



ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนทัศน์การอนุรักษ์ความยาว และปริมาณ ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตในกรุงเทพมหานคร และนักเรียนในชนบท ที่อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี
2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมอง ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตในกรุงเทพมหานคร และนักเรียนในชนบทที่อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี
3. เพื่อศึกษา เปรียบเทียบผลการวิจัยครั้งนี้กับผลการวิจัยของ ออปเปอร์ต

สมมติฐานในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการทดสอบว่า

1. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะมีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาว ปริมาณ และมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมอง ที่ระดับอายุต่ำกว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ออปเปอร์ต ใช้ในการวิจัย เมื่อปี 2512
2. กลุ่มตัวอย่างนักเรียนโรงเรียนสาธิตในกรุงเทพมหานคร จะมีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาว ปริมาณ และมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองที่ระดับอายุต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างนักเรียนในชนบท ที่อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 แสดงผลการวิจัยในแต่ละแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยระดับขั้นพัฒนาการของมโนทัศน์ ชนิดของ เหตุผลในการอนุรักษ์หรือความผิดพลาดในการสร้างภาพการคิดในสมอง วิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลการวิจัย ระยะเวลาที่เก็บโน้ตค้นแต่ละด้าน
ระหว่างกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยในกรุงเทพมหานคร กับกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยในชนบท
กับเกณฑ์ปกติของเด็กสวีต

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลการวิจัย ระยะเวลาที่เก็บโน้ตค้นแต่ละด้านกับ
ผลการวิจัยของ ออปเปอร์

ตอนที่ 1

แบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน

แบบทดสอบนี้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร จำนวน 96 คน
กลุ่มตัวอย่างในชนบทจำนวน 96 คน

1. พัฒนาการของมโนทัศน์

แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับที่ 1 ระดับที่ไม่มีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ (Non - Conservation
Stage)

ระดับที่ 2 ระดับหัวเลี้ยวหัวต่อ (Transitional Stage)

ระดับที่ 3 ระดับมีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ (Conservation Stage)

แสดงจำนวนนักเรียนแต่ละระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ในแต่ละระดับอายุ
ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ตามระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	6 (37.50)	1 (6.25)	9 (56.25)
7	16	4 (25.00)	3 (18.75)	9 (56.25)
8	16	-	2 (12.50)	14 (87.50)
9	16	-	-	16 (100.00)
10	16	-	-	16 (100.00)
11	16	-	-	16 (100.00)
รวม	96	10 (10.42)	6 (6.25)	80 (83.33)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบทตามระดับพัฒนาการของมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน

อายุ	จำนวน	ระดับมีโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	13 (81.25)	2 (12.50)	1 (6.25)
7	16	12 (75.00)	2 (12.50)	2 (12.50)
8	16	11 (68.75)	2 (12.50)	3 (18.75)
9	16	4 (25.00)	2 (12.50)	10 (62.50)
10	16	4 (25.00)	1 (6.25)	11 (68.75)
11	16	-	1 (6.25)	15 (93.75)
รวม	96	44 (45.83)	10 (10.42)	42 (43.75)

จากตารางที่ 7 และ 8 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ 8 ปี เป็นระดับอายุที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน กลุ่มตัวอย่างในชนบท ระดับอายุ 11 ปี เป็นระดับอายุที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอันซึ่งแสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีมีโนทัศน์ด้านนี้เร็วกว่ากลุ่มตัวอย่างในชนบท 3 ปี

จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่ระดับอายุ 6 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 56.25 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 9 ปี ขึ้นไป มีมีโนทัศน์ร้อยละ 100 จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างในชนบทที่ระดับอายุ 6 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 6.25 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 11 ปี มีมีโนทัศน์ ร้อยละ 93.75

ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอันของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

จากตารางที่ 7 และ 8 χ^2 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 34.25, df = 2$) และ χ^2 แสดงว่าการมีและไม่มีมโนทัศน์ของจำนวน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 32.46, df = 1$)

เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับ มโนทัศน์ในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาว ของไม้สองอัน ของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่ม ตัวอย่างในชนบทเป็นช่วงอายุ

ระดับ มโนทัศน์	อายุ 6 - 7		อายุ 8 - 9		อายุ 9 - 10	
	กรุงเทพ ฯ	ชนบท	กรุงเทพ ฯ	ชนบท	กรุงเทพ ฯ	ชนบท
I	10	25	-	15	-	4
II	4	4	2	4	-	2
III	18	3	30	13	32	26
	$\chi^2 = 17.14^{***}$		$\chi^2 = 22.39^{***}$		$\chi^2_c = 0.07$	
	(df = 2)		(df = 2)		(df = 1)	

ขอสังเกตุ ***P < 0.001

จากตารางที่ 9 χ^2 แสดงว่า จำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในช่วงอายุ 6 - 7 ปี และช่วงอายุ 8 - 9 ปี แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ส่วนในช่วงอายุ 10 - 11 ปี χ^2 แบบ
Yates' Correction แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. ลักษณะของเหตุผล

มี 3 แบบ คือ แบบอิงลักษณะเดิม (Identity) แบบชดเชย
(Compensation) และแบบทวนกลับ (Reversibility) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบอิงลักษณะเดิม (Identity) เช่น

"เติมไม้ยาวเท่ากัน เลื่อนไปก็ต่อยาวเท่ากัน"

"เป็นไม้อันเดิม ไม่ได้ตัดออก ต้องยาวเท่ากัน" เป็นต้น

แบบชดเชย (Compensation) เช่น

"ปลายไม้ข้างขวากับซ้ายโผล่ออกมาเท่ากัน"

"ส่วนของไม้ที่หายไปด้านขวาเท่ากับส่วนที่ยื่นยาวออกทางซ้าย" เป็นต้น

แบบทวนกลับ (Reversibility) เช่น

"ถ้าเลื่อนไม้กลับไปที่เดิมจะเห็นว่ายาวเท่ากันเหมือนเดิม"

"เติมไม้สองอันนี้ยาวเท่ากัน เลื่อนไปแล้ว ถ้าเลื่อนกลับมาก็จะเห็นว่า
ยาวเท่ากัน" เป็นต้น

แสดงจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลแบบต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองใน

ตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนนักเรียนในแต่ละชนิดของเหตุผลการมีโน้ตค้น
 ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอันของกลุ่มตัวอย่างใน
 กรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบท

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ชนิดของเหตุผล			
		อิงลักษณะเดิม	ชคเซย	ทวนกลับ	
กรุงเทพมหานคร	80	51	7	22	$\chi^2 = 7.24^*$ (df = 2)
ชนบท	42	33	6	3	

ข้อสังเกต *P < 0.05

จากตารางที่ 10 χ^2 แสดงว่าจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีลักษณะ
 การให้เหตุผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

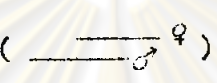
เมื่อพิจารณาลักษณะการให้เหตุผล พบว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร
 ให้เหตุผลแบบอิงลักษณะเดิมมากที่สุด คือ ร้อยละ 63.75 และแบบชคเซยน้อยที่สุดคือ
 ร้อยละ 8.75 ส่วนกลุ่มตัวอย่างในชนบทให้เหตุผลแบบอิงลักษณะเดิมมากที่สุดเช่นเดียวกับ
 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร คือร้อยละ 78.57 และแบบทวนกลับน้อยที่สุด คือ
 ร้อยละ 7.14

3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยไม้ทรงสองอันขนาดเท่ากัน และตุ๊กตาชายหญิง 1 คู่ วางไม้สองอันขนานกันให้ปลายตรงกันห่างกัน 1 นิ้ว (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข ข้อที่ 1) แล้วจึงเลื่อนไม้อันบนหรืออันล่างไปทางขวามือประมาณ 2 นิ้ว หรือเลื่อนอันบนไปทางขวามือเลื่อนอันล่างไปทางซ้ายมือ ให้ผู้รับการทดสอบตัดสินว่า ไม้สองอันยังยาวเท่ากันหรือไม่ และเมื่อเอาตุ๊กตาเดินจากปลายไม้ข้างหนึ่งไปยังปลายไม้อีกข้างหนึ่งของไม้สองอันให้ผู้รับการทดสอบตัดสินว่าระยะทางที่เดินเท่ากันหรือไม่ ปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอันที่ระดับ อายุ 8 ปี และกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอันที่ระดับอายุ 11 ปี เมื่อพิจารณาเหตุผลที่แสดงถึงความสามารถอนุรักษ์ พบว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

✱ จากการทดสอบ นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทุกคนยอมรับในตอนแรกว่า ไม้สองอันยาวเท่ากัน (=====) โดยบอกความองจาก 5 ตำแหน่ง คือ มองจากปลายสองข้างของไม้สองอัน (=====) มองจากปลายด้านขวาของไม้สองอัน (=====) มองจากปลายด้านซ้ายของไม้สองอัน (=====) มองไม้สองอันตลอดทั้งอันและมองจากกลางไม้อันใดอันหนึ่ง (=====, =====) นักเรียนที่มองว่าไม้สองอันยาวเท่ากันโดยมองตลอดทั้งอัน มีความสามารถในการอนุรักษ์ความยาวของไม้ทุกคน (ในกรุงเทพมหานครมี 6 คน ในชนบทมี 2 คน) และทุกคนที่เห็นว่าไม้สองอันยาวเท่ากันโดยมองจากกลางไม้อันใดอันหนึ่งไม่สามารถอนุรักษ์ความยาวของไม้ (ในกรุงเทพมหานคร มี 1 คน, ในชนบทมี 7 คน) ส่วนที่มองจากตำแหน่งที่เหลืออยู่บางคนก็สามารถอนุรักษ์ความยาวของไม้ได้ บางคนก็ไม่สามารถอนุรักษ์ความยาวของไม้

นักเรียนที่ไม่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีจำนวน 10 คน ตัดสินว่าไม้อันที่เคลื่อนที่ออกไปจะยาวกว่าไม้อันที่ไม่ได้เคลื่อนที่เพราะ ปลายไม้ยื่นยาวออกมา ทุกคนยึดตำแหน่งของไม้ทางขวามือเป็นหลักในการเปรียบเทียบ

ความยาวของไม้ เมื่อให้ทุกตาเดินบนไม้จากปลายไม้ข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง นักเรียนตัดสินระยะทางที่ทุกตาเดินแตกต่างกันครั้งนี้ 5 คน ยืนยันว่าไม้สั้นที่เคบบอกว่ายาวกว่าทุกตาจะเดินได้ทางมากกว่า เพราะทางที่เดินมายาวกว่า อีก 5 คน ตัดสินระยะทางจากตำแหน่งการยืนของทุกตา เมื่อทุกตาเดินจากปลายไม้ข้างหนึ่งไปสิ้นสุดที่ปลายหนึ่ง ตำแหน่งนี้ถ้าทุกตาตัวโตอยู่ข้างหน้า ตัวนั้นก็เดินได้ระยะทางมากกว่า และเมื่อให้ทุกตาหันหลังกลับเดินบนไม้อันเดิมกลับไปยังจุดเริ่มต้น ทุกตาตัวที่บอกว่าเดินได้ระยะมากกว่าก็จะเปลี่ยนเป็นเดินได้ระยะทางน้อยกว่า เพราะยังยึดตำแหน่งหน้า-หลังของทุกตาเป็นการบอกระยะทาง () สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีจำนวน 44 คน 4 คน ไม้ให้เหตุผล 3 คน ตัดสินโดยยึดตำแหน่งของไม้ทางซ้ายมือเป็นหลัก โดยบอกว่าไม้สั้นที่วางที่เดิมยาวกว่าเพราะไม้อีกอันหนึ่งถูกเลื่อนลงไป นอกนั้นก็ตัดสินเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร การตัดสินระยะทางเดินของทุกตาก็ก็น่าสนใจเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ยกเว้น 7 คน ตัดสินว่าทุกตาเดินได้ระยะทางมากกว่าเพราะเดินเร็วกว่า ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความเข้าใจเรื่องเดินช้าเดินเร็ว โดยให้นักเรียนเหล่านี้เดินจากมุมห้องด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ปรากฏว่านักเรียนเข้าใจคำว่า เดินช้า เดินเร็ว อย่างถูกต้อง

นักเรียนที่อยู่ในระดับหัวเลี้ยวหัวต่อ เป็นนักเรียนที่สามารถอนุรักษ์ความยาวของไม้ได้บางสภาพการณ์ของการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีจำนวน 6 คน (ร้อยละ 6.25) กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีจำนวน 10 คน (ร้อยละ 10.42)

สรุปผล กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการของมโนทัศน์การอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอันเป็นแบบเดียวกัน แต่จำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาระดับอายุ 6 - 7 ปี, 8 - 9 ปี พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในระดับอายุ 10 - 11 ปี พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าความสามารถในการอนุรักษ์ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่าง ลักษณะการให้เหตุผลซึ่งมี 3 แบบ

แสดงถึงความแตกต่างกันของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองให้เหตุผลแบบ อิงลักษณะเดิมมากที่สุดเหมือนกัน และแบบชกเซย เป็นแบบการให้เหตุผลที่น้อยที่สุดของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครแบบทวนกลับ เป็นแบบการให้เหตุผลที่น้อยที่สุดของกลุ่มตัวอย่างในชนบท สำหรับนักเรียนที่ไม่มีโมโนทัศน์ การอนุรักษ์ เนื่องจากทัศนคติความยาวโดยยึดเฉพาะตำแหน่งโตตำแหน่งหนึ่งของไม้ เป็นเกณฑ์

แบบทดสอบการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน

แบบทดสอบนี้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร จำนวน 96 คน
กลุ่มตัวอย่างในชนบท จำนวน 96 คน

1. พัฒนาการของมโนทัศน์

แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับที่ 1 ระดับไม่มีโมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ (Non - Conservation Stage)

ระดับที่ 2 ระดับหัวเลี้ยวหัวต่อ (Transitional Stage)

ระดับที่ 3 ระดับมีโมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ (Conservation Stage)

แสดงจำนวนนักเรียนแต่ละระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ในแต่ละระดับอายุ
ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในตารางที่ 11 และ 12

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างใน
กรุงเทพมหานคร ตามระดับพัฒนาการของมโนทัศน์
ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	9 (56.25)	1 (6.25)	6 (37.50)
7	16	2 (12.50)	7 (43.75)	7 (43.75)
8	16	1 (6.25)	2 (12.50)	13 (81.25)
9	16	1 (6.25)	3 (18.75)	12 (75.00)
10	16	1 (6.25)	-	15 (93.75)
11	16	-	-	16 (100.00)
รวม	96	14 (14.58)	13 (13.54)	69 (71.88)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบทตามระดับพัฒนาการของมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน

อายุ	จำนวน	ระดับมีโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	14 (87.50)	1 (6.25)	1 (6.25)
7	16	13 (81.25)	1 (6.25)	2 (12.50)
8	16	13 (81.25)	2 (12.50)	1 (6.25)
9	16	7 (43.75)	2 (12.50)	7 (43.75)
10	16	5 (31.25)	3 (18.75)	8 (50.00)
11	16	2 (12.50)	2 (12.50)	12 (75.00)
รวม	96	54 (56.25)	11 (11.46)	31 (32.29)

จากตารางที่ 11 และ 12 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ 8 ปี เป็นระดับอายุที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน กลุ่มตัวอย่างในชนบท ระดับอายุ 11 ปี เป็นระดับอายุที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีมีโนทัศน์ด้านนี้ เร็วกว่ากลุ่มตัวอย่างในชนบท 3 ปี

จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่ระดับอายุ 6 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 37.50 ระดับอายุ 7 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 43.75 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้น จนถึงระดับอายุ 9 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 75 ซึ่งเป็นร้อยละที่ถือว่าเป็นเกณฑ์อายุที่เกิดมีโนทัศน์ และที่ระดับอายุ 11 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 100 สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบทระดับอายุ 6 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 6.25 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึง

ระดับอายุ 11 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 75.00 ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

ผลจากตารางที่ 11 และ 12 χ^2 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 38.14$, $df = 2$) และ χ^2 แสดงว่าการมีและไม่มีมโนทัศน์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 30.14$, $df = 1$)

เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ความแตกต่างของระดับมโนทัศน์ในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอันของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบทเป็นช่วงอายุ

ระดับ มโนทัศน์	อายุ 6 - 7		อายุ 8 - 7		อายุ 10 - 11	
	กรุงเทพฯ	ชนบท	กรุงเทพฯ	ชนบท	กรุงเทพฯ	ชนบท
I	11	27	2	20	1	7
II	8	2	5	4	-	5
III	13	3	25	8	31	20
	$\chi^2 = 16.59^{***}$ ($df = 2$)		$\chi^2 = 27.83^{***}$ ($df = 2$)		$\chi^2 = 11.87^{***}$ ($df = 2$)	

ขอสังเกต ***P < 0.001 และ **P < 0.01

จากตารางที่ 13 แสดงว่าจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในช่วงอายุ 6 - 7 ปี และช่วงอายุ 8 - 9 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ส่วนในช่วงอายุ 10 - 11 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. ลักษณะของเหตุผล

มี 3 แบบ คือ แบบอิงลักษณะเดิม (Identity) แบบชดเชย (Compensation) และแบบทวนกลับ (Reversibility) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบอิงลักษณะเดิม (Identity) เช่น

"เดิมไม่ยาวเท่ากัน งอแล้วก็ต้องยาวเท่ากันเหมือนเดิม"

"ไม่ได้ตัดไม้ออกเพียงแต่ทำให้หักไปงอมา จึงยังยาวเท่าเดิม" เป็นต้น

แบบชดเชย (Compensation) เช่น

"ไม้ที่งออยู่นี้แต่ละอันแทนความยาวหนึ่งในสี่ของไม้อันบน จึงทำให้มองดูสั้นกว่า ที่จริงยาวเท่ากัน" เป็นต้น

แบบทวนกลับ (Reversibility) เช่น

"ไม้เอามาางอแล้วถ้าบีคให้ตรงเอามาเรียงกันจะเห็นว่ายาวเท่ากัน" เป็นต้น

แสดงว่าจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลแบบต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนนักเรียนในแต่ละชนิดของเหตุผลการมีโน้ตส์ คำนการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอันของกลุ่มตัวอย่างใน กรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบท

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ชนิดของเหตุผล		
		อิงลักษณะเดิม	ชกเซย	ทวนกลับ
กรุงเทพมหานคร	69	31	3	35 $\chi^2 = 8.88^*$
ชนบท	31	22	3	6 (df = 2)

ข้อสังเกต * $p < 0.05$

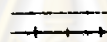
จากตารางที่ 14 χ^2 แสดงว่าจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีลักษณะการให้เหตุผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



เมื่อพิจารณาลักษณะการให้เหตุผล พบว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ให้เหตุผลแบบทวนกลับมากที่สุด คือ ร้อยละ 50.72 และแบบชกเซย น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 4.35 ส่วนกลุ่มตัวอย่างในชนบทให้เหตุผลแบบอิงลักษณะเดิมมากที่สุด คือ ร้อยละ 70.97 และแบบชกเซยน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 9.68

3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยไม้ตรงอันหนึ่ง ยาว 6 นิ้ว และอันสั้น ซึ่งมีลักษณะ เช่นเดียวกับอันยาว ยาว 1.5 นิ้ว จำนวน 4 อัน วางไม้อันสั้นให้เรียงเป็นเส้นตรง จะยาวเท่ากับอันบนซึ่งยาว 6 นิ้ว วางขนานให้ปลายเท่ากันห่างกันประมาณ 1 นิ้ว (รายละเอียดดูในภาคผนวก ข. ข้อ 1) แล้วงอไม้อันล่าง 4 อัน ให้หยักไปมาด้วย ลักษณะต่าง ๆ กัน แล้วให้ผู้รับการทดสอบตัดสินว่า ไม้ที่วางข้างบนและข้างล่างยังยาว

เท่ากันหรือไม่ แล้วนำตุ๊กตาเดินจากปลายไม้ข้างหนึ่งไปยังปลายไม้อีกข้างหนึ่งของไม้สองอัน ให้ผู้รับการทดสอบตัดสินว่าระยะทางที่เดินเท่ากันหรือไม่ พบว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอันที่ระดับอายุ 8 ปี และกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอันที่ระดับอายุ 11 ปี เมื่อพิจารณาเหตุผลที่แสดงถึงความสามารถในการอนุรักษ์ พบว่าจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทดสอบพบว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ทุกคนยอมรับในตอนแรกว่า ไม้สองอันยาวเท่ากัน () โดยบอกความมองจาก 5 ตำแหน่ง เช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในการทดสอบเรื่องการอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน

นักเรียนที่ไม่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีจำนวน 14 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีจำนวน 54 คน นักเรียนเหล่านี้จะให้ความสนใจที่ปลายไม้คานใดคานหนึ่ง หรือทั้งสองคาน เมื่อจ้องไม้แล้วพบว่า ปลายไม้สองข้างหรือข้างใดข้างหนึ่งยาวไม่เท่ากัน ก็บอกว่าไม้สองอันยาวไม่เท่ากัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบแรกบอกว่ายาวไม่เท่ากัน เพราะยึดความยาวของไม้อันล่างจากปลายไม้ข้างหนึ่งลากตรงไปยังปลายไม้อีกข้างหนึ่ง () และอีกแบบหนึ่งบอกว่ายาวไม่เท่ากัน เพราะยึดความยาวของไม้อันล่างตามรูปที่ข () กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่ไม่มีมีโนทัศน์ 12 คน ให้เหตุผลว่าไม้อันบนยาวกว่าเพราะยื่นยาวออกมามากกว่าอันล่าง 2 คน ให้เหตุผลว่าไม้อันบนยาวกว่า เพราะไม้อันล่างหักงอทำให้สั้นกว่าไม้อันบน และเมื่อนำตุ๊กตาเดินบนไม้ ทุกคนบอกว่าตุ๊กตาที่เดินบนไม้อันบนเดินได้ทางมากกว่าตุ๊กตาตัวที่เดินบนไม้อันล่างซึ่งหักงอ โดยให้เหตุผลแตกต่างกันดังนี้ 5 คน ยืนยันว่าเพราะไม้อันบนยาวกว่าดังนั้นระยะทางเดินต้องมากกว่าไม้อันล่าง 1 คน ให้เหตุผลว่าเดินบนไม้อันบนใช้เวลาเดินน้อยกว่าอันล่าง 5 คน ให้เหตุผลว่าตุ๊กตาตัวใดเมื่อเดินไปหมดระยะทางแล้วยืนอยู่ข้างหน้าอีกตัวหนึ่งจะเดินได้ทางมากกว่าที่เหลือ 3 คน ให้เหตุผลว่าไม้อันบนเป็นระยะทางตรงส่วนไม้อันล่างเป็นระยะทางหักงอ

สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบทที่ไม่มีมโนทัศน์ ทุกคนบอกว่าไม้อันบนยาวกว่าไม้อันล่าง 6 คน
 ไม่ให้เหตุผล 10 คนให้เหตุผลว่าไม้อันบนยื่นยาวออกมามากกว่า ที่เหลือนอกนั้นให้เหตุผล
 ว่า ไม้อันล่างหยักงอทำให้สั้นกว่าอันบนซึ่งตรง นำตุ๊กตาเดินบนไม้ พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้
 ทุกคนบอกว่าตุ๊กตาตัวที่เดินบนไม้อันบนเดินไครยะทางมากกว่าตุ๊กตาตัวล่าง 6 คน นำระยะ
 ทางไปสัมพันธ์กับความเร็วโดยให้เหตุผลว่าตุ๊กตาตัวบนเดินไครยะทางมากกว่า เพราะ
 เดินเร็วกว่า 1 คนให้เหตุผลว่าตัวบนเดินไครยะทางมากกว่าเพราะใช้เวลาเดินน้อย
 กว่า 16 คนให้เหตุผลว่าไม้อันบนยาวกว่า ดังนั้นตุ๊กตาตัวบนจึงเดินไครยะทางมากกว่า
 นอกนั้นให้เหตุผลว่าอันล่างหยักงออันบนตรงทำให้ระยะทางของตุ๊กตาที่เดินบนไม้อันบนยาว
 กว่า ลักษณะที่น่าสังเกตคือไม่มีการให้เหตุผลจากตำแหน่งยื่นของตุ๊กตาว่า ตัวใดยืนอยู่ข้าง
 หน้าอีกหนึ่งจะเดินไครยะทางมากกว่า ซึ่งมีอยู่ในลักษณะการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่ม
 ตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

นักเรียนที่อยู่ในระดับหัวเดียวหัวต่อ เป็นนักเรียนที่สามารถอนุรักษ์ความยาวของ
 ไม้ได้บางสภาพการณ์ของการทดสอบ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมี จำนวน 13 คน
 (ร้อยละ 13.54) กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีจำนวน 11 คน (ร้อยละ 11.46)

สรุปผลกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการของมโนทัศน์การอนุรักษ์ความยาวไม้
 หลายอันเป็นแบบเดียวกัน แต่จำนวนนักเรียนในระดับมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมี
 ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาระดับอายุ 6 - 7 ปี, 8 - 9 ปี
 10 - 11 ปี ก็พบความแตกต่างกันของจำนวนนักเรียนในระดับมโนทัศน์ทุกช่วงอายุของ
 กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าความสามารถในการอนุรักษ์ขึ้นอยู่กับ
 สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ลักษณะการให้เหตุผล ซึ่งมีอยู่ 3 แบบ แสดงถึงความแตกต่าง
 กันของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพ
 มหานคร ให้เหตุผลแบบทวนกลับมากที่สุดคือ ร้อยละ 50.72 กลุ่มตัวอย่างในชนบทให้
 เหตุผลแบบอิงลักษณะเดิมมากที่สุด คือ ร้อยละ 70.97 และแบบชดเชยเป็นแบบการให้
 เหตุผลที่มีน้อยที่สุดในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม สำหรับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีมโนทัศน์

การอนุรักษ์ ก็เนื่องจากการตัดสินใจโดยยึดตำแหน่งของปลายไม้ที่ยื่นยาวออกมาหรือสั้นลง โดยไม่ได้สัมพันธ์ความคิดกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของไม้

แบบทดสอบภาพการคิดในสมองภาพหนึ่ง

แบบทดสอบนี้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร จำนวน 96 คน และกลุ่มตัวอย่างในชนบทจำนวน 96 คน

1. พัฒนาการของมโนทัศน์

แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับที่ 1 ระดับไม่มีมโนทัศน์

ระดับที่ 2 ระดับที่เริ่มมีมโนทัศน์

ระดับที่ 3 ระดับที่มีมโนทัศน์

แสดงจำนวนนักเรียน แต่ละระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ในแต่ละระดับอายุ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในตารางที่ 15 และ 16

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างใน
กรุงเทพมหานคร ตามระดับพัฒนาการของมโนทัศน์
ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	1 (6.25)	6 (37.50)	9 (56.25)
7	16	1 (6.25)	6 (37.50)	9 (56.25)
8	16	-	4 (25.00)	12 (75.00)
9	16	-	4 (25.00)	12 (75.00)
10	16	-	7 (43.75)	9 (56.25)
11	16	-	4 (25.00)	12 (75.00)
รวม	96	2 (2.08)	31 (32.29)	63 (65.63)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบทตาม
ระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	2 (12.50)	7 (43.75)	7 (43.75)
7	16	1 (6.25)	11 (68.75)	4 (25.00)
8	16	-	5 (31.25)	11 (68.75)
9	16	1 (6.25)	7 (43.75)	8 (50.00)
10	16	-	5 (31.25)	11 (68.75)
11	16	-	4 (25.00)	12 (75.00)
รวม	96	4 (4.17)	39 (40.62)	53 (55.21)

จากตารางที่ 15 และ 16 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ 8 ปี เป็นระดับอายุที่มีมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง กลุ่มตัวอย่างในชนบทระดับอายุ 11 ปี เป็นระดับอายุที่มีมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่งซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีมโนทัศน์ด้านนี้เร็วกว่ากลุ่มตัวอย่างในชนบท 3 ปี

จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ที่ระดับอายุ 6 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 56.25 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 8 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 75 ซึ่งเป็นร้อยละที่ถือเป็นเกณฑ์อายุที่เกิดมโนทัศน์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบทที่ระดับอายุ 6 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 43.75 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้น จนถึงระดับอายุ 11 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 75 ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่งของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

ผลจากตารางที่ 15 และ 16 χ^2 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 2.44$, $df = 2$) และ χ^2 แสดงว่าการมีและไม่มีมโนทัศน์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกัน ($\chi^2 = 2.18$, $df = 1$)

เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับมโนทัศน์ในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองยังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง ของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบทเป็นช่วงอายุ

ระดับมโนทัศน์	อายุ 6 - 7		อายุ 8 - 9		อายุ 10 - 11	
	กรุงเทพฯ	ชนบท	กรุงเทพฯ	ชนบท	กรุงเทพฯ	ชนบท
I	2	3	} 8	} 13	} 11	} 9
II	12	18				
III	18	11	24	19	21	23
	$\chi^2 = 3.09$		$\chi^2_c = 1.13$		$\chi^2_c = 0.07$	
	(df = 2)		(df = 1)		(df = 1)	

จากตารางที่ 17 χ^2 แสดงว่าจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาของทั้งสองกลุ่มทุกช่วงอายุ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. ชนิดของความผิดพลาด

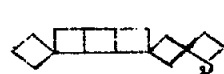
การวาดภาพความคิดในสมองภาพหนึ่งของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีความผิดพลาดเกิดขึ้น สรุปได้ 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 แบบรวม (Global) เป็นลักษณะความผิดพลาดที่เกิดรวมหลายอย่างเข้าด้วยกันในภาพเดียวกัน

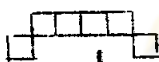
แบบที่ 2 แบบเบี่ยงเบน (Orientation) เป็นลักษณะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยไม่สามารถรักษาทิศทางในแนวดิ่ง หรือแนวนอน ได้อย่างถูกต้อง เช่น ภาพเป็น



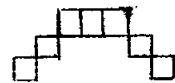
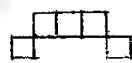
แต่นักเรียนทำ



แบบที่ 3 แบบทิศทาง (Direction) เป็นความผิดพลาดด้านทิศทาง เช่น



แบบที่ 4 แบบจำนวน (Number) เป็นความผิดพลาดของการเพิ่มจำนวนหรือลดจำนวนถึงที่รับรู้จากภาพแต่ละภาพ เช่น



แสดงความผิดพลาดในการวาดภาพการคิดในสมองภาพหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มในตาราง 18 และ 19

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 แสดงจำนวนความผิดพลาดในการสร้างมโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

อายุ	จำนวน	ชนิดของความผิดพลาด			
		I	II	III	IV
6	16	1	2	3	3
7	16	1	2	5	2
8	16	1	2	1	1
9	16	-	1	2	2
10	16	-	-	2	6
11	16	-	-	1	3
รวม	96	3 (3.12%)	7 (7.25%)	14 (14.58%)	17 (17.71%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 แสดงจำนวนความผิดพลาดในการสร้างโมเดลต้นค่านภาพการ
คิดในสมองภาพนิ่งของกลุ่มตัวอย่างในชนบท

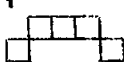
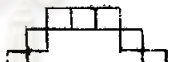
อายุ	จำนวน	ชนิดของความผิดพลาด			
		I	II	III	IV
6	16	-	10	4	5
7	16	1	5	5	6
8	16	-	7	2	2
9	16	1	5	3	4
10	16	1	2	2	2
11	16	-	2	3	4
รวม	96	3(3.12%)	31(32.29%)	19(19.79%)	23(23.95%)

จากตารางที่ 18 และ 19 แสดงชนิดของความผิดพลาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างระดับต่ำ มีความผิดพลาดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างระดับอายุสูง กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ 6, 7, 8 ปี มีความผิดพลาดทั้ง 4 แบบ ส่วนในระดับอายุ 9 ปี มีอยู่ 3 แบบ และในระดับอายุ 10 - 11 ปีมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบทิศทาง และแบบจำนวน ชนิดของความผิดพลาดที่พบมากที่สุดของกลุ่มตัวอย่างนี้ คือ แบบจำนวน (ร้อยละ 17.71) และชนิดที่พบน้อยที่สุดคือแบบรวม (ร้อยละ 3.12) กลุ่มตัวอย่างในชนบท ตั้งแต่ระดับอายุ 6 ปี ถึง 10 ปี มีความผิดพลาดทั้ง 4 แบบ ส่วนในระดับอายุ 11 ปีมีอยู่ 3 แบบ คือ แบบเบี่ยงเบน แบบทิศทาง และแบบจำนวน ชนิดของความผิดพลาดที่พบมากที่สุดของกลุ่มตัวอย่างนี้คือ แบบเบี่ยงเบน (ร้อยละ 32.29) และชนิดที่พบน้อยที่สุด คือ แบบรวม (ร้อยละ 3.12) สำหรับกลุ่ม

ตัวอย่างนี้ ชนิดของความผิดพลาดแบบเบี่ยงเบน พบมากที่สุดที่ระดับอายุต่ำ เช่น ที่ระดับอายุ 6 ปี มีร้อยละ 62.50

χ^2 แสดงว่าจำนวนนักเรียนที่แสดงความผิดพลาดแต่ละแบบกับรวมความผิดพลาดแบบอื่น ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นความผิดพลาดแบบเบี่ยงเบน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 18.90$, $df = 1$)

ความผิดพลาดแบบเบี่ยงเบน เกิดขึ้นทั้งสองกรณีคือ เมื่อผู้รับการทดสอบสร้างแบบโดยมีแบบอย่างใหญ่และสร้างแบบเมื่อนำแบบอย่างใหญ่ถูกออกไปแล้ว (รายละเอียดวิธีดำเนินการทดสอบ คู่มือภาคผนวก ข. ข้อที่ 1) แต่ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อนำแบบอย่างใหญ่ออกไปแล้ว ความผิดพลาดชนิดนี้มีในนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ 6, 7 ปี ถึง 9 ปี ระดับอายุที่สูงกว่านี้ไม่มี ส่วนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีทุกระดับอายุที่ดำเนินการทดสอบ

ความผิดพลาดด้านตัวเลข เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากความพยายามรักษาสมดุลของภาพที่มองเห็น และเก็บไว้ในสมอง โดยอาจลดจำนวนบล็อกไม้ลง เช่น  หรือ โดยเพิ่มจำนวนบล็อกไม้ขึ้น เช่น  เป็นชนิดของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทุกระดับอายุที่ดำเนินการทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนแรก เรียกว่า แบบให้ลอกแบบ ผู้วิจัยวางบล็อกไม้จำนวน 6 ก้อน ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดให้ (คู่มือภาคผนวก ข. ข้อ 1) แล้วให้นักเรียนผู้รับการทดสอบวางบล็อกไม้ให้เหมือนแบบที่วางให้ดู เสร็จแล้วนำแบบที่ใหญ่ และแบบที่นักเรียนสร้างออกไป จากบล็อกไม้ที่เหลืออยู่ จำนวน 12 ก้อน ให้นักเรียนเลือกและสร้างบล็อกไม้ให้มีลักษณะเหมือนเดิม

ตอนที่สอง เรียกว่าแบบใหญ่แบบ ผู้วิจัยวางบล็อกไม้จำนวน 6 ก้อน ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้ (ดูในภาคผนวก ข. ข้อ 1) วางทิ้งไว้ 20 วินาที แล้วนำแบบนี้ออกไป จากบล็อกไม้ที่เหลืออยู่จำนวน 18 ก้อน ให้นักเรียนเลือกและสร้างบล็อกไม้ให้มีลักษณะเหมือนเดิม

นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ในแต่ละระดับอายุจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก เริ่มรับการทดสอบด้วยแบบให้ลอกแบบก่อนแล้วจึงทำแบบใหญ่แบบกลุ่มที่สอง เริ่มรับการทดสอบด้วยแบบใหญ่แบบก่อนแล้วจึงทำแบบให้ลอกแบบ

ซึ่งแสดงความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพหนึ่ง ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยแยกออกเป็นสองแบบ ในตารางที่ 20 และ 21

ตารางที่ 20 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพหนึ่ง ทั้งสองแบบของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

อายุ	จำนวนคน	ดูแบบ	ลอกแบบ
6	16	9	14
7	16	10	14
8	16	13	15
9	16	13	15
10	16	12	13
11	16	12	16
รวม	96	69(71.88%)	87(90.62%)

ตารางที่ 21 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีนิทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพนิ่งทั้งสองแบบของกลุ่มตัวอย่างในชนบท

อายุ	จำนวน	คูแบบ	ลอกแบบ
6	16	8	13
7	16	5	14
8	16	12	15
9	16	8	15
10	16	12	15
11	16	12	16
รวม	96	57(59.38%)	88(91.67%)

จากตารางที่ 20 และ 21 แสดงให้เห็นจำนวนนักเรียนที่มีนิทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพนิ่งทั้งสองแบบ สำหรับแบบใหญ่แบบ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร (ร้อยละ 71.88) ทำได้ดีกว่ากลุ่มตัวอย่างในชนบท (ร้อยละ 59.38) และแบบให้ลอกแบบ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร (ร้อยละ 90.62) ทำได้ดีพอ ๆ กับกลุ่มตัวอย่างในชนบท (ร้อยละ 91.67)

เมื่อพิจารณาความสามารถในการทำแบบทดสอบทั้งสองแบบ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ ลักษณะที่ทำทั้งสองแบบได้เท่ากัน ลักษณะที่ทำได้เฉพาะแบบให้ลอกแบบและลักษณะที่ทำได้เฉพาะแบบใหญ่แบบแสดงความสามารถในการมีนิทัศน์ภาพการคิดในสมองทั้ง 3 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในตารางที่ 22 และ 23

ตารางที่ 22 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ ภาพการคิดในสมองทั้งสามลักษณะของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

อายุ	จำนวน	สองแบบ	รูปแบบ	ลอกแบบ
6	16	9	1	6
7	16	10	1	5
8	16	12	1	3
9	16	12	1	3
10	16	9	3	4
11	16	12	-	4
รวม	96	64(66.67%)	7(7.29%)	25(26.04%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบภาพการคิดในสมอง
ภาพนิ่ง ทั้งสามลักษณะของกลุ่มตัวอย่างในชนบท

อายุ	จำนวน	สองแบบ	คูแบบ	ลอกแบบ
6	16	9	1	6
7	16	5	1	10
8	16	11	1	4
9	16	9	-	7
10	16	11	1	4
11	16	12	-	4
รวม	96	57(59.38%)	4(4.17%)	35(36.45%)

จากตารางที่ 22 และ 23 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำแบบให้
ลอกแบบได้คึกกว่าแบบให้คูแบบ และส่วนใหญ่จะทำได้ทั้งสองแบบ

เมื่อพิจารณาวีธีดำเนินการทดสอบ จะพบว่า กลุ่มตัวอย่างกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมี
จำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนคนในแต่ละระดับอายุจะเริ่มรับการทดสอบด้วยแบบให้ลอก
แบบ และอีกกลุ่มหนึ่งเริ่มรับการทดสอบด้วยแบบให้คูแบบ ทั้งนี้เพื่อพิจารณาความสามารถ
ในการสร้างมโนทัศน์ จากสภาพการณ์เริ่มรับการทดสอบ ที่แตกต่างกัน

แสดงความสามารถในการสร้างมโนทัศน์จากสภาพการณ์เริ่มรับการทดสอบ
ด้วยแบบให้คูแบบของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองในตารางที่ 24 และ 25

ตารางที่ 24 แสดงจำนวนนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการคิดในสมองภาพหนึ่ง
เมื่อเริ่มรับการทดสอบด้วยแบบให้รูปแบบของกลุ่มตัวอย่างในกรุง
เทพมหานคร

อายุ	จำนวน	ทำไคสองแบบ	คูแบบ	ชอกแบบ
6	8	6	-	2
7	8	6	1	1
8	8	4	1	3
9	8	5	1	2
10	8	4	3	1
11	8	6	-	2
รวม	48	31(64.58%)	6(12.50%)	11(22.92%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 แสดงจำนวนนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการคิดในสมอง
ภาพนิ่ง เมื่อรับการทดสอบด้วยแบบให้ดูแบบ ของกลุ่ม
ตัวอย่างในชนบท

อายุ	จำนวน	ทำได้สองแบบ	ดูแบบ	ลอกแบบ
6	8	3	1	4
7	8	1	-	7
8	8	5	-	3
9	8	5	-	3
10	8	5	1	2
11	8	6	-	2
รวม	48	25(52.08%)	2(4.17%)	21(43.75%)

จากตารางที่ 24 และ 25 แสดงผลการดำเนินการทดสอบแบบให้ดูแบบก่อน
กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ทำได้เฉพาะแบบให้ดูแบบ 6 คน (ร้อยละ 12.50)
ส่วนใหญ่ทำได้ทั้งสองแบบ (ร้อยละ 64.58) สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบท ทำได้เฉพาะ
แบบให้ดูแบบ 2 คน (ร้อยละ 4.17) ส่วนใหญ่ทำได้ทั้งสองแบบ (ร้อยละ 52.08)

เมื่อพิจารณารวมกับตารางที่ 21 และ 22 พบว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพ-
มหานคร เกือบร้อยละเฉพาะแบบให้ดูแบบ 7 คน ในจำนวนนี้ 6 คน เริ่มทำการทดสอบ
ด้วยแบบให้ดูแบบ กลุ่มตัวอย่างในชนบทเกือบร้อยละเฉพาะแบบให้ดูแบบ 4 คน ใน
จำนวนนี้ 2 คน เริ่มทำการทดสอบด้วยแบบให้ดูแบบ

แสดงความสามารถในการสร้างมโนทัศน์จากสภาพการณ์เริ่มรับการทดสอบ
ด้วยแบบให้ลอกแบบของกลุ่มตัวอย่างในตารางที่ 26 และ 27

ตารางที่ 26 แสดงจำนวนนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการคิดในสมองภาพหนึ่ง
เมื่อเริ่มการทดสอบควยแบบไหลอกแบบ ของกลุ่มตัวอย่างใน
กรุงเทพมหานคร

อายุ	จำนวน	ทำไต่สองแบบ	คูแบบ	ออกแบบ
6	8	3	1	4
7	8	4	-	4
8	8	8	-	-
9	8	7	-	1
10	8	5	-	3
11	8	6	-	2
รวม	48	33 (68.75%)	1 (2.08%)	14 (29.17%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 แสดงจำนวนนักเรียนที่สามารถสร้างภาพการคิดในสมอง
ภาพนิ่งเมื่อเริ่มการทดสอบด้วยแบบให้ลอกแบบของกลุ่ม
ตัวอย่างในชนบท

อายุ	จำนวน	ทำได้สองแบบ	คูแบบ	ลอกแบบ
6	8	6	-	2
7	8	4	1	3
8	8	6	1	1
9	8	4	-	4
10	8	6	-	2
11	8	6	-	2
รวม	48	32(66.67%)	2(4.16%)	14(29.17%)

จากตารางที่ 26 และ 27 แสดงผลการดำเนินการทดสอบแบบให้ลอกแบบ
ก่อนกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครทำได้เฉพาะแบบให้ลอกแบบได้ 14 คน (ร้อยละ
29.17) และทำได้สองแบบ 33 คน (ร้อยละ 68.75) รวมทำแบบให้ลอกแบบได้
47 คน จากนักเรียนที่เข้ารับการทดสอบ 48 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบท ทำแบบ
ให้ลอกแบบได้ 14 คน (ร้อยละ 29.17) เท่ากับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพ
มหานคร และทำได้สองแบบ 32 คน (ร้อยละ 66.67) รวมทำแบบให้ลอกแบบได้ 46
คน จากนักเรียนที่เข้ารับการทดสอบ 48 คน

สรุปผล กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการของมโนทัศน์ภาพการคิดในสมอง
ภาพนิ่งเป็นแบบเดียวกัน และจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ไม่มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาเป็นช่วงอายุ 6 - 7 ปี, 8 - 9 ปี, 10 - 11 ปี

ก็พบว่า จำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีมโนทัศน์ที่ระดับอายุ 8 ปี กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีมโนทัศน์ที่ระดับอายุ 11 ปี ซึ่งแตกต่างกัน 3 ปี ความผิดพลาดของการสร้างมโนทัศน์มี 4 แบบ พบว่า จำนวนนักเรียนในแต่ละแบบของความผิดพลาดกับรวมความผิดพลาดแบบอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นความผิดพลาดแบบเบี่ยงเบน มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ชนิดของความผิดพลาดที่พบมากที่สุดของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร คือแบบจำนวนสำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบท คือ แบบเบี่ยงเบน ส่วนใหญ่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างสามารถทำแบบทดสอบได้ทั้งสองแบบคือ แบบให้ลอกแบบ และแบบให้ดูแบบ และเมื่อดำเนินการทดสอบโดยเริ่มด้วยแบบให้ดูแบบ หรือเริ่มด้วยแบบให้ลอกแบบก็ตาม นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจะทำแบบทดสอบให้ลอกแบบได้ดีกว่าแบบให้ดูแบบ

แบบทดสอบภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนไหวที่

แบบทดสอบนี้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร จำนวน 96 คน และกลุ่มตัวอย่างในชนบทจำนวน 96 คน

1. พัฒนาการของมโนทัศน์

แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับที่หนึ่ง ระดับไม่มีมโนทัศน์

ระดับที่สอง ระดับเริ่มมีมโนทัศน์

ระดับที่สาม ระดับที่มีมโนทัศน์

แสดงจำนวนนักเรียน แต่ละระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ในแต่ละระดับอายุของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ในตารางที่ 28, 29

ตารางที่ 28 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ตามระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนไหว

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	6(37.50)	6(37.50)	4(25.00)
7	16	3(18.75)	9(56.25)	4(25.00)
8	16	-	2(12.50)	14(87.50)
9	16	-	1(6.25)	15(93.75)
10	16	-	2(12.50)	14(87.50)
11	16	-	-	16(100.00)
รวม	96	9(9.38)	20(20.83)	67(69.79)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบท
ตามระดับพัฒนาการ ของมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพ
เคลื่อนที่

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์		
		I	II	III
6	16	10(62.50)	6(37.50)	-
7	16	8(50.00)	4(25.00)	4(25.00)
8	16	3(18.75)	7(43.75)	6(37.50)
9	16	1(6.25)	7(43.75)	8(50.00)
10	16	1(6.25)	5(31.25)	10(62.50)
11	16	-	3(18.75)	13(81.25)
รวม	96	23(23.96)	32(33.33)	41(42.71)

จากตารางที่ 28 และ 29 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ
8 ปี เป็นระดับอายุที่มีมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างใน
ชนบทระดับอายุ 11 ปี เป็นระดับอายุที่มีมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนที่
ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีมโนทัศน์ด้านนี้เร็วกว่ากลุ่มตัวอย่าง
ในชนบท 3 ปี

จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่ระดับอายุ 6 ปี มี
มโนทัศน์ร้อยละ 25.00 ระดับอายุ 8 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 87.50 เพิ่มขึ้นเมื่อระดับ
อายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 11 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 100 กลุ่มตัวอย่างในชนบทระดับ
อายุ 6 ปี ยังไม่มีมโนทัศน์ ระดับอายุ 7 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 25.00 และเพิ่มขึ้นเมื่อ
ระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 11 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 81.25 ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการ

ของมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

ผลจากตารางที่ 28 และ 29 χ^2 แสดงให้เห็นว่า จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีระดับชั้นมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 15.15$, $df = 2$) และ χ^2 แสดงว่าการมีและไม่มีมโนทัศน์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ($\chi^2 = 14.31$, $df = 1$)

เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับชั้นมโนทัศน์ในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองดังแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบทเป็นช่วงอายุ

ระดับมโนทัศน์	อายุ 6 - 7		อายุ 8 - 9		อายุ 10 - 11	
	กรุงเทพฯ	ชนบท	กรุงเทพฯ	ชนบท	กรุงเทพฯ	ชนบท
I	9	18	-	4	} 2	} 9
II	15	10	3	14		
III	8	4	29	14	30	23
	$\chi^2 = 5.33$		$\chi^2 = 16.35^{***}$		$\chi^2_c = 3.95^*$	
	(df = 2)		(df = 2)		(df = 1)	

ข้อสังเกต ***P < 0.001 *P < 0.05

จากตารางที่ 30 x^2 แสดงว่า จำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของ
กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในช่วงอายุ 8 - 9 ปี และ 10 - 11 ปี แตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และ 0.05 ตามลำดับ ในช่วงอายุ 6 - 7 ปี
พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2. ชนิดของความผิดพลาด

การวาดภาพความคิดในสมองภาพเคลื่อนไหวที่ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง
มีความผิดพลาดเกิดขึ้นสรุปได้ 7 แบบ คือ

ความผิดพลาดของภาพสี่เหลี่ยม มี 4 แบบ

ความผิดพลาดของเส้นภาพในภาพสี่เหลี่ยมมี 3 แบบ ดังนี้

1. ไม่มีการเคลื่อนที่ภาพสี่เหลี่ยมภาพบน หรือบางครั้งเขียนเส้นแทนการ

เคลื่อนที่ ดังภาพ



2. มีการเคลื่อนที่ภาพสี่เหลี่ยมภาพบน แต่ทิศทางการเคลื่อนที่ไม่ถูกต้อง

เช่น เคลื่อนที่ขึ้นข้างบน มาข้างหน้า หรือเคลื่อนที่มาวางด้านข้างดังภาพ



3. เพิ่มหรือลดขนาดของภาพสี่เหลี่ยมภาพล่างหรือภาพบน ดังภาพ





4. มีการเคลื่อนที่ภาพสี่เหลี่ยมภาพบนในทิศทางที่ถูกต้อง แต่ระยะทางการ
เคลื่อนที่ไม่ถูกต้อง เช่น เคลื่อนที่มากเกินไป หรือเคลื่อนที่น้อยไป

5. ไม่เขียนเส้นในภาพสี่เหลี่ยมที่มีเส้น หรือวางตำแหน่งของเส้นไม่ถูกต้อง

เช่น เขียนเส้นไว้นอกภาพสี่เหลี่ยม หรือวางไว้นบนหรือล่างของภาพสี่เหลี่ยม ดังภาพ



6. ไม่มีการเคลื่อนที่เส้นตามการเคลื่อนที่ของภาพสี่เหลี่ยม ค้างภาพ 
7. เคลื่อนที่เส้นแทนการเคลื่อนที่ภาพ หรือเคลื่อนที่ตำแหน่งของเส้นไป 

ตามทิศทางของการเคลื่อนที่ของภาพ ค้างภาพ

ภาพเดิม



เมื่อเคลื่อนที่ภาพบนไปเป็น



หรือภาพเดิม



เมื่อเคลื่อนที่ภาพบนไปเป็น



แสดงความผิดพลาดในการวาดภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนที่ของกลุ่ม
ตัวอย่างสองกลุ่มในตารางที่ 31, 32

ตารางที่ 31 แสดงจำนวนความผิดพลาดในการสร้างมโนทัศน์ด้วยภาพการ
คิดในสมองภาพเคลื่อนที่ของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

อายุ	จำนวน	ชนิดของความผิดพลาด						
		1	2	3	4	5	6	7
6	16	-	1	9	4	2	4	5
7	16	-	5	-	-	2	3	5
8	16	-	1	-	-	1	1	1
9	16	-	-	-	-	1	1	-
10	16	-	-	-	1	-	-	2
11	16	-	-	-	-	-	-	-
รวม	96	-	7	9	5	6	9	13
			(7.29%)	(9.37%)	(5.21%)	(6.37%)	(9.37%)	(13.54%)

ตารางที่ 32 แสดงจำนวนความผิดพลาดในการสร้างมโนทัศน์ภาพการคิดใน
สมองภาพเคลื่อนที่ของกลุ่มตัวอย่างในชนบท


อายุ	จำนวน	ชนิดของความผิดพลาด						
		1	2	3	4	5	6	7
6	16	7	6	9	4	6	6	3
7	16	5	2	8	1	7	5	3
8	16	1	4	3	-	2	6	6
9	16	-	4	1	-	2	3	2
10	16	-	-	1	-	3	2	1
11	16	-	1	-	1	-	3	1
รวม	96	13 (13.54%)	17 (17.71%)	22 (22.91%)	6 (6.25%)	20 (20.83%)	25 (26.04%)	16 (16.67%)

จากตารางที่ 31 และ 32 แสดงชนิดของความผิดพลาดของกลุ่ม ตัวอย่างทั้งสอง
กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างระดับอายุต่ำมีความผิดพลาดมากกว่ากลุ่ม ตัวอย่างระดับสูง กลุ่มตัวอย่าง
ในกรุงเทพมหานคร ทุกระดับอายุไม่มีความผิดพลาดชนิดที่ 1 ในระดับอายุ 6 ปี มีความผิดพลาด
6 ชนิด และลดลงเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 11 ปี ไม่มีความผิดพลาดชนิดของความ
ผิดพลาดที่มีมากที่สุด ก็ชนิดที่ 7 (ร้อยละ 13.54) สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบท ตั้งแต่ระดับ
อายุ 9 ปี ขึ้นไปไม่มีความผิดพลาดชนิดที่ 1 ในระดับอายุ 6 ปี มีความผิดพลาดทั้ง 7 ชนิด และ
ลดลงเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 11 ปี มีความผิดพลาด 4 ชนิด ชนิดของความผิดพลาด
ที่มีมากที่สุด คือ ชนิดที่ 6 (ร้อยละ 26.04) และชนิดที่มีน้อยที่สุด คือ 4 (ร้อยละ 6.25)
ความผิดพลาดชนิดที่ 4 และ 7 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีจำนวนใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มตัว
อย่างในชนบทมีมากกว่า นอกจากนั้น ความผิดพลาดชนิดอื่น ๆ กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีมากกว่ากลุ่ม
ตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร

χ^2 จะแสดงว่า จำนวนนักเรียนที่แสดงความคิดเห็น แบบที่ 1, 2, 3, 5, 6 แต่ละแบบกับรวม ความคิดเห็นแบบอื่น ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 11.88, 4.76, 6.50, 8.72, 9.15, df = 1$) สำหรับจำนวนนักเรียนที่แสดงความคิดเห็นแบบที่ 4 และ 7 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ





ความคิดเห็นแบบที่ 1 เป็นความคิดเห็นที่แตกต่างกันมากระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ความคิดเห็นนี้เกิดขึ้น เนื่องจากนักเรียนผู้รับการทดสอบ ยังยึดมั่นกับการรับรู้วัตถุที่ปรากฏตรงหน้า และในขณะเดียวกัน ก็พยายามจะเคลื่อนที่ภาพไปตามคำสั่งของผู้ดำเนินการทดสอบ แต่ยังไม่เข้าใจหลักการชดเชย (Compensation) ดังนั้นจึงยังคงวาดภาพสี่เหลี่ยมอยู่ในลักษณะเดิม และเขียนเส้นแทนการเคลื่อนที่

3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ




แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 3 คู่ ดังภาพ  คำเนิการทดสอบทีละคู่ โดยนักเรียนผู้รับการทดสอบต้องวาดภาพที่วางใหญ่ข้างตนเป็นรูปแรก แล้ววาดรูปที่สอง โดยต้องคิดว่าถ้าเคลื่อนที่ภาพบนในแนวเดิมไปทางขวามือเล็กน้อย แล้วภาพจะเป็นอย่างไร แล้วผู้วิจัย เคลื่อนภาพสี่เหลี่ยมภาพบนไปทางขวามือระยะทางเล็กน้อย และมากขึ้นจนสี่เหลี่ยมภาพบนเคลื่อนที่ออกจากสี่เหลี่ยมภาพล่างเป็นภาพที่สาม สี่และห้า ตามลำดับ คำเนิการอย่างเดียวกันทั้ง 3 คู่ ของภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข. ข้อ 1)

ในการวาดภาพที่สอง ซึ่งผู้รับการทดสอบจะต้องวาดภาพที่คิดว่าภาพสี่เหลี่ยมจะเคลื่อนที่ไปอย่างไร ในขณะที่ภาพที่ปรากฏอยู่ตรงหน้า เป็นภาพที่ไม่ได้เคลื่อนที่ จึงเกิดความผิดพลาดได้ง่าย โดยเฉพาะในเค็กเล็ก ชนิดของความผิดพลาดที่พบมากที่สุด คือ ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 6 ในการวาดภาพคู่ที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นภาพสี่เหลี่ยมที่มีเส้นอยู่ภายในภาพสี่เหลี่ยม ผู้รับการทดสอบจะต้องพิจารณาถึงระยะทางการเคลื่อนที่ของภาพสี่เหลี่ยมและการคงอยู่ของตำแหน่งเส้นภายในภาพสี่เหลี่ยม จึงเกิดความผิดพลาดชนิดที่ 6 และ 7 มาก

ปัญหาของการวาดภาพการคิดในสมองสรุปได้ 3 ประการ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง เป็นปัญหาคำนวณสัดส่วนของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเป็นความผิดพลาดชนิดที่ 3 ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีร้อยละ 9.37 กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีร้อยละ 22.91 มีลักษณะ 2 แบบ คือ แบบที่วาดให้สี่เหลี่ยมภาพใดภาพหนึ่งใหญ่ยื่นออกมา เช่น   ซึ่งความผิดพลาดชนิดนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อภาพที่ปรากฏอยู่ในลักษณะ  แลวดวงวาดภาพที่คิดว่า เมื่อเคลื่อนที่สี่เหลี่ยมภาพบนไปทางขวามือแล้วรูปจะเป็นอย่างไร อีกแบบหนึ่ง คือ  เกิดขึ้นในสภาพเดียวกัน เป็นความพยายามที่จะรักษาสมดุขันธ์ของภาพไว้ในขณะที่ต้องการเคลื่อนที่ภาพไปด้วย

ประการที่สอง เป็นปัญหาคำนวณระยะทางการเคลื่อนที่ของภาพสี่เหลี่ยมภาพบน ซึ่งค่อนข้างยากโดยเฉพาะในการวาดภาพที่ 2, 3, 4, ผู้วาดจะต้องเข้าใจในหลักการชดเชย (Compensation) ระหว่างภาพสี่เหลี่ยมสองภาพ และสังเกตเห็นรายละเอียดของการเคลื่อนที่ไปด้วย ซึ่งลักษณะเช่นนี้ยังไม่เกิดขึ้นในเด็กเล็ก

ประการที่สาม เป็นปัญหาคำนวณเส้นในภาพสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นความผิดพลาดชนิดที่ 5, 6, และ 7 โดยที่ภาพเคลื่อนที่ไปแล้ว แต่เส้นยังคงอยู่ที่เดิม ไม่ได้เคลื่อนที่คิดไปในตำแหน่งเดิมของภาพสี่เหลี่ยม เช่นเดิม  เมื่อเคลื่อนที่สี่เหลี่ยมภาพบนไปควรเป็น  แต่ความผิดพลาดชนิดนี้เป็น  ความผิดพลาดชนิดนี้เกิดขึ้นเมื่อผู้รับการทดสอบรับรู้การเคลื่อนที่ของภาพสี่เหลี่ยม แต่ไม่ได้พิจารณารายละเอียดทั้งหมด โดยยังคงยึดถือรายละเอียดของสภาพเดิมก่อนการเคลื่อนที่ ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นมากในเด็กเล็ก

สรุปผล กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีพัฒนาการของมโนทัศน์ด้วยภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนที่เป็นแบบเดียวกัน แต่จำนวนนักเรียนในระดับชั้นมโนทัศน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาเป็นช่วงอายุ 6 - 7 ปี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงอายุ 8 - 9 ปี, 10 - 11 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีมโนทัศน์ที่ระดับอายุ 8 ปี ส่วนกลุ่มตัวอย่างในชนบท มีมโนทัศน์ที่ระดับอายุ 11 ปี ซึ่งแตกต่างกัน 3 ปี ความผิดพลาดของการสร้างมโนทัศน์ มี 7 แบบ พบว่า จำนวนนักเรียนในแต่ละแบบกับรวมแบบอื่น ๆ ส่วนใหญ่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีความผิดพลาดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ชนิดของความผิดพลาดที่พบมากในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองคือ เรื่องเส้นไม่มีความสัมพันธ์ของภาพสี่เหลี่ยมและเส้นเมื่อมีการเคลื่อนที่ภาพ



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบการอนุรักษ์ปริมาณ

แบบทดสอบนี้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 128 คน กลุ่มตัวอย่างในเขตจำนวน 80 คน

1. พัฒนาการของมโนทัศน์

แบ่งออกเป็น 4 ระดับ

- ระดับที่ 1 ระดับที่ไม่มีการอนุรักษ์มวลสาร น้ำหนัก และปริมาตร
- ระดับที่ 2 ระดับที่มีการอนุรักษ์มวลสาร ไม่กล่าวถึงหรือไม่มีการอนุรักษ์ น้ำหนักและปริมาตร
- ระดับที่ 3 ระดับที่มีการอนุรักษ์มวลสาร น้ำหนัก แต่ไม่มีการอนุรักษ์ ปริมาตร หรือมีการอนุรักษ์ปริมาตรบางสภาพการณ์การทดสอบ
- ระดับที่ 4 ระดับที่มีการอนุรักษ์มวลสาร น้ำหนัก และปริมาตรหรือมีการ อนุรักษ์ปริมาตรทุกสภาพการณ์การทดสอบ

แสดงจำนวนนักเรียน แต่ละระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ในแต่ละระดับอายุ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในตารางที่ 33, 34, 35

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร (ระดับอายุ 9 - 13 ปี) ตามระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตร

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์			
		I	II	III	IV
9	16	2 (12.50)	2 (12.50)	11 (68.75)	1 (6.25)
10	16	2 (12.50)	2 (12.50)	9 (56.25)	3 (18.75)
11	16	-	3 (18.75)	9 (56.25)	4 (25.00)
12	16	-	4 (25.00)	4 (25.00)	8 (50.00)
13	16	1 (6.25)	4 (25.00)	7 (43.75)	4 (25.00)
รวม	80	5 (6.25)	15 (18.75)	40 (50.00)	20 (25.00)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนตามตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร (ระดับอายุ 14 - 16 ปี) ตามระดับพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณ

อายุ	จำนวน	ระดับมโนทัศน์			
		I	II	III	IV
14	16	1 (6.25)	1 (6.25)	9 (56.25)	5 (31.25)
15	16	-	1 (6.25)	6 (37.50)	9 (56.25)
16	16	-	1 (6.25)	3 (18.75)	12 (75.00)
รวม	48	1 (2.08)	3 (6.25)	18 (37.50)	26 (54.17)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในชนบทระดับพัฒนาการของมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตร

อายุ	จำนวน	ระดับมีโนทัศน์			
		I	II	III	IV
9	16	6 (37.50)	1 (6.25)	7 (43.75)	2 (12.50)
10	16	3 (18.75)	-	10 (62.50)	3 (18.75)
11	16	4 (25.50)	2 (12.50)	8 (50.00)	2 (12.50)
12	16	2 (12.50)	1 (6.25)	6 (37.50)	7 (43.75)
13	16	1 (6.25)	1 (6.25)	2 (12.50)	12 (75.00)
รวม	80	16 (20.00)	5 (6.25)	33 (41.25)	26 (32.50)

จากตารางที่ 33, 34, และ 35 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ระดับอายุ 16 ปี เป็นระดับอายุที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตร กลุ่มตัวอย่างในชนบทระดับอายุ 13 ปี เป็นระดับอายุที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างในชนบทมีมีโนทัศน์ด้านนี้เร็วกว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร 3 ปี

จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่ระดับอายุ 9 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 6.25 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 16 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 75 ซึ่งเป็นร้อยละที่ถือเป็นเกณฑ์อายุที่เกิดมีโนทัศน์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบทที่ระดับอายุ 9 ปี มีมีโนทัศน์ร้อยละ 12.50 และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับอายุ

เพิ่มขึ้นจนถึงระดับอายุ 13 ปี มีมโนทัศน์ร้อยละ 75 ซึ่งเป็นร้อยละที่ถือเป็นเกณฑ์อายุที่เกิดมโนทัศน์เช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการของมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

ผลจากตารางที่ 33 และ 35 χ^2 แสดงว่าจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้นมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 12.21, df = 3$) และ χ^2 แสดงว่าการมีและไม่มีมโนทัศน์ของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของ ระดับมโนทัศน์ในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มจึงแสดงในตารางที่ 36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 36 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับโมทีศันด้านการอนุรักษ์ปริมาณของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบท เป็นช่วงอายุ

ระดับโมทีศัน	อายุ 9 - 11		อายุ 12 - 13	
	กรุงเทพ	ชนบท	กรุงเทพ	ชนบท
	4	13	1	3
	7	3	8	2
	29	25	11	8
	8	7	12	19
	$\chi^2 = 6.73$		$\chi^2 = 6.65$	
	(df = 3)		(df = 3)	

จากตารางที่ 36 χ^2 แสดงว่าจำนวนนักเรียนในระดับชั้นโมทีศันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มในช่วงอายุ 9 - 11 ปี, 12 - 13 ปี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ย่อยลงไปในแต่ละระดับโมทีศันของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ดังแสดงในตารางที่ 37 , 38

ตารางที่ 37 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มย่อยของทุกระดับโมทัศน์ค่านการอนุรักษปริมาณของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในชนบท (ระดับอายุ 9 - 13 ปี)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ระดับที่ 1				ระดับที่ 2		ระดับที่ 3				ระดับที่ 4			
		ก	ข	ค	ง	ก	ข	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง
กรุงเทพมหานคร	80	2	2	1	-	15	-	17	16	-	-	7	2	-	11
ชนบท	80	6	2	5	3	5	-	13	6	7	7	11	2	1	12

ตารางที่ 38 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มย่อยของทุกระดับโมทัศน์ค่านการอนุรักษปริมาณของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร (ระดับอายุ 14-16 ปี)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ระดับที่ 1				ระดับที่ 2		ระดับที่ 3				ระดับที่ 4			
		ก	ข	ค	ง	ก	ข	ก	ข	ค	ง	ก	ข	ค	ง
กรุงเทพมหานคร		1	-	-	-	3	-	8	4	5	1	5	1	2	18

จากตารางที่ 37 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มย่อยของทุกระดับโมทัศน์ค่านการอนุรักษปริมาณ ซึ่งมีอยู่ 4 ระดับ คือ ระดับแรกเป็นระดับไม่มีโมทัศน์ค่านการอนุรักษเนื้อสาร น้ำหนักเนื้อปริมาณ ระดับที่สองเป็นระดับที่มีโมทัศน์ค่านการอนุรักษเนื้อสาร แต่ไม่มีโมทัศน์ค่านการอนุรักษน้ำหนัก และปริมาณ ระดับที่สาม เป็นระดับที่มีโมทัศน์ค่านการอนุรักษเนื้อสาร และน้ำหนัก แต่ไม่มีโมทัศน์ค่านการอนุรักษปริมาณ ระดับที่สี่เป็นระดับที่มีโมทัศน์ค่านการ

อนุรักษ์เนื้อสาร น้ำหนักและปริมาตรของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
ระดับที่หนึ่ง เป็นระดับที่ไม่สามารถอนุรักษ์มวลสาร น้ำหนักและปริมาตรแบ่ง
เป็น

- 1 ก. ไม่มีการอนุรักษ์เนื้อสาร ไม่กล่าวถึงน้ำหนัก
- 1 ข. ไม่มีการอนุรักษ์น้ำหนัก ไม่กล่าวถึงเนื้อสาร
- 1 ค. ไม่มีการอนุรักษ์เนื้อสารและน้ำหนัก
- 1 ง. ไม่มีการอนุรักษ์เนื้อสาร แต่อนุรักษ์น้ำหนักได้

พบว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่อยู่ในระดับนี้มี 5 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบทที่อยู่ในระดับนี้มี 16 คน กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร แสดงว่า ไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร มี 2 คน ไม่สามารถอนุรักษ์น้ำหนัก 2 คน ไม่สามารถอนุรักษ์ทั้งเนื้อสารและน้ำหนัก 1 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบท แสดงว่า ไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร 6 คน ไม่สามารถอนุรักษ์น้ำหนัก 2 คน ไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสารและน้ำหนัก 5 คน ไม่มีการอนุรักษ์เนื้อสาร แต่อนุรักษ์น้ำหนักได้ 3 คน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม ที่ละกลุ่มกับจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่เหลือของระดับเดียวกัน โดยใช้ Fisher Exact Probability พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญ

ระดับที่สอง เป็นระดับที่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร ไม่สามารถอนุรักษ์น้ำหนักและปริมาตร แบ่งออกเป็น

- 2 ก. มีการอนุรักษ์เนื้อสารไม่กล่าวถึง น้ำหนัก
- 2 ข. มีการอนุรักษ์เนื้อสาร แต่ไม่มีการอนุรักษ์น้ำหนัก

พบว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่อยู่ในระดับนี้มี 15 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบทมี 5 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแสดงถึงความสามารถในการอนุรักษ์เนื้อสาร โดยไม่กล่าวถึงน้ำหนัก และไม่พบว่า มีการอนุรักษ์เนื้อสารโดยไม่มีการอนุรักษ์น้ำหนักเลย เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่มีการอนุรักษ์เนื้อสารโดยไม่กล่าวถึงน้ำหนักของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม โดยใช้ Fisher Exact Probability พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญ

ระดับที่สาม เป็นระดับที่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร และน้ำหนัก แต่ไม่สามารถอนุรักษ์ปริมาตร แบ่งออกเป็น

- 3 ก. มีการอนุรักษ์น้ำหนัก ไม่ได้กล่าวถึงเนื้อสาร
- 3 ข. มีการอนุรักษ์ทั้ง เนื้อสารและน้ำหนัก
- 3 ค. มีการอนุรักษ์ปริมาตรบางสภาพการณ์
- 3 ง. ไม่มีการอนุรักษ์เนื้อส และหรือน้ำหนัก แต่มีการอนุรักษ์ปริมาตร

พบว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่อยู่ในระดับนี้ มี 40 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบทมี 33 คน จำนวนนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับนี้คือ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีร้อยละ 50 กลุ่มตัวอย่างในชนบทมี ร้อยละ 41.25 กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร แสดงว่าสามารถอนุรักษ์น้ำหนักโดยไม่ได้กล่าวถึงเนื้อสาร 17 คน มีการอนุรักษ์ทั้ง เนื้อสารและน้ำหนัก 16 คน สามารถอนุรักษ์ปริมาตรบางสภาพการณ์ 7 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบทแสดงว่า สามารถอนุรักษ์น้ำหนักโดยไม่กล่าวถึงเนื้อสาร 13 คน มีการอนุรักษ์ทั้ง เนื้อสารและน้ำหนัก 6 คน มีการอนุรักษ์ปริมาตรบางสภาพการณ์ 7 คน และสามารถอนุรักษ์ปริมาตรโดยไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสารและหรือน้ำหนัก 7 คน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม ที่ละกลุ่มกับจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่เหลือของระดับเดียวกัน โดยใช้ ไคสแควร์ (Chi - Square) พบว่าจำนวนนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มย่อยที่ 3 ข. และ 3 ง. ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 4.09, 7.09$ df = 1) สำหรับจำนวนนักเรียนในกลุ่มย่อยอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ระดับที่สี่ เป็นระดับที่มีความสามารถในการอนุรักษ์เนื้อสำรน้ำหนั และ ปริมาตร แมงออกเป็น

4 ก. มีการอนุรักษ์เนื้อสำร โดยไม่ไค้กล่าวถึงน้ำหนั มีการอนุรักษ์ ปริมาตร

4 ข. มีการอนุรักษ์น้ำหนั โดยไม่ไค้กล่าวถึงเนื้อสำร มีการอนุรักษ์ ปริมาตร

4 ค. มีการอนุรักษ์เนื้อสำร น้ำหนั และปริมาตร

4 ง. มีการอนุรักษ์ปริมาตรทุกสภาพการณ

พบว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครที่อยู่ในระดับนี้ มี 20 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบท มี 26 คน กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครความสามารถในการอนุรักษ์เนื้อสำรและ ปริมาตร 7 คน มีความสามารถในการอนุรักษ์น้ำหนัและปริมาตร 2 คน มีความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตรทุกสภาพการณ 11 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีความสามารถในการอนุรักษ์เนื้อสำรและปริมาตร 11 คน มีความสามารถในการอนุรักษ์น้ำหนั และปริมาตร 2 คน มีความสามารถในการอนุรักษ์เนื้อสำรน้ำหนั และปริมาตร 1 คน มีความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตรทุกสภาพการณ 12 คน เมื่อเปรียบเทียบจำนวน คนในกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม นี้จะก้ดกับจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่เหลือของระดับเดียวกัน โดยใช้ไค้สแควร์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางที่ 36 แสดงจำนวนคนในกลุ่มย่อยของทุกระดับโมทัศน์้าน การอนุรักษ์ปริมาตร ึ่งมีอยู่ 4 ระดับ เช่นเดียวกับผลจากตารางที่ 34 แสดงให้เห็นว่า ในระดับอายุที่สูงขึ้น จำนวนคนส่วนใหญ่จะมีอยู่ในระดับที่ 3 และระดับที่ 4 ซึ่งเป็นระดับที่แสดงถึงความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตร

ลักษณะที่น่าสังเกตคือ ความสามารถในการอนุรักษ์น้ำหนัก แต่ไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร (1 ง.) และความสามารถในการอนุรักษ์ปริมาตร โดยไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสารหรือน้ำหนัก หรือทั้งสองอย่าง (3 ง.) พบลักษณะนี้ของกลุ่มตัวอย่างในชนบท และไม่พบสำหรับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ซึ่งลักษณะนี้เป็นลักษณะที่แตกต่างกับการค้นพบในเด็กสวิสของเพียเจท์ ที่พบว่า เด็กจะสามารถอนุรักษ์เนื้อสารได้ก่อนการอนุรักษ์น้ำหนัก และจะสามารถอนุรักษ์เนื้อสารและน้ำหนักก่อนการอนุรักษ์ปริมาตร

2. ชนิดของเหตุผล

แบ่งออกเป็น 2 ระดับ

ก. ระดับที่ไม่มีการอนุรักษ์ปริมาตร กล่าวถึง

1. ขนาด รูปร่าง จำนวนเนื้อดินน้ำมัน เช่น ขนาดใหญ่ เนื้อดินน้ำมันมาก รูปร่างผอม
2. สภาพการณ์ในขณะนั้น เช่น ถูกตีคออกเป็นชิ้นเล็ก
ดินน้ำมันตกลงไปอยู่บนแก้ว
3. น้ำหนัก เช่น เบา หนัก
4. ความแข็งของดินน้ำมัน ผลที่เกิดจากการใส่ดินน้ำมัน
ลงไปในน้ำ เช่น เป็นสสารมีรูปทรงแน่นอน ถูกทำให้จมลงไปใต้น้ำ
5. ความหนาแน่น เช่น ความแข็ง ความนิ่ม
6. พื้นที เช่น การตอกลงที่อยู่น้ำของดินน้ำมัน การที่
น้ำถูกแทนที่

ข. ระดับที่มีการอนุรักษ์ปริมาตร กล่าวถึง

7. การอนุรักษ์เนื้อสาร ทั้งแบบถึงลักษณะเดิม แบบชดเชย
และแบบทวนกลับ

8. การอนุรักษ์น้ำหนัก ทั้งแบบอิงลักษณะเดิม แบบชดเชย และแบบทวนกลับ

9. พื้นที่ ปริมาตร รูปร่าง ขนาด และอื่น ๆ

10. ความหนาแน่น เช่น ความแน่นของเนื้อสาร จำนวนโมเลกุล

แสดงจำนวนนักเรียนที่ให้เหตุผลแบบต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง ใน ตารางที่ 39, 40, และ 41

ตารางที่ 39 แสดงจำนวนเหตุผลของการมีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตรของ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร (ระดับอายุ 9 - 13 ปี)

อายุ	จำนวน	ชนิดของเหตุผล									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	16	7	2	12	-	1	2	1	-	1	-
10	16	9	5	10	2	1	3	-	1	1	-
11	16	9	1	6	1	3	4	1	-	4	-
12	16	8	1	4	-	-	-	6	1	3	-
13	16	10	2	6	3	1	-	-	1	4	1
รวม	80	43	11	38	6	6	9	8	3	13	1
		(53.75%)	(13.75%)	(47.50%)	(7.50%)	(7.50%)	(11.25%)	(10.00%)	(3.75%)	(16.25%)	(1.25%)

ตารางที่ 40 แสดงจำนวนเหตุผลของการมีมีโนทัศน์ค่านการอนุรักษ์ปริมาตร
ของกุ่มตัวอย่าง ในกรุงเทพมหานคร (ระดัับอายุ
14 - 16 ปี

อายุ	จำนวน	ชนิดของเหตุผล									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	16	6	1	6	-	2	3	-	1	5	-
15	16	8	2	7	-	-	-	-	-	6	-
16	16	4	-	1	-	-	2	5	1	10	-
รวม	48	18 (37.50%)	3 (6.25%)	14 (29.17%)	-	2 (4.17%)	5 (10.42%)	5 (10.42%)	2 (4.17%)	21 (43.75%)	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 41 แสดงจำนวนเหตุผลของการมีโมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตร
ของกลุ่มตัวอย่างในชนบท

อายุ	จำนวน	ชนิดของเหตุผล									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	16	9	4	5	-	-	-	1	1	-	-
10	16	7	5	7	-	-	-	2	1	-	-
11	16	6	3	6	-	1	1	-	1	1	-
12	16	7	1	4	-	-	2	2	2	3	-
13	16	1	1	2	-	-	-	6	-	7	-
รวม	80	30 (37.50%) (17.50%)	14 (30.00%)	24	-	1 (1.25%)	3 (3.75%)	11 (13.75%)	5 (6.25%)	11 (13.75%)	-

จก ตารางที่ 39 และ 41 แสดงว่าจำนวนนักเรียนที่แสดงเหตุผล
ชนิดที่ 1, 3, 4, แต่ละชนิดกับเหตุผลรวมชนิดอื่น ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมี
ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 4.26, 5.16, 4.32, df = 1$) สำหรับจำนวน
นักเรียนที่แสดงเหตุผลชนิดอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาลักษณะการให้เหตุผล พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มให้เหตุผล
โดยคำนึงถึง ขนาดรูปร่าง และจำนวนเนื้อของดินน้ำมัน (ชนิดที่ 1) มากที่สุด คือ
กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีร้อยละ 53.75 และกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีร้อยละ

37.50 สำหรับลักษณะของเหตุผลที่มีมากเป็นที่สอง คือการอ้างถึง น้ำหนักของคินน้ำมัน (ชนิดที่ 3) กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีร้อยละ 47.50 และกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีร้อยละ 30.00 เหตุผลเกี่ยวกับความแข็งของคินน้ำมัน (ชนิดที่ 4) ไม่พบในกลุ่มตัวอย่างในชนบท แต่กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีร้อยละ 7.50

จากตารางที่ 40 แสดงชนิดของเหตุผลของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร รัศมีอายุ 14 - 16 ปี ชนิดของเหตุผลที่พบมากที่สุดคือ ลักษณะที่อ้างถึงพื้นที่ ปริมาตร รูปร่าง และขนาด ของเนื้อคินน้ำมัน และก้อนเหล็ก (ชนิดที่ 9) มีร้อยละ 43.75 ชนิดที่พบรองลงมาคือ ลักษณะที่อ้างถึง รูปร่าง ขนาด และจำนวนเนื้อสาร (ชนิดที่ 1) มีร้อยละ 37.50

3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยคินน้ำมันรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ 2 ก้อน สีต่างกัน ก้อนเหล็กรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดเท่ากับคินน้ำมัน 1 ก้อน แก้วน้ำขนาดเท่ากัน 2 ใบ บรรจุน้ำระดับเท่ากัน เนื่องจากเป็นแบบทดสอบในชั้นคิดปฏิบัติการควายนามธรรม จึงให้นักเรียนผู้รับการทดสอบยอมรับในตอนแรกว่า คินน้ำมัน 2 ก้อน มีขนาดเท่ากัน แล้วจึงให้ทายว่า ถ้านำคินน้ำมันขนาดเท่ากัน รูปร่างเหมือนกัน 2 ก้อน ใส่ลงในแก้วน้ำ ก้อนละใบ หรือถ้านำคินน้ำมันขนาดเท่ากัน รูปร่างต่างกัน 2 ก้อน ใส่ลงในแก้วน้ำ ก้อนละใบ และถ้านำคินน้ำมัน และก้อนเหล็ก ขนาดเท่ากัน รูปร่างเหมือนกัน ใส่ลงในแก้วน้ำ ก้อนละใบ แล้วน้ำในแก้วน้ำจะเป็นอย่างไร ถูกแทนที่อย่างไร ระดับน้ำจะสูงเท่ากัน หรือต่างกันอย่างไร (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข. ข้อ 1) การทดสอบมโนทัศน์การอนุรักษ์ปริมาตร จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการอนุรักษ์เนื้อสาร และน้ำหนักควาย เช่น ตอนเปรียบเทียบปริมาณของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยคินน้ำมัน 2 ก้อน ที่มีขนาดเท่ากัน แต่รูปร่างแตกต่างกัน

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครมีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตรที่ระดับอายุ 16 ปี กลุ่มตัวอย่างในชนบทมีมโนทัศน์ด้าน

การอนุรักษปริมาตรที่ระดับอายุ 13 ปี เมื่อพิจารณาลักษณะการให้เหตุผลของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง พบว่า เน้นลักษณะเดียวกัน คือ ลักษณะที่คำนึงถึง ขนาด รูปร่าง และจำนวนเนื้อของคินน้ำมัน (ชนิดที่ 1) มากที่สุด ลักษณะรองลงมา คือลักษณะที่คำนึงถึง น้ำหนักของคินน้ำมัน (ชนิดที่ 3)

จากการทดสอบนักเรียนระดับอายุ 9 - 13 ปี พบว่านักเรียนผู้รับการทดสอบทุกคนยอมรับในตอนแรกว่า คินน้ำมัน 2 ก้อน มีขนาดเท่ากัน โดยให้เหตุผลว่า เนื่องจากขนาด รูปร่าง ปริมาณเนื้อสารหรือน้ำหนักเท่ากัน และทุกคนทายว่า ถ้านำคินน้ำมัน 2 ก้อน ที่มีขนาดเท่ากันนี้ใส่ลงในแก้วน้ำก่อนละใบ ระดับน้ำจะสูงขึ้นเท่ากัน โดยให้เหตุผลแตกต่างกัน สรุปได้เป็น 3 แบบ คือ

แบบแรก อ้างถึงปริมาณของเนื้อสาร ซึ่งจะยึดถือลักษณะการให้เหตุผลแบบนี้ตลอดไปทุกสภาพการณ์ของการทดสอบ นักเรียนที่ให้เหตุผลลักษณะนี้บางคนมีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร บางคนไม่มีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร หรืออ้างปริมาณของเนื้อสาร เมื่อเปรียบเทียบคินน้ำมัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับก้อนเหล็กจะอ้างถึงน้ำหนักของสาร นักเรียนที่ให้เหตุผลลักษณะนี้ทุกคนไม่มีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร

แบบที่สอง อ้างถึงน้ำหนักของเนื้อสารและยึดถือลักษณะการให้เหตุผลแบบนี้ตลอดไปทุกสภาพการณ์ของการทดสอบ นักเรียนที่ให้เหตุผลลักษณะนี้ทุกคนไม่มีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร หรืออ้างถึงน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบคินน้ำมัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับก้อนเหล็กจะอ้างถึงปริมาตรของสารลักษณะนี้พบน้อยมาก (2 คน เฉพาะกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร) นักเรียนที่ให้เหตุผลลักษณะนี้มีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร

แบบที่สาม อ้างถึง ปริมาตรของสาร ทุกสภาพการณ์ของการทดสอบ นักเรียนที่ให้เหตุผลลักษณะนี้ ทุกคนมีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร หรืออ้างถึงปริมาตร เมื่อเปรียบเทียบคินน้ำมัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับก้อนเหล็กจะอ้างถึงน้ำหนัก นักเรียนที่ให้เหตุผลลักษณะนี้ทุกคนไม่มีโมทัศน์คานการอนุรักษปริมาตร

นักเรียนที่ไม่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณ (ระดับ I - III) ระดับอายุ 9 - 13 ปี กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีจำนวน 60 คน กลุ่มตัวอย่างในชนบท มีจำนวน 54 คน กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีลักษณะการคิดโดยคำนึงถึงเนื้อสารทุกสภาพการณ์ของการทดสอบ นักเรียนจำนวน 2 คน จาก 9 คน ที่ให้เหตุผลลักษณะนี้ ไม่สามารถอนุรักษ์ปริมาณ โดยเข้าใจว่าก้อนเหล็กมีเนื้อแน่นกว่าคินน้ำมัน จึงควรมีเนื้อสารมากกว่าเมื่อมีขนาดเท่ากัน ดังนั้นจะแทนที่น้ำได้มากกว่า ลักษณะการคิดโดยคำนึงถึงเนื้อสารตอนที่เปรียบเทียบระดับน้ำของคินน้ำมันสองก้อน แก่ตอนที่เปรียบเทียบระดับน้ำของคินน้ำมันกับก้อนเหล็ก คำนึงถึงน้ำหนัก ทุกคนไม่สามารถอนุรักษ์ปริมาณ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน รูปร่างเหมือนกัน เด็กทุกคนจะยอมรับว่าระดับน้ำจะสูงขึ้นเท่ากัน เมื่อเปลี่ยนรูปร่างของวัตถุเดียวกันนี้ (ตรงหน้านักเรียนผู้รับการทดสอบ) ให้เปรียบเทียบระดับน้ำ เด็กเล็กที่ยังไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร จะบอกว่าระดับน้ำสูงขึ้นไม่เท่ากัน ซึ่งให้เหตุผลแตกต่างกัน เช่น เพราะคินน้ำมันก้อนหนึ่งผอมกว่า เมื่อแทนที่น้ำ ระดับน้ำจึงขึ้นมาน้อยกว่า สำหรับนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์เนื้อสาร จะอนุรักษ์ได้เฉพาะวัตถุที่มีน้ำหนักเท่ากันเท่านั้น ถ้าน้ำหนักต่างกันแม้ว่ารูปร่างและขนาดจะเท่ากันก็จะให้เหตุผลว่าก้อนเหล็กซึ่งหนักกว่าจะแทนที่น้ำ หรือต้องการที่อยู่ใต้น้ำมากกว่าคินน้ำมันซึ่งเบากว่า ลักษณะเช่นนี้พบในนักเรียนอายุ 9 ปี จนถึงอายุ 16 ปี นักเรียนส่วนใหญ่จะให้เหตุผลลักษณะนี้ ลักษณะการคิดโดยคำนึงถึงน้ำหนักทุกสภาพการณ์ของการทดสอบ พบว่า ทุกคนไม่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณ ลักษณะการคิดโดยคำนึงถึงน้ำหนักและเนื้อสาร เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยคินน้ำมัน 2 ก้อน ที่มีรูปร่างไม่เหมือนกัน และเมื่อรูปร่างเหมือนกันจะเปรียบเทียบระดับน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยคินน้ำมัน 2 ก้อน หรือ ด้วยก้อนเหล็ก โดยคำนึงถึงปริมาณผลจากการทดสอบ พบว่า ไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสารและน้ำหนัก แต่สามารถอนุรักษ์ปริมาณ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบโดยใช้คินน้ำมันรูปทรงแตกต่างกัน และลูกบาศก์ไม้ พบว่านักเรียนให้คำตอบว่าวัตถุที่มีปริมาณเท่ากัน จะต้องมีรูปทรงเดียวกัน

จึงยึดถือรูปทรงเป็นเกณฑ์ ซึ่งแสดงว่า ยังไม่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณที่แท้จริง ลักษณะนี้พบในนักเรียนระดับอายุ 9 - 13 ปี จำนวน 1 คน และนักเรียนระดับอายุ 14 - 16 ปี จำนวน 1 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบทมีลักษณะการคิดให้เหตุผล เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร ยกเว้น ไม่มีลักษณะการคิดโดยยึดถือรูปทรงเป็นเกณฑ์ ลักษณะการคิดให้เหตุผลที่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร คือ ความสามารถในการอนุรักษ์น้ำหนัก โดยไม่สามารถอนุรักษ์มวลสาร (1 ง.) พบจำนวน 3 คน และอีกลักษณะหนึ่งการแสดงถึงความไม่สามารถอนุรักษ์เนื้อสาร หรือน้ำหนัก แต่สามารถอนุรักษ์ปริมาตรได้ (3 ง.) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบโดยใช้ดินน้ำมันรูปร่างแตกต่างกัน และลูกบาศก์ไม่เปรียบเทียบการแทนที่น้ำกับดินน้ำมันก่อนเดิม และก่อนเหล็ก โดยมีขนาดเท่ากัน ไม่พบเหตุผลอื่นใด ยังคงยืนยันลักษณะเดิม จำนวน 7 คน

นักเรียนที่มีมีโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาตร สำหรับกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร พบว่า มีลักษณะการคิดให้เหตุผลโดยคำนึงถึงปริมาตร เป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 16.25) ส่วนกลุ่มตัวอย่างในชนบท พบว่า มีลักษณะการคิดให้เหตุผลโดยคำนึงถึงปริมาตรและเนื้อสาร เท่ากัน (ร้อยละ 13.75)

สรุปผล กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีระดับขั้นพัฒนาการของมีโนทัศน์การอนุรักษ์ปริมาตรเป็นแบบเดียวกัน (ยกเว้น 10 คน สำหรับกลุ่มตัวอย่างในชนบท) แตกต่างกัน ระหว่างจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาเป็นกลุ่มย่อยของแต่ละระดับมีโนทัศน์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ลักษณะการให้เหตุผลซึ่งมีอยู่ 10 ชนิด พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างของเหตุผลแต่ละชนิดกับเหตุผลรวมชนิดอื่น ๆ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญ ชนิดของเหตุผลที่พบมากที่สุดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง คือ การอ้างถึงเนื้อสาร ขนาด และรูปร่างของดินน้ำมันสองก้อน สำหรับนักเรียนที่ไม่มีมีโนทัศน์การอนุรักษ์ปริมาตรส่วนใหญ่เนื่องจากเน้นน้ำหนักของวัตถุไปสัมพันธ์กับปริมาตรของวัตถุ โดยมองข้ามขนาดและรูปร่างของวัตถุ

เปรียบเทียบผลการวิจัย ระยะเวลาที่เด็กมีโน้ตค้นการอนุรักษ์ความยาวและ ปริมาตร มโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เด็ก ไทยในกรุงเทพมหานครและกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยในชนบทกับเกณฑ์ปกติของเด็กสวิส

ตารางที่ 42 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่มีโน้ตค้นการอนุรักษ์ และคำานภาพการคิดในสมองของกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยในกรุง เทพมหานคร และชนบทกับเด็กสวิส

แบบทดสอบ	เด็กสวิส	เด็กไทย	
		กรุงเทพฯ	ชนบท
การอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน ¹	9 ปี	8 ปี	11 ปี
การอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน ²	9 ปี	8 ปี	11 ปี
ภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง ³	-	8 ปี	11 ปี
ภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนไหว ⁴	7 ปี	8 ปี	11 ปี
การอนุรักษ์ปริมาตร ⁵	11 ปี	16 ปี	13 ปี

¹Opper, "Intellectual Development in Thai Children,"p.238.

²Ibid.

³Ibid.

⁴Ibid.

⁵Ibid., p. 234.

จากตารางที่ 42 ระบุว่าอายุที่เป็นเกณฑ์ปกติของเด็กสวีต ซึ่งออปปเปอร์ ใช้ในการเปรียบเทียบกับระดับอายุที่ค้นพบในเด็กไทย เมื่อ 8 ปี ที่ผ่านมา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า มโนทัศน์การอนุรักษ์ความยาว ทั้งแบบไม้สองอันและแบบไม้หลายอัน ของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครดีกว่า เกณฑ์ปกติของเด็กสวีต 1 ปี แต่ของกลุ่มตัวอย่างในชนบทต่ำกว่า 2 ปี มโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพหนึ่ง ไม่มีระดับอายุเกณฑ์ปกติของเด็กสวีตที่จะเปรียบเทียบ มโนทัศน์ภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครต่ำกว่า เกณฑ์ปกติของเด็กสวีต 1 ปี และกลุ่มตัวอย่างในชนบทต่ำกว่า 4 ปี มโนทัศน์การอนุรักษ์ปริมาตร กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครต่ำกว่าเกณฑ์ปกติของเด็กสวีต 5 ปี และกลุ่มตัวอย่างในชนบทต่ำกว่า 2 ปี



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3

เปรียบเทียบผลการวิจัย ระยะเวลาที่เกิดมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาว และปริมาตร มโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่ระหว่างกลุ่ม ตัวอย่างเด็กไทยในกรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างเด็กไทยในชนบทกับผลการวิจัย ของ ออปเปอ์

ตารางที่ 43 แสดงการ เปรียบเทียบระยะเวลาที่มีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ และด้านภาพการคิดในสมอง ของกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร และชนบทระหว่างการวิจัยครั้งนี้กับผลการวิจัยของออปเปอ์

แบบทดสอบ	ออปเปอ์		วิจัยครั้งนี้	
	กรุงเทพ	ชนบท	กรุงเทพ	ชนบท
การอนุรักษ์ความยาวของไม้สองอัน	9 ปี	11 ปี	8 ปี	11 ปี
การอนุรักษ์ความยาวของไม้หลายอัน	10-11 ปี	11 ปี	8 ปี	11 ปี
ภาพการคิดในสมองภาพนิ่ง	10 ปี	11 ปี	8 ปี	11 ปี
ภาพการคิดในสมองภาพเคลื่อนไหว	10 ปี	11 ปี	8 ปี	11 ปี
การอนุรักษ์ปริมาตร	> 16 ปี	16 ปี	16 ปี	13 ปี

ข้อสังเกต > 16 ปี หมายถึง ระยะเวลา 16 ปี ยังไม่มีมโนทัศน์

จากตารางที่ 43 พบว่าผลการวิจัยครั้งนี้ โดยทั่วไปกลุ่มตัวอย่างใน กรุงเทพมหานคร เกิดมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ความยาวและภาพการคิดในสมอง เร็วกว่าผลการวิจัยของออปเปอ์ แต่กลุ่มตัวอย่างในชนบท พบว่า เกิดขึ้นเท่ากับผลการ-

วิจัยของออปเปอร์ คือกลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร มีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ ความยาวของไม้สองชั้น คือว่าผลการวิจัยของออปเปอร์ 1 ปี มโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ ความยาวของไม้หลายชั้น คือว่าผลการวิจัยของออปเปอร์ 2 - 3 ปี มโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณคือว่าผลการวิจัยของออปเปอร์ โดยไม่ทราบจำนวนปีที่ศึกษา เนื่องจาก ผลการวิจัยของ ออปเปอร์ ไม่พบระดับอายุที่มีมโนทัศน์ สำหรับมโนทัศน์ด้านภาพการคิดในสมองทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่ คือว่าผลการวิจัยของออปเปอร์ 2 ปี ส่วนกลุ่ม ตัวอย่างในชนบท มีมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ ความยาวทั้งของไม้สองชั้นและหลายชั้น มโนทัศน์ภาพการคิดในสมองทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่ ระดับอายุเกี่ยวข้องกับผลการ วิจัยของ ออปเปอร์ สำหรับมโนทัศน์ด้านการอนุรักษ์ปริมาณ พบว่าคือว่าผลการวิจัย ของ ออปเปอร์ 3 ปี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย