุกมโนทัศน์

4 คะแนน แสดงถึงความเข้าใจของการเชื่อมโยงได้แต่ไม่ลึกซึ้ง สร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ได้ไม่ค่อยชัดเจน มีบางมโนทัศน์ที่กำหนดให้แต่ไม่มีในแผนผังมโนทัศน์

3 คะแนน แสดงถึงความเข้าใจเพียงบางส่วนเท่านั้น เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไม่ชัดเจน มีมโนทัศน์หลายมโนทัศน์ที่กำหนดให้แต่ไม่มีในแผนผังมโนทัศน์

2 คะแนน แสดงความเข้าใจได้เล็กน้อย เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไม่ชัดเจนมาก จัดกลุ่มมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง ขาดมโนทัศน์หลักหลายคำ

1 คะแนน แสดงความเข้าใจได้น้อยมาก ใช้คำเชื่อมไม่ถูกต้อง ไม่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ขาดมโนทัศน์หลักหลายคำ

0 คะแนน ไม่แสดงถึงความเข้าใจ แสดงความสัมพันธ์ไม่ได้เลย ใช้คำเชื่อมไม่ถูกต้องเลย

ความถูกต้อง (Accuracy) เป็นการตรวจสอบความชัดเจนและความผิดพลาดหรือความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ให้คะแนนดังนี้

4 คะแนน ไม่ผิดพลาดเลย

3 คะแนน ผิดในรายละเอียดเล็กน้อย

2 คะแนน คลาดเคลื่อนเล็กน้อยและเป็นการคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์รอง

1 คะแนน คลาดเคลื่อนในมโนทัศน์หลัก

0 คะแนน ไม่ถูกต้องเลย หรือคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์หลักหลายมโนทัศน์

จากที่กล่าวมาข้างต้นถึงเกณฑ์การให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ พบว่าสามารถให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของโนแวกและโกวิน เนื่องจากเป็นเกณฑ์การให้คะแนนที่มีการให้คะแนนของการเรียงลำดับมโนทัศน์ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ด้วย ซึ่งเหมาะสมสำหรับการตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับขั้น

## 7. ประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์

สำหรับประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ที่นำมาใช้ในการศึกษานั้นมีหลายด้าน เช่น ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผล ใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการสอน เป็นต้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ ดังนี้

มาโลน และ เดคเคอร์ (Malone and Dekkers, 1984: 222-225) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนไว้ สรุปได้ดังนี้

1. ใช้ในการจัดองค์ความรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นักเรียนควรได้รับการสอนให้สร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับขั้นในการช่วยจัดองค์ความรู้ของนักเรียน เนื่องจากทำให้นักเรียนจัดความรู้อย่างเป็นระบบ เรียงลำดับจากมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์เฉพาะ ซึ่งเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจ การจำ และการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
2. เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่องใหม่ และเมื่อนำแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างโดยนักเรียนแต่ละคนสามารถมาเปรียบเทียบกัน รวมถึงเปรียบเทียบกับแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างโดยครูด้วย จะเป็นการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการอภิปรายและทำให้นักเรียนทราบว่าได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับหัวข้อใหม่นั้น
3. เป็นเครื่องมือในการทบทวนความรู้ โดยแผนผังมโนทัศน์สามารถให้นักเรียนสร้างเมื่อเรียนจบบทเรียนไปแล้ว โดยใช้เป็นแบบฝึกหัดหรือเป็นการบ้านได้ เพื่อเป็นการฝึกนักเรียนในการสรุปทบทวนด้วยตนเอง
4. เป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงความรู้ในหลายๆ หัวข้อ ทำให้นักเรียนสามารถเห็นโครงสร้างของเรื่องที่พวกเขากำลังเรียนและเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้นเมื่อมีการเรียนในหลายหัวข้อ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแต่ละหัวข้อที่เรียนได้
5. เป็นเครื่องมือในการนำเสนอความรู้ได้อย่างเป็นลำดับขั้น เนื่องจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับขั้น นักเรียนต้องเรียงลำดับความสำคัญของมโนทัศน์ตั้งแต่มโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

6. เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการคิดในการพยายามเชื่อมโยงมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน ว่ามโนทัศน์ที่มีการเชื่อมโยงกันนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

พลอทนิค (Plotnick , 1997: 4-5) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์ไว้ สรุปได้ดังนี้

1. แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้นจะต้องใช้ความคิด เช่น เมื่อนึกถึงมโนทัศน์ที่ไม่ทราบว่าจะวางไว้ส่วนไหนของแผนผังมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว ทำให้ผู้สร้างแผนผังต้องได้ใช้ความคิดในการเชื่อมโยงมโนทัศน์นี้ให้เข้ากับแผนผังมโนทัศน์เดิมให้ได้
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมการสอนของครู เนื่องจากแผนผังมโนทัศน์นั้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าการเรียนแต่ละเรื่อง ผู้เรียนควรจะมีความรู้ในเรื่องใดมาก่อนบ้าง จึงสามารถนำไปใช้วางแผนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อเรียงลำดับเนื้อหาในการสอน
3. แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการใช้แผนผังมโนทัศน์ในการสรุปความหมายจากสิ่งที่เรียนจะทำให้นักเรียนจดจำได้ดีและมีความคงทน เพราะได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมดและสามารถจับประเด็นสำคัญได้
4. แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนเป็นแผนผังมโนทัศน์เอง หรือให้ผู้เรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่ครูกำหนดให้ เป็นการประเมินถึงความเข้าใจและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์รวมถึงทำให้ทราบความคลาดเคลื่อนในการเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน

บาร์ดี และ บาร์เทล (Baroody and Bartels, 2000: 606-608) กล่าวถึง การสอนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมายในด้านต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. ในการเตรียมการสอน ผู้สอนต้องมีการเตรียมตัวในการแนะนำมโนทัศน์ใหม่แก่นักเรียน และการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์ที่นักเรียนทราบแล้ว การให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์โดยให้เพิ่มมโนทัศน์ใหม่ที่ได้เรียนเข้าไปในแผนผังมโนทัศน์เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับมโนทัศน์ใหม่ที่เรียน และต้องเข้าใจมโนทัศน์เก่าที่เคยเรียนไปแล้วได้ด้วย เช่น ในกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรม มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต ( เกรด 5-8 ) ให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์โดยใช้มโนทัศน์ดังนี้ รูปทรงเรขาคณิต สีเหลี่ยมด้านขนาน รูปหลายเหลี่ยม สีเหลี่ยมผืนผ้า สีเหลี่ยมด้านไม่เท่า สีเหลี่ยมคางหมู สามเหลี่ยม

ข้อเสนอแนะ ให้ใช้มโนทัศน์หลักที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุดของแผนผังมโนทัศน์ จากนั้นนำมโนทัศน์รองลงมาวางไว้ใต้มโนทัศน์แรก ทำเช่นนี้จนมโนทัศน์ที่ให้มาหมด จากนั้นแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์โดยลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเขียนคำเชื่อมโยงที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ

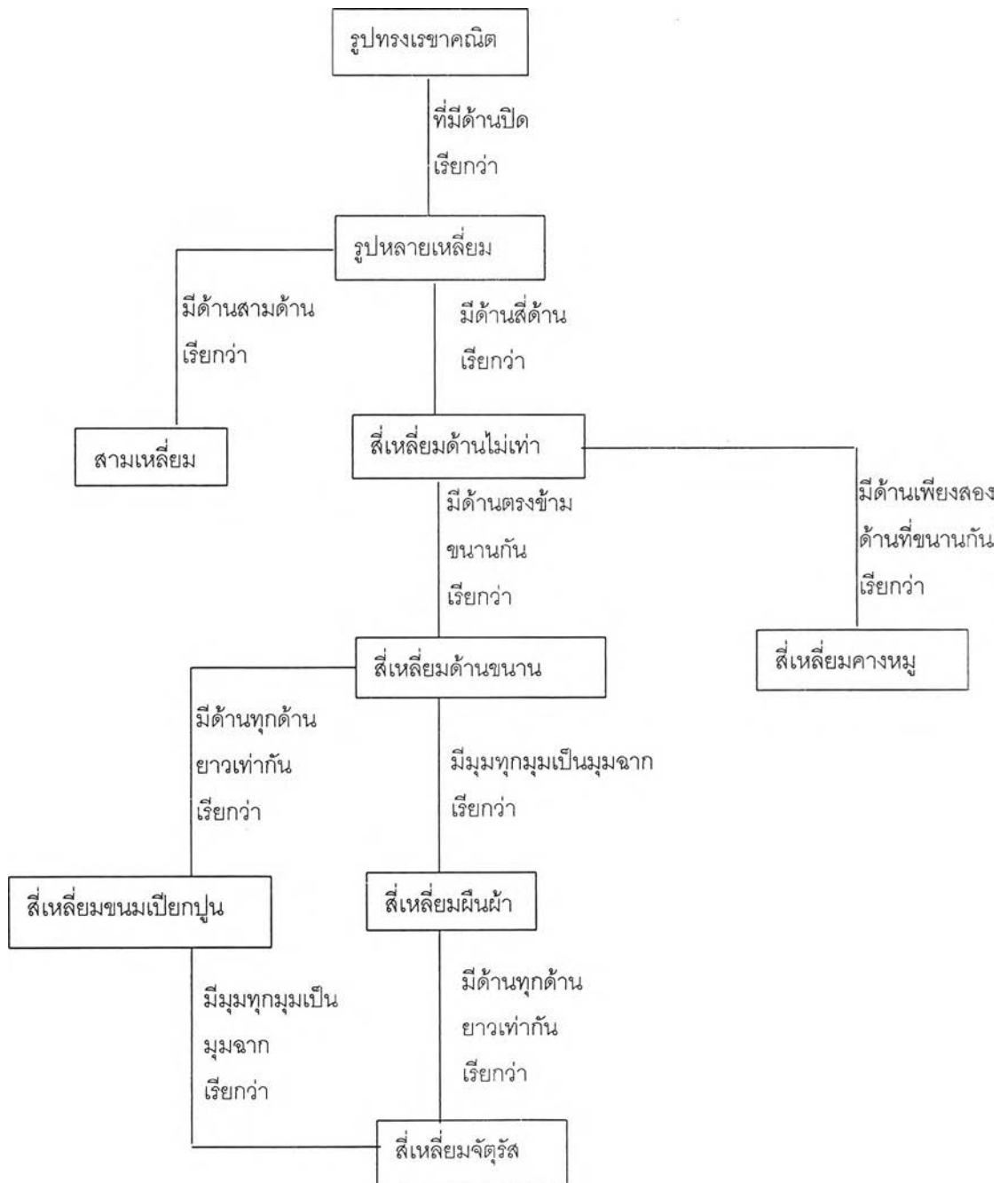
จากกิจกรรมนี้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาคำตอบ เช่น หาว่าสีเหลี่ยมคางหมูคืออะไร และสามารถนำไปสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นๆ เช่น สีเหลี่ยมด้านขนาน และสีเหลี่ยมด้านไม่เท่าได้อย่างไร เป็นต้น

2. กระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นเพื่อทำความเข้าใจมโนทัศน์ต่างๆ เนื่องจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนต้องมีความเข้าใจอย่างชัดเจนในความหมายของมโนทัศน์ที่จะสร้างและความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งเป็นการส่งเสริมการคิด เป็นการให้โอกาสนักเรียนในการพิจารณาว่าแต่ละมโนทัศน์ที่จะสร้างให้เชื่อมโยงกันอย่างไร เช่น ในการสร้างแผนผังมโนทัศน์เรื่องรูปทรงเรขาคณิต ถ้าต้องการเพิ่มมโนทัศน์ “สีเหลี่ยมคางหมู” ลงไปในแผนผัง นักเรียนต้องพิจารณาว่าสีเหลี่ยมคางหมูมีสีด้านและเป็นสีเหลี่ยมด้านไม่เท่าชนิดหนึ่ง และในการใช้คำเชื่อมในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ “สีเหลี่ยมด้านไม่เท่า” และ “สีเหลี่ยมคางหมู” บนแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนต้องพิจารณาว่าสีเหลี่ยมคางหมูเป็นลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของสีเหลี่ยมด้านไม่เท่าอย่างไร และต้องหาลักษณะที่แสดงว่าสีเหลี่ยมคางหมูต่างจากสีเหลี่ยมด้านไม่เท่าอื่นๆ อย่างไร

3. ส่งเสริมการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากในการพยายามสร้างแผนผังมโนทัศน์ นักเรียนต้องพิจารณาดูด้วยตนเองว่ามโนทัศน์ใดและการเชื่อมโยงใดที่นักเรียนเองยังเข้าใจไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์ การประเมินด้วยตนเองเช่นนี้ทำให้นักเรียนต้องค้นหาคำเชื่อมที่สมเหตุสมผล ค้นคว้าเพื่อหาความกระจ่างด้วยตนเอง อาจมีการถามผู้รู้ หรือเกิดการอภิปรายกับเพื่อนๆ ทำให้นักเรียนได้ทราบว่ายังไม่เข้าใจมโนทัศน์ใด หรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ชัดเจนในมโนทัศน์ใด

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการใช้เหตุผลในการพิจารณาว่าแต่ละมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร นักเรียนต้องมีการหาเหตุผลมาประกอบ เช่น นักเรียนบางคนพิจารณาว่า ถ้าสีเหลี่ยมคางหมูคือสีเหลี่ยมที่มีด้านอย่างน้อย 1 คู่ขนานกันแล้วสีเหลี่ยมด้านขนานต้องเป็นสีเหลี่ยมชนิดพิเศษของสีเหลี่ยมคางหมู ดังนั้น จึงมีการเชื่อมสีเหลี่ยมทั้งสองชนิดเข้าด้วยกันและในแผนผังมโนทัศน์ต้องวางสีเหลี่ยมด้านขนานไว้ในระดับที่ต่ำกว่าสีเหลี่ยมคางหมูหรือถ้า

นักเรียนบางคนพิจารณาว่าสี่เหลี่ยมคางหมูคือสี่เหลี่ยมที่มีด้านเพียง 1 คู่ขนานกัน แล้วสี่เหลี่ยมด้านขนานต้องไม่เป็นชนิดพิเศษของสี่เหลี่ยมคางหมู ดังนั้น ก็ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างสี่เหลี่ยมทั้งสองชนิดนี้ และการวางมโนทัศน์ในแผนผังมโนทัศน์นี้ สี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมคางหมูก็น่าจะอยู่ในระดับเดียวกัน จึงทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าการวางตำแหน่งของมโนทัศน์ในแผนผังที่ต่างกันเป็นการแสดงถึงการตีความหรือพิจารณาามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล ดังเช่น แผนผังมโนทัศน์ในรูปต่อไปนี้เป็นแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานของการพิจารณาสี่เหลี่ยมในแบบหลัง



5. ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการรับรู้โครงสร้างของความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางสังคม ในการประเมินหรืออภิปรายเกี่ยวกับแผนผังมโนทัศน์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเป็นการกระตุ้นให้เกิดการตั้งคำถาม การอภิปราย และการโต้แย้ง เนื่องจากนักเรียนมักสร้างแผนผังมโนทัศน์ในรูปแบบที่ต่างกัน จึงเป็นการทำให้เกิดการสนใจในการอภิปรายหาข้อสรุปที่ถูกต้อง

กำพล ดำรงค์วงศ์ (2540: 79-80) กล่าวถึง ประโยชน์ของแผนผังมโนทัศน์หรือผังมโนทัศน์ที่นำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้คือ

1. ก่อนดำเนินการเรียนการสอน ครูใช้ผังมโนทัศน์ในการวางแผนการสอนช่วยให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาต่างๆ วิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน วางแผนการประเมินผลสำหรับนักเรียนที่ใช้ผังมโนทัศน์ช่วยค้นหาโครงสร้างความรู้ของตนเองเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนช่วยให้เกิดแรงจูงใจก่อนเรียน ช่วยในการวางแผนก่อนเขียนงานทางวิชาการและช่วยกำหนดทิศทางการเรียนไว้ล่วงหน้า

2. ระหว่างดำเนินการเรียนการสอน ครูใช้ผังมโนทัศน์ช่วยในการสอนแบบบรรยาย ทำให้การสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ช่วยในการตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนระหว่างเรียน สำหรับนักเรียนใช้ผังมโนทัศน์ในการกำหนดประเด็นในการอภิปรายเป็นแนวทางในการปฏิบัติการทดลอง ช่วยสรุปใจความสำคัญจากการอ่าน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายได้ง่ายขึ้น ทำให้จำง่ายและมีความคงทนในการเรียนรู้

3. หลังจากดำเนินการเรียนการสอน ครูใช้ผังมโนทัศน์ในการประเมินผลการเรียน ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ของนักเรียน ส่วนนักเรียนใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปผลการเรียน รายงานผลการปฏิบัติการ ใช้ในการประเมินผลและปรับปรุงตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นว่าแผนผังมโนทัศน์มีประโยชน์หลายด้าน มีประโยชน์ทั้งต่อตัวครูที่ทำให้สามารถเข้าใจความคิดของนักเรียนได้ นอกจากนั้นยังทำให้ครูสามารถเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนของตน และแผนผังมโนทัศน์มีประโยชน์สำหรับนักเรียนในการฝึกทักษะการคิดได้ ดังนั้น จึงสามารถนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัยต่างประเทศและในประเทศเกี่ยวกับผลของการนำเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอ ดังนี้

### งานวิจัยต่างประเทศ

คลิบเบิร์น และ วิลเลียม (Cliburn and William, 1985: 47-03A) ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการใช้สื่อการสอนประกอบการบรรยายสองชนิดคือ ใช้หนังสือเรียนและใช้วิธีการของออสซูเบล (Ausubellian approach) คือ ใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นสื่อการเรียนการสอนประกอบการบรรยาย ใช้เวลาในการทดลอง 3 สัปดาห์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชากายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาในวิทยาลัยมิสซิสซิปปี โดยตัวอย่างประชากรถูกแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมใช้สื่อการสอนคือหนังสือเรียนเป็นสื่อประกอบการบรรยาย และกลุ่มทดลองมีการใช้ แผนผังมโนทัศน์เป็นสื่อประกอบการบรรยาย และมีการทดสอบวัดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยทำการทดสอบหลังการทดลองจบทันที และทดสอบโดยเว้นระยะเวลาหลังจากทดลองแล้ว 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า จากการทดสอบหลังทำการทดลองทันทีที่กลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียน 6 สัปดาห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลอร์ด (Lord, 1987: 48-05A) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินผลความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการหารของนักศึกษาครุศาสตร์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครุศาสตร์ที่ถูกแบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยในขั้นแรกมีการสอนให้กลุ่มตัวอย่างรู้วิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์และต่อมาให้กลุ่มตัวอย่างสร้างแผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า (1) ไม่มีกลุ่มตัวอย่างคนใดเลยที่สร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ตามเกณฑ์คือ 75% (2) กลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และ (3) ความสามารถในการเรียงลำดับชั้นของมโนทัศน์ การจัดกลุ่มมโนทัศน์ การระลึกถึงมโนทัศน์ได้ และการแบ่งมโนทัศน์ย่อยๆ ได้สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้



โรแกน (Rogan, 1988: 50-59) ได้ทดลองสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนของนักศึกษาจำนวน 38 คน ในรายวิชาสถิติเบื้องต้น ในแบบทดสอบกำหนดรายการของมโนทัศน์ไว้ 10 คำ เกี่ยวกับคำว่า "สหสัมพันธ์" และให้นักศึกษาสร้างแผนผังมโนทัศน์โดยมี "สหสัมพันธ์" เป็นมโนทัศน์หลัก โดยในระหว่างภาคการศึกษามีการใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอน และในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียนการสอน มีการอธิบายกฎและการสร้างแผนผังมโนทัศน์และให้นักศึกษาทดลองสร้างแผนผังมโนทัศน์เรื่องการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบโดยใช้แผนผังมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กับคะแนนจากการสอบแบบปกติ และผลการวิจัยยังระบุว่า การใช้แผนผังมโนทัศน์สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบว่าจากการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษา สรุปได้ว่า นักศึกษามีความเห็นว่าการสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้นต้องใช้ความคิดในการพิจารณาสร้าง และใช้เวลามากกว่าที่คาดคะเนไว้ในตอนแรก แต่เป็นงานที่ทำหายและเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริง

แมนฟิลด์และแฮปป์ (Manfield and Happs, 1991 อ้างถึงใน อัญชลี ตนานนท์ และคณะ, 2542: 12-13) ได้ศึกษาการใช้แผนผังมโนทัศน์หรือแผนภูมิมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการประเมินผลนักเรียนอายุ 12 ปี ในการวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เรื่องเส้นขนาน มีการกำหนดมโนทัศน์ 11 คำที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเส้นขนานให้ตัวอย่างประชากรสร้างแผนภูมิมโนทัศน์โดยใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้และสามารถเพิ่มมโนทัศน์อื่นที่มีความสัมพันธ์กันได้ก่อนและหลังการสอนเรื่องเส้นขนาน ผลการวิจัยพบว่า แผนภูมิมโนทัศน์เมื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผล สามารถให้ข้อมูลความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้

วิลเลอร์แมน และ ฮาร์ก (Willeman and Harg, 1991: 705-711) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับการนำแผนผังมโนทัศน์มาใช้เป็นโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organizer) เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้แผนผังมโนทัศน์ในการเสนอเป็นกรอบแนวคิดกว้างๆ ก่อนบทเรียนใหม่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพของนักเรียนเกรด 8 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 42 คน ได้รับการสอนแบบปกติและกลุ่มทดลอง 40 คน ได้รับการสอนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับขั้นเพื่อเสนอเป็นกรอบแนวคิดให้เห็นภาพทั้งหมดของบทเรียนใหม่ โดยนักเรียนได้รับใบงานแผนผังมโนทัศน์แบบเติมคำ (blank concept map) ในตอนต้นชั่วโมงและให้นักเรียนเติมให้สมบูรณ์ตามตัวอย่างที่ครูสอน แล้วตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์ของแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของกลุ่ม

ทดลองที่เรียนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (Advance Organize) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วานชู (Wanchu, 1991: 52-03A) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีของนักศึกษาในวิทยาลัยครู และเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเพศ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในวิทยาลัยครูเมืองไทเป ประเทศไต้หวัน ซึ่งไม่ได้เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และ กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม นักศึกษาในกลุ่มทดลองได้รับการสอนวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นเวลาสองสัปดาห์ก่อนเรียนเนื้อหาวิชาเคมี ในช่วงระยะเวลาสี่สัปดาห์ นักศึกษาทั้งหมดได้รับการสอนตามปกติและทุกครั้งก่อนเรียน 15 นาที นักศึกษาได้รับรายละเอียดมโนทัศน์ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนในคาบนั้น แล้วให้นักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มทดลองสร้างแผนผังมโนทัศน์ ส่วนนักศึกษาในกลุ่มควบคุมให้บอกคำจำกัดความของมโนทัศน์แทนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มที่สร้างแผนผังมโนทัศน์กับกลุ่มที่ให้คำจำกัดความมโนทัศน์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน แต่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์กับความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล

วิลเลียม (Williams, 1998: 414-421) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้แผนผังมโนทัศน์ในการประเมินผลความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องฟังก์ชัน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างโดยนักศึกษาและแผนผังมโนทัศน์ที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยที่เรียนวิชาแคลคูลัสจำนวน 28 คน และอาจารย์วิชาคณิตศาสตร์จำนวน 8 ท่าน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า แผนผังมโนทัศน์ที่สร้างโดยนักศึกษาและอาจารย์วิชาคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกัน และพบว่าแผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่สามารถประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ได้ดี

บอลท์ (Bolte, 1999: 19-30) ได้ทำการศึกษาการใช้แผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความในแผนผังมโนทัศน์ในการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์โดยมีตัวอย่างประชากรคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยในภูมิภาคตะวันตกเฉียงเหนือ ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 3 กลุ่ม ทุกกลุ่มได้รับการสอนวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์แล้วประเมินผลการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักศึกษาและให้นักศึกษาเขียนอธิบายความในแผนผังมโนทัศน์ด้วย ผลการวิจัยพบว่า (1) การนำ

แผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความในแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการประเมินผลให้ผลดี ทำให้เห็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา (2) การใช้แผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความในแผนผังมโนทัศน์ในการประเมินผลมีความสัมพันธ์กับคะแนนจากการทดสอบในชั้นเรียน (course exam) และผลการเรียน (final grade) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005

ไอิ-ฮุน (II-Hyun, 2001: 62-04A) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอนที่มีต่อความเข้าใจของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาจำนวน 132 คน จาก 2 ห้องเรียนที่เรียนวิชาเทคโนโลยีการศึกษาชั้นนำ ของมหาวิทยาลัยพลordia โดยนักศึกษาห้องหนึ่งเรียนโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอนคือมีการให้นักศึกษาฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียน และอีกห้องหนึ่งเรียนโดยครูเป็นผู้เตรียมแผนผังมโนทัศน์ไว้ใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นสรุปทเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์มีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยครูใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอนในชั้นสรุปทเรียน

### งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ สอนตระกูล (2534: 154-168) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดแผนผังมโนทัศน์หรือกรอบมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 , 5 และ 6 ของโรงเรียนวัดบวรมงคล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนของการเรียนรู้

บรรจง สิทธิ (2537: 70-75) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดแผนผังมโนทัศน์หรือจัดกรอบมโนทัศน์ในการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาชีววิทยาให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และเพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์กับการสอนโดยใช้การบรรยาย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัยจำนวน

60 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุมสอนโดยการบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องทุกมโนทัศน์ กลุ่มควบคุมเปลี่ยน 10 มโนทัศน์จาก 12 มโนทัศน์ และกลุ่มทดลองมีจำนวนนักเรียนที่เปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมทุกมโนทัศน์ และกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศุภลักษณ์ ทองสนธิ (2537: 77-83) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ในการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี และเพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาเคมี ระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์และการสอนแบบบรรยาย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 7 มโนทัศน์จากมโนทัศน์ทั้งหมด 10 มโนทัศน์ ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องในทุกมโนทัศน์ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทดสอบหลังเรียนในวิชาเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิภา เกียรติธนะบำรุง (2537: 73-79) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดแผนผังมโนทัศน์หรือกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (3) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาทางบวก

สุกานดา ส. มนัสวีชัย (2540: 50-56) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้แผนผังมโนทัศน์หรือกรอบมโนทัศน์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นผู้นำเสนอกรอบมโนทัศน์ และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักเรียนเป็นผู้สร้างกรอบมโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า ความคงทนในการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้การสร้างกรอบมโนทัศน์สองแบบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักเรียนเป็นผู้สร้างกรอบมโนทัศน์มีความคงทนในการเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นผู้นำเสนอกรอบมโนทัศน์ให้

สุดิมา พรหมรักษา (2542: 110-117) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีตำแหน่งของการนำเสนอแผนผังมโนทัศน์หรือกรอบมโนทัศน์ต่างกัน 2 แบบ คือ ก่อนบทเรียนและหลังบทเรียน ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 54 คน ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินของโรงเรียนเศรษฐเสถียรและโรงเรียนโสตศึกษาถนนพสุธา โดยกลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีตำแหน่งของการเสนอกรอบมโนทัศน์ก่อนบทเรียน และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีตำแหน่งของการเสนอกรอบมโนทัศน์หลังจบบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีตำแหน่งการเสนอกรอบมโนทัศน์ก่อนเรียนมีคะแนนความคงทนในการจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีตำแหน่งการเสนอกรอบมโนทัศน์หลังเรียน

อัญชลี ตนานนท์ (2542: 47-67) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาแผนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดในหลักสูตรมัธยมศึกษา โดยใช้แผนภูมิโนทัศน์ของเนื้อหาวิชาต่างๆ 6 วิชา ได้แก่ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ภาษาฝรั่งเศส สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และศึกษาผลของการใช้แผนภูมิโนทัศน์ในการสรุปบทเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนที่เรียนด้วยแผนภูมิโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 76 คนที่กำลังเรียนวิชา ส101 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 76 คนที่กำลังเรียนวิชาภาษาไทย (ท 306), วิทยาศาสตร์ (ว 305) และคณิตศาสตร์ (ค 011)

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 58 คนที่กำลังเรียนวิชาภาษาอังกฤษ (อ 031) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมศิลป์-ภาษา จำนวน 25 คนที่กำลังเรียนวิชาภาษาฝรั่งเศส (ฝ 023) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 6 กลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนภูมิโน้ตทัศน์สรุปบทเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศเกี่ยวกับการนำเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาผลของการนำเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติ และผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่าการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ และนอกจากนั้นยังพบว่าแผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลได้เป็นอย่างดี โดยเห็นได้จากผลการวิจัยที่พบว่าคะแนนจากการสร้างแผนผังมโนทัศน์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการวัดผลแบบปกติ