



อุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ระดับประถมศึกษา

ห้องสมุด



นางสาวพริษา อินทะพันธ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตรอุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2531 :

Form with fields for เลขหมู่, เลขทะเบียน, and วัน เดือน ปี. Includes handwritten number 00030400065 and date 21 กค 2531.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ที่ใช้กันในประเทศในปัจจุบัน ยังไม่ได้รับการส่งเสริมให้มีการผลิตขึ้นมามากเท่าที่ควรและเพียงพอกับนักเรียนซึ่งมีมากในปัจจุบัน บางชิ้นขาดความเหมาะสมมีขีดความสามารถต่ำในการใช้สอนและยังขาดการนำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ผู้วิจัยเห็นว่าวิชาการดนตรีศึกษา(สากล) เป็นวิชาหนึ่งที่สามารถพัฒนาพื้นฐานด้านร่างกายและจิตใจแก่เด็กได้อย่างดียิ่ง จึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาและหาแนวทางแก้ปัญหา เพื่อออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ในระดับประถมศึกษา ให้เหมาะสมเพิ่มความพร้อมแก่ครูผู้สอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) และเพิ่มสมรรถนะในการสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ในระดับประถมศึกษา

การดำเนินงาน เริ่มจากการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการปรับปรุงและแก้ไขขอบเขตของการวิจัยและการออกแบบ จนกระทั่งผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับปรุงแก้ไข

ผู้วิจัยได้ศึกษาโดยละเอียดเกี่ยวกับเรื่องที่เกี่ยวข้องในการทำการวิจัย คือ ข้อมูลเกี่ยวกับดนตรี รูปร่างและประโยชน์ใช้สอย รวมทั้งวัสดุและกรรมวิธีการผลิต แล้วนำมาวิเคราะห์และลงเคราะห์ในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ในระดับประถม

ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาข้อมูลและการวิจัยไว้ในบทสรุปและเสนอแนะ เพื่อให้ผู้ที่สนใจและต้องการศึกษาเรื่องเกี่ยวกับดนตรี ได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงอุปกรณ์ต่อไป

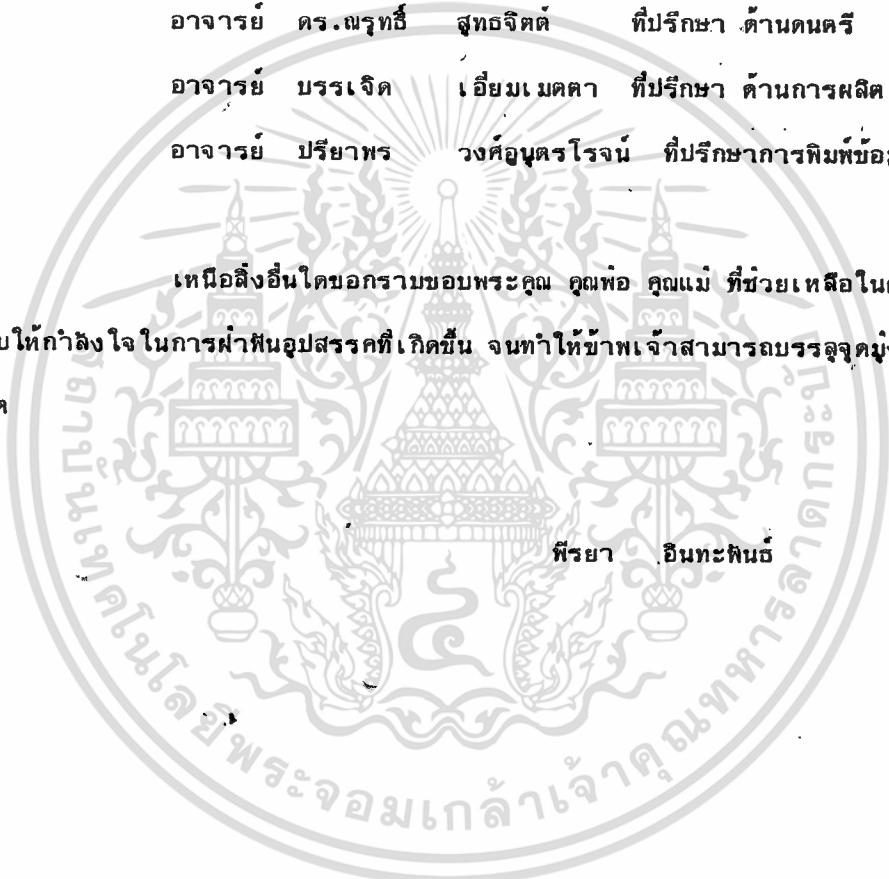
ผลจากการวิจัย ผู้วิจัยได้รูปแบบของอุปกรณ์ฯ เป็นกระดานซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้ ปรับระดับความสูงและความเอียงให้เหมาะสมกับการมองของเด็กในแต่ละระดับชั้นได้ มีโน้ตและสัญลักษณ์สำเร็จรูปและอุปกรณ์ให้เสียงสำเร็จรูป ซึ่งช่วยให้ครูเตรียมพร้อมในการสอนได้ดีขึ้นและช่วยให้การสอนมีสมรรถนะขึ้น

**กิติกรรมประกาศ**

**วิทยานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและให้ความ  
ร่วมมือ ด้านการให้คำแนะนำปรึกษาและค้นคว้าข้อมูลจาก**

- อาจารย์ ดร.พรุทธิ์ สุทธิจิตต์ ที่ปรึกษา ด้านดนตรี**
- อาจารย์ บรรณเจิด เอี่ยมเมตตา ที่ปรึกษา ด้านการผลิต**
- อาจารย์ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ที่ปรึกษาการพิมพ์ข้อมูล**

**เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ  
พร้อมกับให้กำลังใจ ในการฝ่าฟันอุปสรรคที่เกิดขึ้น จนทำให้ข้าพเจ้าสามารถบรรลุจุดหมาย  
ของชีวิต**



**พิรยา อินทะพันธ์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตารางประกอบแบบ	ช
รายการภาพประกอบแบบ	ญ
มที่	
1. บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
2. การศึกษาข้อมูล	
2.1 ข้อมูลพื้นฐาน	4
- ประเภทของดนตรีที่เกี่ยวข้องในการทำอุปกรณ์	4
- หลักสูตรดนตรี(สากล) ระดับประถมศึกษาในประเทศไทย	4
- วิธีสอนดนตรี(สากล) ที่ใช้สอนในปัจจุบัน	12
- สื่อการสอนดนตรีที่ใช้ในปัจจุบัน	16
- จิตวิทยา เด็กที่เกี่ยวข้องในการทำอุปกรณ์	23
2.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค	31

- รุปร่าง (FORM) และประโยชน์ใช้สอย (FUNCTION)	34
- วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	39
3. การรวบรวมข้อมูลและการศึกษาข้อมูล	59
3.1 วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล	59
3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล	60
3.3 ตัวอย่างข้อมูล	61
3.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	64
4. การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ	65
4.1 ข้อมูลพื้นฐาน	65
- ประเภทของดนตรีที่เกี่ยวข้องกับการทำอุปกรณ์	65
- หลักสูตรดนตรี(สากล) ระดับประถมศึกษาในประเทศไทย	65
- วิธีสอนดนตรี(สากล) ที่ใช้สอนในปัจจุบัน	68
- อุปกรณ์ช่วยสอนดนตรี(สากล) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน	70
- จิตวิทยาเด็กที่เกี่ยวข้องในการทำอุปกรณ์	72
4.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค	76
- ข้อมูลทางด้านดนตรี ขนาดสัดส่วนของไม้, สัญลักษณ์การใช้ห้อง, บรรทัด 5 เส้น	76
- รุปร่าง (FORM) และประโยชน์ใช้สอย (FUNCTION)	81
- วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	85
5. วิธีการออกแบบและการนำเสนอแบบ	
4.1 SKETCH DESIGN	117
4.2 DEVELOPMENT	
4.3 FIXED IDEA	
4.4 WORKING DRAWING	
6. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	129
5.1 สรุปการวิจัย	
5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย	

**รายการรูปประกอบ**

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องเฝ้ายาง + เครื่องคนตรี	21
2.2 กระดานเขียนบรรทัด 5 เส้น	21
2.3 แผนภูมิ	22
2.4 แสดงการจัดตัวโน้ต	32
2.5, 2.6 แสดงการใช้บรรทัด, ท้องและตัวโน้ต	33
2.7 แสดงข้อมูลของการมองและการใช้สายตา	34
2.8 แสดงกราฟเปรียบเทียบขนาดของคีย์กับระยะการมอง	35
2.9 แสดงสัดส่วนของเด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิง	36
2.10 แสดงการเอื้อมมือ 2 ข้าง	37
2.11 แสดงการเอื้อมมือสูงสุดและก้มต่ำสุด	37
2.12 แสดงลักษณะการจับมือหมุน	38
2.13 แสดงการก้มหลัง	43
2.14 งานใส	44
2.15 งานใส	44
2.16 งานเจาะ	44
2.17 การเจาะ: ขยจยปากกรูขึ้นจน	45
2.18 การคว้าน	45
2.19 การเสื่อย	46
2.20 การแทงขึ้นสูง	46
2.21 การกัด	47
2.22 การเจียรระโน	47
2.23 การทำแบบแม่พิมพ์	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.25 การผลิตพลาสติกแบบอัดสัง	53
2.26 การผลิตพลาสติกแบบฉีด	53
2.27 การผลิตพลาสติกแบบรีด	54
2.28 การผลิตพลาสติกแบบเป่า	54
2.29 การผลิตพลาสติกแบบอัดแผ่น	55
2.30 การผลิตพลาสติกแบบอัด เย็น	55
2.31 การผลิตพลาสติกแบบหล่อ เย็น	55
2.32 การผลิตพลาสติกหล่อร้อนแบบจุ่ม	56
2.33 การผลิตพลาสติกหล่อร้อนแบบเท	56
2.34 การผลิตพลาสติกหล่อร้อนแบบเหวี่ยง	56
2.35 การอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่นแบบสูญอากาศ	57
2.36 การอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่นแบบใช้ลมอัด	57
3.1 ตัวอย่างข้อมูล เครื่องดนตรีที่ใช้ประกอบการสอนดนตรี (สากล)	61
3.2 ตัวอย่างข้อมูล แผ่นภาพที่ใช้ประกอบการสอนดนตรี (สากล)	61
3.3, 3.4 ตัวอย่างแผนภูมิที่ใช้ประกอบการสอนดนตรี (สากล)	62
3.5 กระดานบรรทัด 5 เส้น	63
4.1 แสดงสัดส่วนการใช้น้ำของห้องเรียนวิชาดนตรี (สากล)	75
4.2 แสดงขนาดตัวโน้ต	77
4.3 แสดงความกว้างของบรรทัด 5 เส้น	78
4.4 แสดงความกว้างของห้อง	78
4.5 แสดงความสูงของบรรทัด 5 เส้น (4 บรรทัด)	78
4.6 แสดงสัดส่วนแห่งการมองเห็นกับความสูงของพื้นที่กับกรอบกระดาน	81
4.7 แสดงภาพ ล้อคล้อ	81
4.8 แสดงการเชื่อมมือ 2 ข้างปรับกระดานและมุมเอียงกระดาน	82
4.9 แสดงลักษณะการเข็นเก็บ	82
4.10 แสดงการดัดกล่องเก็บโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป, ตำแหน่งใช้งาน	83

เอกสารนี้เป็น 4.11 ภาพแสดงการจับมือปรับระดับความสูงขาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 แสดงการกตัญญูบอर्ड	83
4.13 แสดงการหยิบโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูปจากกล่องเก็บ	84
4.14 แสดงการหยิบ, คัดโน้ต-สัญลักษณ์สำเร็จรูป	84
4.15 แสดงการปิด-ปิดกล่องเก็บอุปกรณ์ฯ	97
4.16 แสดงการปรับระดับกระดาน	101
4.17 แสดงการปรับมุมเอียงของกระดาน	103
4.18 ภาพล้อสำหรับเคลื่อนย้าย	110
4.19 แสดงการวางตำแหน่งล้อ	114



## รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1	31
4.1	68
4.2	70
4.3	71
4.4	72
4.5	74
4.6	75
4.7	86
4.8	86
4.9	86
4.10	89
4.11	90
4.12	91
4.13	92
4.14	93
4.15	95
4.16	95
4.17	96
4.18	97
4.19	98
4.20	99
4.21	100
4.22	102
4.23	104

	หน้า
4.23 วิเคราะห์วิธีปรับมุมเอียงของกระดาน	104
4.24 วิเคราะห์วัสดุไม้ทำตัวโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป	105
4.25 วิเคราะห์วิธีการทำสีลงบน EVA	106
4.26 วิเคราะห์วัสดุยึดติดโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูปกับกระดาน	107
4.27 วิเคราะห์การเคลื่อนย้าย	108
4.28 วิเคราะห์วิธีเคลื่อนย้าย	109
4.29 วิเคราะห์เปรียบเทียบล้อ	111
4.30 วิเคราะห์วัสดุทำล้อ	112
4.31 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ล้อ	113
4.32 วิเคราะห์การติดตั้งวางตำแหน่งล้อ	114
4.33 วิเคราะห์การยึดติดกับโครงสร้าง	115



บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ยิ่งวิทยาการของมนุษย์ก้าวหน้าขึ้นเพียงไร มนุษย์ก็จะยิ่งค้นคว้าอิทธิพลของเสียงที่มีต่อสิ่งมีชีวิตมากขึ้น การค้นพบในศตวรรษที่ 20 นี้เอง ทำให้มนุษย์ทราบว่าเสียงในระดับความถี่ต่าง ๆ มีอิทธิพลอย่างมากต่อก เร เจริญเติบโตของมนุษย์ พืช และสัตว์

นักจิตวิทยาพบว่า คนตรีเพราะ ๆ ในความดังพอเหมาะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึง 30% จิตแพทย์ได้กล่าวว่อนาคตอันใกล้นี้ จะมีการนำเสียงดนตรีมาช่วยในการรักษาเยี่ยวายู่ที่มีปัญหาทางด้านจิตใจ "เราคงต้องยอมรับความจริงกันว่า กระแสเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งดนตรี มีอิทธิพลต่ออารมณ์ของเราอย่างลึกซึ้ง" (สรรพลักษณ์ คุมประพันธ์ 2531 : หน้า 16)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาในระดับต่าง ๆ การศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นช่วงการศึกษาที่มีความสำคัญยิ่ง กล่าวคือ การศึกษาในระดับนี้จะเป็นความรู้พื้นฐานทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสมอง ซึ่งเมื่อพื้นฐานดีแล้วจะส่งผลถึงการศึกษาในอนาคต รวมทั้งการดำเนินชีวิตด้วย คนตรีก็เป็นส่วนหนึ่งของ การสร้างเสริมและพัฒนาจิตใจของเด็กในวัยนี้ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น

ข้าพเจ้าเห็นด้วยกับข้อความดังกล่าวและต้องการสนับสนุน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาของเด็กให้ได้รับประโยชน์และสัมฤทธิ์ผลสูงสุด ข้าพเจ้าจึงเลือก "อุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ระดับประถมศึกษา" เป็นหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อทำการวิจัยปัญหาและออกแบบอุปกรณ์ฯ ให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผลสูงสุด ดังที่ได้กล่าวไว้เช่นกัน

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

1. ขาดอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล)
2. อุปกรณ์บางชนิดราคาถูกยิ่งขาดการวิเคราะห์ให้เหมาะสมแก่การสอน ซึ่งตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส ักดิ์สิทธิ์ผ่าน การวิเคราะห์มา เป็นอย่างดีจะมีราคาแพงให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์บางชนิดมีขีดความสามารถต่ำ ใช้ในการสอนได้ไม่เต็มที่ ทำที่ควร
4. อุปกรณ์ส่วนมากยังขาดการนำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยเข้ามาเกี่ยวข้อง

#### แนวทางในการแก้ปัญหาและการออกแบบ

1. วิเคราะห์การพัฒนาการของเด็ก ทั้งทางด้านจิตใจ เช่น เรื่องสี รูปทรง ด้านร่างกาย เช่น เรื่องคำ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ที่เหมาะสมสำหรับเด็กระดับประถมศึกษา
2. พัฒนาอุปกรณ์ให้มีขีดความสามารถในการใช้ได้เต็มที่ ทางด้านพื้นฐานดนตรีสากล และความสะดวกสบายในการใช้สอย เพื่อให้การสอนสัมฤทธิ์ผลมากที่สุด
3. พิจารณานำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมและสามารถนำมาประกอบ หรือสามารถช่วยให้อุปกรณ์ช่วยสอนสมบูรณ์ขึ้น มาสนับสนุนการสร้างอุปกรณ์ เช่น เสียง เป็นต้น
4. วิเคราะห์ระบบการผลิตที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ

#### 1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. เพื่อเพิ่มความพร้อมแก่ครูในด้านอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ระดับประถมศึกษา
3. เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ระดับประถมศึกษา
4. เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ระดับประถมศึกษา
5. ศึกษาระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำมาประกอบเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) คือเรื่องเสียง

#### 1.4 ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

1. เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรี (สากล) ด้านพื้นฐาน คือ
  - 1.1 ปริรัทค 5 เส้น
  - 1.2 ตำแหน่งตัวโน้ต
  - 1.3 ชื่อตัวโน้ตในระบบ ซอล - ฟา
  - 1.4 คำตัวโน้ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับงานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.6 เครื่องหมาย

2. เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนสำหรับเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 6 อายุ 6 - 12 ปี
3. เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ที่มีระบบอิเล็กทรอนิกส์มาประกอบ
4. สามารถเคลื่อนย้ายได้

### 1.5 วิธีดำเนินการทำวิจัย

1. ศึกษารวบรวมข้อมูล
  - 1.1 หลักสูตรการเรียนการสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 6
  - 1.2 วิธีการสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 6
  - 1.3 จิตวิทยา การพัฒนาการของเด็ก รวมถึงพฤติกรรมของเด็กอายุ 6 - 12 ปี
  - 1.4 ศึกษาเรื่องดนตรีที่สามารถช่วยส่งเสริม พัฒนาพื้นฐานทางด้านจิตใจแก่เด็กในรูปแบบต่าง ๆ
  - 1.5 ศึกษาระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำมาประกอบการออกแบบและผลิต
  - 1.6 ศึกษาวัสดุและกรรมวิธีการผลิตได้อย่างเหมาะสม
2. สรุบบัญชี นำมาวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล)
3. ผลิตเครื่องและปรับปรุงการออกแบบ ทำ Model Shidy
4. ปฏิบัติงานภาคสนามเพื่อผลิตต้นแบบ
5. เสนอผลงานวิจัย

### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์ เรื่องนี้

1. ได้อุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. ลดปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
3. ได้อุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ในระดับประถมศึกษา
4. เพิ่มสัมรรถนะในการเรียนการสอนวิชาดนตรีศึกษาในระดับประถมศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

## การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะศึกษาข้อมูล ในประเด็นที่เกี่ยวกับการทำอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรี (สากล) ในระดับประถมศึกษา ดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานก) ประเภทของดนตรีที่จะใช้ทำวิทยานิพนธ์

ประเภทของดนตรีที่ใช้สอยในประเทศ ปัจจุบันได้จัดรวมไว้กับนาฏศิลป์ มีชื่อหัวชื่อว่า "ดนตรีและนาฏศิลป์" อยู่รวมในแผนการสอนกลุ่มเสริมสร้างลักษณะนิสัย ตามหลักสูตรดนตรีระดับประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความคิดว่าควรส่งเสริมและให้ความรู้แก่เด็กไทยในเรื่องดนตรีสากล เพราะดนตรีพื้นบ้านก็มีการเพิ่มส่งเสริมกันอยู่แล้ว

ข) หลักสูตรดนตรี(สากล)ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 6

หลักสูตรที่จะนำมากล่าวเป็นหลักสูตรในประเทศไทย พุทธศักราช 2521 และกล่าวในลักษณะรวมไม่ได้แยกเป็นชั้น ๆ

หลักสูตรดนตรีระดับประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ซึ่งจัดทำขึ้นโดยกระทรวงศึกษาธิการ ดนตรีเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งอยู่ในกลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย ซึ่งเป็นกลุ่มที่เน้นเกี่ยวกับการส่งเสริมสร้างค่านิยม ทศนคติ คุณลักษณะที่พึงปรารถนา ความประณีตและระสนิยมที่ดี รวมไปถึงการพัฒนาทางด้านร่างกายและความสามารถที่จะอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข ดนตรีจัดรวมกับนาฏศิลป์มีชื่อหัวชื่อว่า "ดนตรีและนาฏศิลป์" โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วย 3 หน่วยเป็นดนตรี 1 หน่วยเป็นนาฏศิลป์ นอกจากหลักสูตรดนตรีที่กล่าวนี้ กระทรวงศึกษาธิการได้จัดทำแผนการสอนวิชาดนตรีและนาฏศิลป์ อยู่รวมในแผนการสอนกลุ่มเสริมสร้างลักษณะนิสัย แผนการสอนดนตรีจึงเป็นเอกสารสำคัญมาก เนื่องจากมีรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนดนตรีเสนอแนะไว้ในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวหลักสูตรแม่บทมีการกล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนดนตรีไว้เพียงสั้น ๆ ตั้งแต่ระดับประถม  
1 - 6 ค่อยไปนี้จะกล่าวถึงลักษณะของหลักสูตรและแผนการสอนดนตรี โดยไม่บอกกล่าวถึงเนื้อหา  
หลักสูตรของนาฏศิลป์

### 1. จุดประสงค์ทั่วไป

1. ให้มีค่านิยม เจตคติ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. ให้สามารถพัฒนาทางร่างกาย จิตใจ และสังคม
3. ให้มีโอกาสดำเนินการแสดงออกตามความถนัด ความสามารถของบุคคล
4. ให้สามารถได้เรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกันอย่างมีวัฒนธรรมตามวิถีทางประชาธิปไตย
5. ให้สามารถพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความประณีตและระสับระยาจบที่ดี

### 2. จุดประสงค์เฉพาะ

ในหลักสูตรดนตรี มีการกล่าวถึงจุดประสงค์เฉพาะการเรียนดนตรีและมีกาฯ เสนอแนะ  
จุดประสงค์การเรียนรูฯ ความคิดรวบยอดและเนื้อหากิจกรรม ซึ่งแบ่งเป็นกิจกรรมเน้นจังหวะ  
กิจกรรมเน้นการร้องเพลง และกิจกรรมเน้นการฟัง จุดประสงค์เฉพาะมีลักษณะเป็นจุดมุ่งหมาย  
ระยะยาวหรือผลสัมฤทธิ์ของการเรียนดนตรี มีรวม 6 ข้อ คือ

1. ให้รู้จักคุณค่าของประเพณีทางดนตรีและนาฏศิลป์ ตลอดจนมีความสนุกสนาน  
เพลิดเพลิน
2. ให้มีความรู้และทักษะพื้นฐาน เกี่ยวกับดนตรีและนาฏศิลป์
3. ให้มีโอกาสดำเนินการตนเอง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมดนตรีและนาฏศิลป์ตามความถนัด  
และความสนใจของตน
4. ให้แสดงออกตามความคิดและจินตนาการของตน
5. ให้รู้จักดนตรีและนาฏศิลป์ของไทยและชาติอื่น
6. ให้นำประเพณีทางดนตรีและนาฏศิลป์ไปช่วยส่งเสริม และปรับปรุงบุคลิกภาพ  
ของตน

จะเห็นได้ว่า ข้อความที่ว่า "ให้รู้จักคุณค่าของประเพณีทางดนตรี" หรือ "มีโอกาสดำเนินการ  
พัฒนาตนเองและมีส่วนร่วมในกิจกรรมดนตรี ตามความถนัดและความสนใจของตน" แสดงถึง  
จุดมุ่งหมายระยะยาวหรือผลสัมฤทธิ์ของการเรียนดนตรีเมื่อจบหลักสูตร มิใช่เป็นจุดมุ่งหมายของ

การเรียนการสอนดนตรีเฉพาะชั่วโมงใดชั่วโมงหนึ่ง จุดประสงค์เฉพาะทั้ง 6 ข้อ นำไปสู่จุดมุ่งหมาย

เอกสารที่กล่าวถึงเรื่องนี้จะเห็นว่ามีการใช้ภาษาที่คลุมเครือและไม่แน่นอนเกินไป โดยเฉพาะในข้อความ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะข้อ 1, 2 และ 5 เกี่ยวโยงไปถึงสาระคนตรีที่ควรจะต้องสอนในขณะที่จุดประสงค์เฉพาะ ข้อ 3 และ 4 เสนอแนะเกี่ยวกับกลไกในการจัดประสบการณ์ทางดนตรีให้กับผู้เรียน ส่วนจุดประสงค์เฉพาะข้อ 6 บ่งถึงการนำเอาประสบการณ์คนตรีให้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาตนเอง ไม่มีจุดประสงค์เฉพาะข้อใดที่กล่าวถึงการพัฒนาผู้เรียนในลักษณะของคณะหรือกลุ่ม

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตรดนตรี เป็นจุดมุ่งหมายในระดับนำไปใช้ในการเรียน การสอนในห้องเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ทุกข้อ ยกเว้นข้อ 3 เป็นในรูปของจุดมุ่งหมายเชิง พฤติกรรม กล่าวคือ จุดมุ่งหมายที่กล่าวถึงพฤติกรรมของนักเรียนที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นหลังการเรียน การสอน จุดประสงค์ของการเรียนรู้ทั้งหมด 13 ข้อ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ในลักษณะเดียวกับ เนื้อหา/กิจกรรม ที่แบ่งเป็น 3 หน่วยคือ กิจกรรมเน้นจังหวะ กิจกรรมเน้นการร้องเพลง และกิจกรรมเน้นการฟัง

(ก) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4 ข้อแรก เกี่ยวกับการพัฒนาการด้านจังหวะ (กิจกรรม เน้นจังหวะ) ได้แก่

1. สังเกตความเคลื่อนไหวตามจังหวะด้วยตา ชู และการสัมผัส
2. ฟังเสียง ชนิด และระดับเสียงต่าง ได้
3. มีทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับจังหวะ
4. แสดงท่าทางและเคลื่อนไหวเข้ากับจังหวะตามแบบแผนได้

(ข) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4 ข้อ เกี่ยวกับการพัฒนาการด้านการร้อง (กิจกรรม เน้นการร้องเพลง) ได้แก่

1. บอกความสัมพันธ์ระหว่างทำนองและจังหวะได้
2. ร้องเพลงได้อย่างถูกต้องตามกำหนด จังหวะและใช้น้ำเสียงได้เหมาะสม
3. สามารถร้องเพลงได้โดยร้องทำนอง ร้องเบา-ดัง เร็ว-ช้า ร้องวลีและ ประโยค
4. สามารถร้องเพลงได้ตามโน้ตสัญลักษณ์

(ค) จุดประสงค์การเรียนรู้ 5 ข้อ เกี่ยวกับการพัฒนาการด้านการฟัง (กิจกรรมเน้นการ ฟัง) ได้แก่

1. เฝยเสียงหลักและเสียงอื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และมีความหมายของเพลงได้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บอกชื่อ ลักษณะและเสียง เครื่องดนตรีต่าง ๆ ได้
4. บอกการประสานเสียงของเครื่องดนตรีได้
5. อธิบายความคิด ความเข้าใจ ความรู้สึกและสร้างมโนภาพจากเพลงได้

กล่าวโดยสรุป จุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตรดนตรีเสนอแนะทั้งเนื้อหาและทักษะดนตรีเกี่ยวกับเนื้อหาดนตรีมีการกล่าวถึงจังหวะ ทำนอง (ระดับเสียง) สีสรร รูปพรรณ อารมณ์ เพลง เครื่องดนตรีต่าง ๆ และโน้ตสากลในด้านทักษะดนตรี จุดประสงค์การเรียนรู้กล่าวถึงการฟัง การร้อง การอ่าน และการเคลื่อนไหว (การเข้าจังหวะ) จะสังเกตว่าไม่มีการกล่าวถึงการ เล่นเครื่องดนตรี ซึ่งเป็นทักษะดนตรีอีกอย่างหนึ่งในจุดประสงค์การเรียนรู้

#### 4. ความคิดรวบยอด

ความคิดรวบยอด เป็นลักษณะของข้อความเชิงแนวความคิด และหลักการที่ได้จากการเรียนดนตรี ซึ่งตรงกับคำในภาษาอังกฤษคือ Concept หรือ Principle ข้อความต่าง ๆ ของความคิดรวบยอดมีการจัดแบ่งเป็น 3 กลุ่ม เช่นเดียวกับลักษณะของจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา/กิจกรรม ความคิดรวบยอดกลุ่มแรกเกี่ยวข้องกับจังหวะ เช่น จังหวะเป็นพื้นฐานของดนตรีและการร้องว่า "กิจกรรมจังหวะมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์" เป็นต้น กลุ่มที่ 2 เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องของท่านองและการร้องเพลง เช่น "ท่านองเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของดนตรี" "การร้องเพลงเป็นการแสดงออกทางอารมณ์" เป็นต้น กลุ่มที่ 3 เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการฟัง มี 1 ข้อคือ "ดนตรีและบทเพลงทำให้เกิดอารมณ์จินตนาการและสร้างพื้นฐานนิสัยที่ดี"

โดยสรุป ความคิดรวบยอดมุ่งบอกถึงผลสัมฤทธิ์ขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียนควรได้รับ หรือมีขึ้นหลังจากการเรียนการสอน ดังนั้นผู้สอนสามารถใช้ความคิดรวบยอดที่เสนอแนะไว้ในหลักสูตรเป็นแนวทางในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเกี่ยวกับองค์ประกอบและทักษะดนตรี

#### 5. เนื้อหา/กิจกรรม

หลักสูตรดนตรีเป็นส่วนที่เสนอแนะทั้งเนื้อหาและกิจกรรมไว้ด้วยกัน โดยจัดแบ่งออกเป็น 3 หน่วยคือ กิจกรรมเน้นจังหวะ , กิจกรรมเน้นการร้องเพลง และกิจกรรมเน้นการฟัง ในหน่วยกิจกรรมเน้นจังหวะ ลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาแนวคิดเรื่องจังหวะ มี 9 ข้อ เช่น "สังเกตการเคลื่อนไหวของคน พิซ ซิตัว เอกซาร์ และสิ่งของประกอบการเล่นเครื่องประกอบจังหวะและ/

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกฉบับที่มีการนำไปใช้

หรือ เครื่องดนตรี โดยคิดตกลงสัญลักษณ์ที่ใช้กันเอง" อีกส่วนหนึ่ง เกี่ยวข้องกับภาษาร่ำรวย และ เคลื่อนไหวอย่างมีแบบแผนมี 3 ข้อ เช่น "ท่าท่าทางเสียนแบบธรรมชาติในเชิงนาฏศิลป์ ประกอบ จังหวะดนตรี เช่น ม้ากระโดด กวางเดิน นกบิน ฯลฯ" "การเล่นพื้นเมืองของแต่ละท้องถิ่น เช่น การปรนมือ จังหวะเพลงพวงมาลัย เข็ง และพ้องค่าง ๆ เป็นต้น" จะเห็นได้ว่ากิจกรรมในหน่วยนี้ มีสองลักษณะคือ กิจกรรมเดี่ยวแต่ละบุคคล และกิจกรรมกลุ่ม เนื้อหา/กิจกรรมในหน่วยกิจกรรมเน้น การฟังมีสองลักษณะเช่นกัน คือ กิจกรรมเดี่ยวแต่ละบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม มีทั้งหมด 9 ข้อ เช่น "ฟังเพลงแล้วร้องตาม เช่น เพลงเด็ก เพลงพื้นเมือง เพลงไทยเดิมง่าย ๆ เพลงไทยสากล และเพลงนานาชาติสำหรับเด็ก เป็นต้น" "ร้องวนและร้องประสานเสียงง่าย ๆ" และฝึกร้องเพลง ความหนักแน่นสากลเบื้องต้น จะสังเกตได้ชัดเจนว่าข้อความของเนื้อหา/กิจกรรม เสนอแนะทั้ง กิจกรรมในรูปแบบทักษะดนตรีและ เนื้อหาดนตรีไว้ด้วยกัน เนื้อหากิจกรรมในหน่วยกิจกรรมเน้นการฟัง เสนอแนะกิจกรรมและเนื้อหา เกี่ยวกับการฟังไว้ทั้งหมด 5 ข้อ เช่น "ฟังเพลงที่เป็นเพลงร้องและ บรรเลงโดยเครื่องดนตรีล้วน ๆ" "ฝึกฟังและแยกเสียงเครื่องดนตรีไทยหรือเครื่องดนตรีสากล" และ "ฟังนิทานเพลง และให้มีส่วนในการดำเนินนิทาน เพลง หรือหาเพลงประกอบด้วย"

โดยสรุป เนื้อหา/กิจกรรมในหลักสูตรเป็นหัวข้อที่เสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมและ เนื้อหาดนตรีไว้ โดยแบ่งการจัดกิจกรรมเป็น 3 หน่วย คือ กิจกรรมเน้นจังหวะ กิจกรรมเน้นการ ร้องเพลงและกิจกรรมเน้นการฟัง ในแต่ละหน่วยกิจกรรมจะเน้นหนักไปในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตาม หัวข้อหน่วย กล่าวคือ ในกิจกรรมเน้นจังหวะ กิจกรรมส่วนใหญ่จะมุ่งไปสู่การพัฒนาการร้องเพลง ลักษณะต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการพัฒนาแนวคิดเรื่องทำนอง สำหรับกิจกรรมเน้นการฟัง กิจกรรม ส่วนใหญ่มุ่งพัฒนาการฟังเพลงประเภทต่าง ๆ และการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องดนตรีและการผสมวง เนื้อหาและทักษะดนตรีอื่น ๆ มีสอดแทรกอยู่ในหน่วยต่าง ๆ ของเนื้อหา/กิจกรรม

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นรูปแบบและเนื้อหาของหลักสูตรดนตรี ที่กล่าวใช้ในหลักสูตรประถมศึกษา ซึ่งถือว่าเป็นหลักสูตรแม่บท ต่อไปจะกล่าวถึงแผนการสอนดนตรี ซึ่งเป็นเอกสาร หลักสูตร ที่เสนอแนะกระบวนการเรียนการสอนไว้อย่างละเอียด ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6

## 6. แผนการสอนดนตรี

แผนการสอนดนตรี เป็นส่วนหนึ่งของแผนการสอนกลุ่มเสริมสร้างลักษณะนิสัย ซึ่งประกอบด้วยแผนการสอน 6 ฉบับ ตั้งแต่ประถมปีที่ 1 - 6 แผนการสอนดนตรีเสนอแนะรูปแบบของการสอน ในแต่ละเรื่อง ๆ มิได้ เป็นแผนการสอนหรือบันทึกการสอนสำเร็จรูปที่จะนำไปใช้ได้ในการสอนดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แต่ละชั่วโมง อย่างไรก็ตามแผนการสอนได้อธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ไว้ ซึ่งผู้สอนสามารถนำไป ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เป็นแนวทางในการทำบันทึกการสอนได้เป็นอย่างดี ในแผนการสอนมีคำชี้แจงไว้ด้วยว่า แผนการสอน เพียงแค่เสนอแนะรูปแบบการสอนไว้ในลักษณะกลาง ๆ ย่อมเป็นหน้าที่ของผู้ใช้แผนการสอน คือ ครูคนตรี ต้องนำแผนการสอนไปปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและขยายรายละเอียดให้เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่นของคน เพื่อประสิทธิภาพในการสอนต่อไป

การจัดรูปแบบของแผนการสอน แบ่งเป็น 3 หน่วยเช่นเดียวกับในหลักสูตรคนตรี คือ หน่วยที่ 1 กิจกรรมเน้นจังหวะ หน่วยที่ 2 กิจกรรมเน้นการร้อง และหน่วยที่ 3 กิจกรรมเน้นการฟัง แต่ละหน่วยจะกล่าวถึงความคิดรวบยอด จุดประสงค์และเนื้อหา(หัวข้อเนื้อหา) ไว้ใน ส่วนที่สองของแผนการสอนแต่ละหน่วยประกอบไปด้วย แผนการสอนจำนวนหนึ่ง(ประมาณ 3 - 6 แผนการสอน) แต่ละแผนการสอนกล่าวถึง ความคิดรวบยอด จุดประสงค์ คุณสมบัติที่ต้องการเน้น เนื้อหา(ในลักษณะของหัวข้อ) กิจกรรม สื่อการเรียนและวิธีวัดผล(หรือการวัดผล) นอกจากนี้ ในส่วนท้ายของบางหน่วยกิจกรรม จะมีภาคผนวกซึ่งรวบรวมเนื้อหาสาระคนตรี รวมทั้งเนื้อและโน้ต เพลงบางเพลงที่เสนอแนะไว้ในแผนการสอน ในแต่ละระดับชั้นจะมีแผนการสอนเสนอแนะไว้ ทั้งหมดตามหัวเรื่องเนื้อหาประมาณ 10 - 15 แผนการสอน รายละเอียดจำนวนแผนการสอน และคาบเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนแต่ละแผนการสอนในแต่ละหน่วยกิจกรรม มีดังนี้

<u>ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1</u>		14 แผนการสอน	81 คาบ
หน่วยที่ 1	กิจกรรมเน้นจังหวะ	5 แผนการสอน	36 คาบ
หน่วยที่ 2	กิจกรรมการร้องเพลง	3 แผนการสอน	33 คาบ
หน่วยที่ 3	กิจกรรมเน้นการฟัง	6 แผนการสอน	12 คาบ

<u>ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2</u>		16 แผนการสอน	81 คาบ
หน่วยที่ 1	กิจกรรมเน้นจังหวะ	4 แผนการสอน	12 คาบ
หน่วยที่ 2	กิจกรรมเน้นการร้องเพลง	5 แผนการสอน	42 คาบ
หน่วยที่ 3	กิจกรรมเน้นการฟัง	7 แผนการสอน	27 คาบ

<u>ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3</u>		17 แผนการสอน	87 คาบ
หน่วยที่ 1	กิจกรรมเน้นจังหวะ	3 แผนการสอน	12 คาบ
หน่วยที่ 2	กิจกรรมเน้นการร้องเพลง	8 แผนการสอน	54 คาบ
หน่วยที่ 3	กิจกรรมเน้นการฟัง	6 แผนการสอน	21 คาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4** 15 แผนการสอน 69 คาบ

หน่วยที่ 1	กิจกรรมเน้นจังหวะ	3 แผนการสอน	18 คาบ
หน่วยที่ 2	กิจกรรมเน้นการร้องเพลง	6 แผนการสอน	30 คาบ
หน่วยที่ 3	กิจกรรมเน้นการฟัง	6 แผนการสอน	21 คาบ

**ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5** 15 แผนการสอน 81 คาบ

หน่วยที่ 1	กิจกรรมเน้นจังหวะ	3 แผนการสอน	18 คาบ
หน่วยที่ 2	กิจกรรมเน้นการร้องเพลง	6 แผนการสอน	39 คาบ
หน่วยที่ 3	กิจกรรมเน้นการฟัง	6 แผนการสอน	24 คาบ

**ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6** 14 แผนการสอน 85 คาบ

หน่วยที่ 1	กิจกรรมเน้นจังหวะ	3 แผนการสอน	24 คาบ
หน่วยที่ 2	กิจกรรมเน้นการร้องเพลง	5 แผนการสอน	40 คาบ
หน่วยที่ 3	กิจกรรมเน้นการฟัง	6 แผนการสอน	21 คาบ

จะเห็นว่าจำนวนแผนการสอนในแต่ละระดับชั้นมีใกล้เคียงกันคือ ประมาณ 14 - 17

แผนการสอน เวลาที่ใช้ใกล้เคียงกันในทุกระดับชั้น คือ ประมาณ 81 - 87 คาบ ยกเว้นในระดับ

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีเพียง 69 คาบการเรียนรู้เท่านั้น

สำหรับเนื้อหาดนตรี สอนแนะไว้ในแผนการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยกิจกรรม มีดังนี้

1. พื้นฐานเกี่ยวกับการเข้าจังหวะ
2. การเข้าจังหวะ
3. ดนตรีไทย
  - 3.1 เพลงประกอบการแสดง
  - 3.2 เพลงหน้าพาทย์
  - 3.3 เพลงออกภาษา
  - 3.4 เพลงบรรเลง
  - 3.5 เพลงร้อง
  - 3.6 โครงสร้างของดนตรีไทย
  - 3.7 มารยาทในการร้องเพลงและฟังเพลงไทย
4. เพลงพื้นเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 เพลงพื้นเมืองไทย

4.2 เพลงประกอบระบำพื้นเมืองไทย

## 5. เพลงไทยสากลร่วมสมัย

5.1 เพลงเด็ก

5.2 เพลงไทยสากล

5.3 เพลงลูกทุ่ง

5.4 เพลงปลุกใจ

5.5 เพลงพระราชนิพนธ์

## 6. เพลงนานาชาติ

## 7. โน้ตสากลเบื้องต้น

ในจุดมุ่งหมายของแผนการสอนนี้ได้กล่าวถึง ทักษะดนตรีในด้านการสร้างสรรค์ ทักษะอื่น ๆ ได้แก่ การฟัง การร้อง การเล่น การอ่าน การเคลื่อนไหว ซึ่งมีการเสนอแนะไว้ในด้านเนื้อหาดนตรี ซึ่งดนตรีไทยได้รับการเน้นมากที่สุด แต่แนวคิดและเนื้อหาบางเรื่องก็ได้กล่าวถึง เช่น แนวคือเรื่องหน้าทับ (Ostinata) และลักษณะของวงดนตรีหลักประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ดนตรีตะวันตกในลักษณะของเพลงอมตะ (Classical music) ก็ได้กล่าวถึง เพลงที่เสนอแนะไว้ในหลักสูตรบางส่วนยังไม่มี การจัดเรียงให้เหมาะสมกับระดับชั้น เช่น ในระดับประถมศึกษาปีที่ 1 เพลงบางเพลงค่อนข้างยาก เช่น เพลง โยสลิม นอกจากนี้เพลงส่วนใหญ่มิได้มีในด้านเพลงเสนอไว้ มีเพียงเนื้อร้องเท่านั้น (เพลงที่มีโน้ตมีเฉพาะเพลงในกิจกรรมเน้นการร้อง ของระดับประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 ซึ่งเพลงทั้งหมดเหมือนกัน)

ค) วิธีสอนดนตรี(สากล)ที่ใช้สอนในปัจจุบัน

วิธีสอนที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นหลักการทั่วไปในการสอนดนตรีในประเทศไทย และต่างประเทศ ซึ่งมีดังนี้

1. หลักการสอนดนตรีในประเทศไทย ที่จะกล่าวถึงเป็นหลักการและเทคนิคที่จะมีวิธีสอนในลักษณะทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะนำมากล่าวเป็นบางท่านเท่านั้น

(ก) หลักการของหม่อมอมรรักษ์ บริพัตร เป็นทักษะการเคลื่อนไหวร่างกายเป็นหลัก การเรียนรู้ดนตรีเกี่ยวข้องกับทักษะการเคลื่อนไหว 3 ระดับคือ ทักษะเบื้องต้น ทักษะพื้นฐานชั้นกลาง และทักษะในระดับสูง การเรียนรู้เหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระดนตรีควบคู่ไปด้วย

(ข) หลักการของอรุณรรณ บรรจงศิลป์ เป็นการเรียนรู้สาระดนตรีโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้รับปัญหาจากผู้สอนและจะช่วยกันแก้ปัญหาโดยการคิดวิเคราะห์ทดลอง แล้วจะมีการเสนอผลการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการที่ผู้เรียนจะเรียนรู้แนวคิดและทักษะดนตรีควบคู่กันไป

(ค) หลักการของวิมลศรี อุปรมัย นำหลักของการเรียนรู้ภาษามาใช้ คือ การฟัง พูด อ่าน เขียน ซึ่งเปรียบเทียบกับการเรียนดนตรีได้ คือ ผู้เรียนจะฟังก่อนจากนั้นจึงร้องและเล่นดนตรี ซึ่งเทียบกับการพูด ในระยะต่อมาการอ่านและการเขียนซึ่งหมายถึงการสร้างสรรคจะได้รับการเน้นด้วย

2. หลักการสอนดนตรีในต่างประเทศ

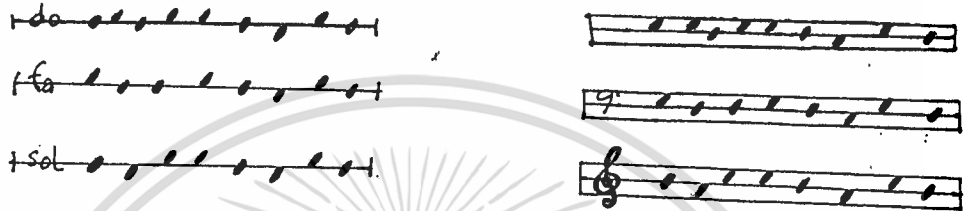
(ก) หลักการของคาลโครช เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นหลักโดยยึดหลักว่าการเรียนรู้ เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายทำให้การเรียนรู้ดนตรีมีความหมายกับผู้เขียน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ดนตรีได้ลึกซึ้งกัน โดยเน้นเรื่องเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ควบคู่ไปด้วย คาลโครชมีหลักการสอน 2 อย่างคือ

1. วิธีริซิมมิก คือการให้ผู้เรียนแสดงการเคลื่อนไหวเพื่อได้ยินเสียงดนตรี โดยผู้สอนจะแนะนำและชวนให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์เพื่อให้เห็นผลตามเสียงดนตรีที่ได้ยินอย่างเหมาะสมโดยการเคลื่อนไหว จะมี 2 ลักษณะ คือ การเคลื่อนไหวอยู่กับที่ เช่น การตบมือ การ

เหยียด หมุนตัวและการเคลื่อนไหว และแบบการเคลื่อนที่ เช่น การเดิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า รัง คลาน กระโดด เป็นต้น ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีโซลเฟล (Solfege) คาลโครชสอนวิธีอ่านโดยใช้ระบบนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทัศนการณ์ในเรื่องระดับเสียงที่แน่นอน (Perfect pitch) การอ่านจะเริ่มโดยใช้บรรทัดเพียงบรรทัดเดียวมี 3 ลักษณะ เพื่อจะนำไปสู่บรรทัด 5 เส้น และถูกแจเสียง คือ

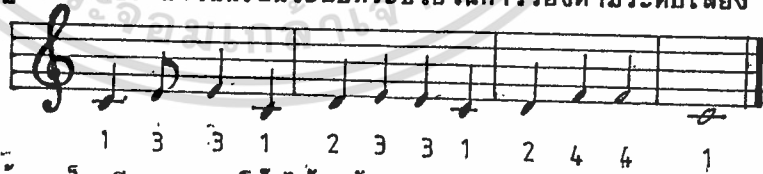
ถูกแจซอลและถูกแจฟาและถูกแจเทน เนอร์ต่อไป



ระบบโซลเฟล โดยมี do อยู่ที่ c และใช้เลขโรมันบอกลำดับของโน้ต และเลขอารบิกแทนระดับเสียงในสเกลโดจะโทนิคดังนี้



การร้องจะเริ่มโดยวิธีใช้บันไดเสียง C major ซึ่งจะจัดบันไดเสียงพื้นฐานและใช้เลขโรมัน เป็นระบบที่จะช่วยในการร้องตามระดับเสียง เช่น



ร้องเป็นเสียงความถี่โน้ตได้ดังนี้

(ข) หลักการของออร์ฟ เป็นการสำรวจเกี่ยวกับเสียง ซึ่งเกี่ยวพันไปถึงเรื่อง

การสำรวจที่ว่างรอบหัวและการสำรวจเกี่ยวกับรูปแบบด้วย ผู้เรียนจะเรียนรู้เกี่ยวกับเสียงโดยใช้ การร้องและเล่นดนตรี เรียนรู้เกี่ยวกับที่ว่างรอบ ๆ หัว โดยการเคลื่อนไหวและเรียนรู้เกี่ยวกับ รูปแบบโดยการสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะเรียนรู้จากส่วนย่อยไปสู่ส่วนรวมใช้การเขียนแบบนำไปสู่การ สร้างสรรค์ โดยมีกิจกรรมทั้งปฏิบัติเดี่ยวและผสมวง จุดเด่นของวิธีการนี้คือ การใช้เครื่องดนตรี

ออร์ฟในการเรียนการสอน เช่น ระนาด ซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะ สามารถถอดเป็นชิ้น ๆ ได้ และ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่เฉพาะขั้นที่ต้องการที่จะให้ผู้เรียนดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนดีคิดได้ยากมาก ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานเป็นต้น

(ค) หลักการของโคคาย เป็นการร้องเป็นหลัก โดยใช้วรรณคดีพื้นบ้านซึ่งถือว่าเป็นดนตรีในลักษณะภาษาแม่ของผู้เรียน ในกระบวนการเรียนการสอนยึดหลักพัฒนาการของเด็กเป็นหลัก การเสนอเนื้อหาดนตรีมีการจัดเป็นขั้นคอนอย่างรัดกุมและมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีลักษณะเป็นรูปธรรมซึ่งช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ดนตรีในลักษณะของเสียงง่ายขึ้น มีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. โทนิคซอล-ฟา ใช้ระบบการเรียกชื่อซึ่งมาจากภาษาลาติน คือ โด เร มี ฟา ซอล ลา ที (do re mi fa so la ti) และ A B C D E F G แทนระดับเสียง โด เร มี .. ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนจดจำระดับเสียงต่าง ๆ ได้ด้วย

2. การใช้สัญลักษณ์มือ ใช้ควบคู่ไปกับการอ่านโน้ต ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นเพราะอยู่ในลักษณะรูปธรรม มีรูปแบบดังนี้



๓. การใช้สัญลักษณ์เป็นภาพ ผู้สอนจะใช้สัญลักษณ์ใดแทนก็ได้ โดยมีหลักคือ ขนาดใหญ่จะแทนจังหวะยาว ขนาดเล็กจะแทนจังหวะสั้น เช่น



(ง) หลักการของคอปฟ์เฮนซ์ฟ มิวซิเชินซ์ฟ เห็นหลักการของการจัดประสมการณ

ทางดนตรีในลักษณะของการผสมผสานกลมกลืนขององค์ประกอบดนตรีเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียน

เป็นทั้งผู้ฟัง ผู้แสดง และผู้สร้างสรรค์ดนตรี เพื่อให้เกิดความเข้าใจในดนตรีทุกแง่มุม โดยผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ การค้า จะได้รับวรรณคดีดนตรีจากทั่วโลกเพื่อประสมการณที่กว้างไกลทางดนตรีและการศึกษาระยะที่ - ไม่ว่าจะณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

๒/พ.

พ 79A ๒

2531

15

วิจารณ์ทางดนตรีอย่างมีหลักเกณฑ์

สรุป หลักการสอนดนตรีทั้งในประเทศและต่างประเทศจะมีหลักการทั่ว ๆ ไป คล้ายคลึงกับหลักการการจัดการเรียนการสอนดนตรีของระบบ เพลงคารอสซี่ ซึ่งจะแบ่งได้เป็นข้อ ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. สอนวิธีให้รู้จักเสียงก่อนสัญลักษณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ร้องก่อนที่จะเรียนการเขียนโน้ต หรือชื่อของตัวโน้ต
2. ให้ผู้เรียนสังเกตและฟังเสียงต่าง ๆ ที่ได้ยินและลองเลียนแบบเสียงเหล่านั้น เพื่อให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างและผลที่เกิดจากเสียง ซึ่งผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงและยังทำให้ผู้เรียนได้ร่วมในกิจกรรมด้วย
3. สอนสิ่งต่าง ๆ ที่ละเอียดได้แก่ จังหวะ ทำนอง สีลาของดนตรี โดยสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในระดับที่ยากขึ้น
4. ควรฝึกปฏิบัติให้ได้เป็นอย่างดี ในแต่ละขั้นตอน ก่อนจะก้าวไปฝึกปฏิบัติในระดับที่ยากขึ้น
5. ควรให้ตัวอย่างฝึกปฏิบัติ (อูบนิย ;  $\text{mdetio}$ ) แล้วจึงสรุปผลเป็นหลักการ และทฤษฎี
6. ให้โอกาสผู้เรียนในการวิเคราะห์และฝึกปฏิบัติในเรื่องคุณภาพของเสียงและสามารถประยุกต์สิ่งที่ได้รับกับดนตรีได้
7. การสอนชื่อตัวโน้ตควรให้มีความสัมพันธ์กับเพลงที่จะเรียน

"เทคนิคและวิธีการเมื่อจะนำไปใช้ควรมีการปรับปรุง ประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนของแต่ละสภาพ ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนดนตรีดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุจุดมุ่งหมายตามที่ผู้สอนได้ตั้งเอาไว้ การนำหลักการหนึ่งไปประยุกต์หรือการผสมผสานกันระหว่างเทคนิคต่าง ๆ ย่อมสามารถทำได้ตามความเหมาะสมซึ่งอยู่ในดุลยพินิจของผู้สอน ไม่มีวิธีการใดที่ดีที่สุด มีแต่วิธีการที่เหมาะสมที่สุดเท่านั้น" (ณรุทธ์ สุทธจิตต์ 2531 : 122)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำไปใช้

020065

~~000304~~

## ง) สื่อการสอนดนตรี

ดนตรีเป็นเรื่องของนามธรรม การใช้สื่อในลักษณะนามธรรมจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนในระดับปฐมวัยและประถมศึกษา นอกจากนี้สื่อการสอนประเภทเสียงและเครื่องดนตรีก็มีความจำเป็นในการเรียนดนตรี ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับความซาบซึ้งทางดนตรีได้อย่างดี

### ประเภทของสื่อการสอนดนตรี

1. บทเพลง เป็นสิ่งที่ผู้สอนใช้เสมอ ประกอบด้วยเพลงประกอบการร้อง เพลงประกอบการฟัง การสอนการเคลื่อนไหว การอ่าน ซึ่งควรเลือกสรรคให้เหมาะกับกิจกรรมตามทักษะและเหมาะสมกับผู้เรียนด้วย ซึ่งมีหลักการเลือกดังนี้

1.1 ความยากง่ายของบทเพลง ซึ่งเพลงแต่ละเพลงนั้นจะมีเนื้อหาแตกต่างกันออกไปรวมทั้งการร้องและการฟังด้วย เพลงง่ายจะนำไปใช้กับผู้เรียนในระดับปฐมวัยและประถมศึกษา และเพลงยากจะนำไปใช้ในระดัับมัธยม ซึ่งความยากง่ายนี้จะดูจากองค์ประกอบด้านจังหวะและทำนองเป็นหลัก

1.2 ความยาวของบทเพลง ผู้เรียนในแต่ละระดับจะมีสมาธิในการฟังไม่เท่ากัน ผู้สอนระดับประถมจะมีสมาธิสั้น ระดับมัธยมจะมีสมาธิยาวขึ้น ฉะนั้นการเลือกความยาวของเพลงให้เหมาะสมตามระดับการฟังของผู้เรียนด้วย

1.3 ประเภทของบทเพลง ผู้ฟังควรมีโอกาสฟังเพลงทุกประเภท ฉะนั้นผู้สอนควรนำเพลงทุกประเภทมาสอน ไม่ว่าจะเป็นเพลงไทย เพลงตะวันตก ตลอดจนเพลงพื้นเมือง

2. แผนภูมิและแผนภาพ การสอนดนตรีมักจะเกี่ยวข้องกับ การอ่านโน้ตหรือร้องเพลงเสมอ ดังนั้นแผนภูมิจึงมีความจำเป็นในการเสนอในรูปนามธรรม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แผนภูมิสามารถแยกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 แผนภูมิเพลง เป็นแผนภูมิที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์ ตัวโน้ตและคำร้อง ควรเป็นแผนภูมิที่อ่านง่าย ชัดเจน ไม่ควรใช้สีอ่อน ๆ เช่น สีเหลือง สีเขียวอ่อน ในการเขียนแผนภูมิเพลง

2.1.2 แผนภูมิสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางดนตรี ได้แก่ สัญลักษณ์รูปแบบจังหวะ ลักษณะหัวโน้ตต่าง ๆ เป็นต้น ควรจัดทำอย่างปราณีตสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานนี้ เมื่อนำมาใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นเป็นอันขาด  
 ไม่ว่าการณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข และต้องขออนุญาตทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 แผนภูมิแสดงโครงสร้างหรือรูปแบบด้านดนตรี ได้แก่ แผนภูมิเกี่ยวกับรูปแบบลักษณะต่าง ๆ หรือแผนภูมิเกี่ยวกับลักษณะการจัดวงดนตรี

2.1.4 แผนภูมิแสดงลักษณะเครื่องดนตรี หรือแสดงการเล่นเครื่องดนตรี เช่น แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของคีย์บอร์ดกับหัวโน้ต แผนภูมิการใช้นิ้วในการเป่าขลุ่ย ฯลฯ

2.2 แผนภาพที่ใช้เสมอในการสอนดนตรีได้แก่

2.2.1 แผนภาพเครื่องดนตรี ปกติแล้วเป็นเรื่องยากที่ผู้สอนจะนำเครื่องดนตรีมาให้ผู้เรียนดูได้ การใช้แผนภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็น ควรจะเป็นภาพที่ชัดเจน มีขนาดใหญ่พอที่ผู้เรียนจะเห็นได้ชัดเจนละเอียด และจะเป็นการดี ถ้าจัดภาพเครื่องดนตรีในกลุ่มเดียวกัน เปรียบเทียบขนาดอัตราส่วนจะทำให้ผู้เรียนได้รับรู้ได้เร็วและดีขึ้น

2.2.2 แผนภาพผู้ประพันธ์เพลง ซึ่งผู้เรียนดนตรีควรมีโอกาสได้เห็นภาพผู้ประพันธ์เพลงทุกคนที่สำคัญ ซึ่งควรเป็นภาพที่ชัดเจน และอาจมีเกิดและการถึงแก่กรรมด้วย

2.2.3 แผนภาพแสดงลักษณะของวงดนตรีประเภทต่าง ๆ บางครั้งอาจเป็นลักษณะของแผนผังหรือแผนภูมิ

2.2.4 แผนภาพอย่างที่ใช้ประกอบการอธิบายเกี่ยวกับบทเพลงเพื่อช่วยสร้างมโนภาพหรือความเข้าใจ โดยปกติแผนภาพควรใช้ประกอบการสอนเพลงประเภทบรรยายเรื่องราว (PROGRAM MSIC) เช่นภาพเกี่ยวกับฤดูกาลต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการสอนเพลง

The Four Seasons ของVivaldi

3. เครื่องดนตรี การสอนดนตรีทั้งทางด้านทักษะและเชิงดนตรี สิ่งที่สำคัญมากที่สุดคือ เครื่องดนตรี ส่วนมากจะใช้เครื่องดนตรีประเภทคีย์บอร์ด ซึ่งสามารถใช้ประกอบจังหวะต่าง ๆ ได้ด้วย แต่ถ้าเป็นไปได้ก็ควรนำเครื่องดนตรีในวงดุริยางค์ มาให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและลองเล่น ก็จะดีมาก

3.1 เครื่องประกอบจังหวะ เครื่องดนตรีที่เล่นง่ายกว่าเครื่องดนตรีประเภทอื่น ๆ คือ เครื่องดนตรีที่ไม่มีระดับเสียง ได้แก่ สามเหลี่ยม กลอง (ยกเว้นทิมปานี เพราะสามารถเล่นเป็นระดับเสียงต่าง ๆ ได้) และเครื่องดนตรีประกอบที่มีระดับเสียงได้แก่ ระนาดไม้ ระนาดโลหะ เบิ้ล เป็นต้น เนื่องจากเครื่องดนตรีประเภทนี้มีราคาไม่แพงนัก และง่ายต่อการเล่น จึงเหมาะ

สำหรับสอนตั้งแต่ระดับประถมจนถึงมัธยม

3.2 คีย์บอร์ด เปียโน เป็นเครื่องดนตรีที่ใช้ประกอบการสอนดนตรีตามแนวตะวันตกที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้สอนดนตรีที่สามารถเล่นเปียโนได้มักจะช่วยให้บรรยากาศการสอนดนตรีมีชีวิตชีวาขึ้นได้เสมอ นอกจากนี้ ออร์แกนก็จะช่วยสอนเรื่องคอร์ดได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนที่มีโอกาสเล่นคีย์บอร์ดทั้งทำนองและคอร์ดพร้อมกันจะได้รับการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในการเล่นคีย์บอร์ด ซึ่งมีประโยชน์ในการศึกษาดนตรีขั้นสูงต่อไป

3.3 ขลุ่ย เป็นเครื่องดนตรีที่มีราคาไม่แพงนัก มีกติกในการเล่นไม่ยาก จึงเหมาะที่จะใช้พัฒนาทักษะการเล่นเครื่องดนตรีทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

3.4 เครื่องดนตรีประเภทอื่น ๆ ยังมีเครื่องดนตรีประเภทอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประกอบการเล่น ซึ่งส่วนมากแล้วจะดูความเหมาะสมกับท้องถิ่น หรือความสามารถของโรงเรียนและผู้เรียนที่จะจัดหาเครื่องดนตรีได้

3.5 เครื่องดนตรีของออร์ฟ เป็นเครื่องดนตรีที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนดนตรีของประเทศตะวันตก โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา เป็นเครื่องดนตรีประเภทเครื่องประกอบจังหวะลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ระนาดไม้ และระนาดเหล็ก ซึ่งชั้นระนาดแต่ละชั้นสามารถถอดได้ สามารถกำหนดเสียงที่จะตีได้ เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด หรือไม่ผิดพลาดเลย ระนาดจะมีทั้งเสียงต่ำ เสียงกลาง และเสียงสูง ใช้บันไดเสียงเพนตาโทนิคเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีเครื่องดนตรีอื่น ๆ อีก ซึ่งเรียกเป็นชุด ได้แก่ กลองชนิดต่าง ๆ สามเหลี่ยม กรับ กิ่งก้างลา มีทั้งชุดเล็กชุดกลาง และชุดใหญ่ ให้เลือกซื้อได้ตามความสามารถ นอกจากนี้ออร์ฟยังมีโน้ตเพลงที่ประพันธ์ เพื่อใช้กับเครื่องดนตรีเหล่านี้โดยเฉพาะอีกด้วย

4. สื่อประเภทเสียง เป็นสิ่งสำคัญสำหรับเรียนทักษะการฟัง ได้แก่

4.1 วัสดุเสียง ได้แก่ แผ่นเสียง แคมเสียง หรือเทปและดีวีดี ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ แคมเสียง เพราะพกซื้อง่ายกว่าวัสดุเสียงชนิดอื่น ๆ ทั้งราคาก็ไม่แพงและหาง่าย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องเลือกวัสดุเสียงชนิดแคมเสียงที่ชื่นชอบสมควร เพื่อให้ผู้ฟังได้รับฟังสิ่งที่ดีสำหรับแผ่นเสียงและดีวีดีมีราคาแพง การเก็บรักษายาก แต่ของใส่แผ่นเสียงมักจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับเพลงบอกไว้เสมอ ซึ่งจะเป็นข้อมูลอย่างดียิ่งสำหรับผู้สอน

4.2 อุปกรณ์เสียง เป็นเครื่องเสียงจำพวกเครื่องเล่นแคมเสียง และเล่นแผ่นเสียงซึ่งควรมีคุณภาพที่ดีพอสมควร เพื่อให้ผู้เรียนได้รับฟังดนตรีที่ไพเราะ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญทำให้ผู้เรียนเกิดการชอบ ความรัก และซาบซึ้งดนตรีได้ นอกจากอุปกรณ์ดีแล้ว สภาพห้องเรียนก็ควร

ดีด้วย เพราะถ้าสภาพห้องเรียนไม่ดีหอย่อมทำให้ผู้เรียนได้ฟังเสียงที่ดีไม่เท่าที่ควรจะเป็นได้เช่นกัน

5. สิ่งพิมพ์ ส่วนใหญ่จะเป็นหนังสือ ซึ่งจัดเป็นสื่อสำคัญอย่างมากเพราะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญ ซึ่งหนังสือที่ผู้สอนดนตรีควรมีไว้ ได้แก่ พจนานุกรมดนตรี สารานุกรมดนตรี หนังสือด้านวิชาการดนตรี ใหม่ ๆ ภาพและเรื่องราวในหนังสือสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการสอนได้

6. สิ่งอื่น ๆ นอกจากสื่อต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีสิ่งอื่น ๆ มากมายที่สามารถเป็นสื่อในการสอนดนตรีได้ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าผู้สอนจะเห็นสิ่งใดที่สามารถใช้เป็นสื่อได้บ้าง เช่น เครื่องดนตรี ที่ผลิตขึ้นเอง ภาพนิ่ง แถบภาพ ภาพยนตร์ เกี่ยวกับดนตรี ก็ช่วยเป็นสื่อในการเรียนดนตรีได้ดี

#### หลักการเตรียมและจัดทำสื่อการสอนดนตรีระดับประถมศึกษา

สื่อที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสื่อที่เห็นได้โดยทั่วไป ทุกระดับชั้น สำหรับหลักการเตรียมและจัดทำสื่อการเรียนการสอนดนตรีระดับประถมศึกษานั้น การศึกษาในระดับประถมศึกษาเป็นช่วงเวลา ระยะเริ่มต้น ซึ่งนับว่าเป็นการสร้างพื้นฐานในการปลูกฝังและสร้างทัศนคติ เพื่อการเรียนในชั้นสูงต่อไปมีหลักการดังนี้

##### 1. บทเพลง

ระดับประถมต้น (ป 1-3) ผู้เรียนยังมีประสบการณ์ด้านดนตรีในวงจำกัด ควรเลือกเพลงในการฟังเพลงและร้องให้เหมาะสม เพลงที่ใช้ควรมีโครงสร้างที่ไม่สลับซับซ้อน จังหวะและทำนองไม่ยากเกินไปและไม่ควรรยาวนัก ช่วงเสียงของเพลงไม่ควรกว้างเกินไป (ปกติควรอยู่ในระหว่างคู่ ๑ C-C') ควรมีเพลงในประเภทต่าง ๆ ทั้งเพลงประกอบการเคลื่อนไหว การละเล่น ควรให้ผู้เรียนเห็นโครงสร้างได้ คัดค้านเพื่อให้เกิดแนวคิด นอกจากนั้นการใช้ภาพประกอบจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีขึ้นด้วย

ระดับประถมปลาย (4-6) ผู้เรียนจะมีประสบการณ์ดนตรีพอสมควรแล้ว เพลงที่นำมาใช้ประกอบการฟังก็ควรมีโครงสร้างสลับซับซ้อนขึ้น ความยาวมากขึ้น เนื้อหามากขึ้นและควรเป็นเพลงหลายประเภทไม่เฉพาะแต่ของพื้นบ้านเท่านั้น แต่ดนตรีบรรยายเรื่องราวและมีภาพประกอบก็ยังคงเป็นสิ่งที่เหมาะสมอยู่สำหรับการสอนในระดับนี้

2. แผนภาพและแผนภูมิ แผนภาพแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับจังหวะและทำนองในชั้นต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ประถมปีที่ 1 ระยะต้นเริ่มจากแผนภูมิง่าย ๆ ที่สามารถใช้แทนสัญลักษณ์ทางดนตรี  
 ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 ได้ ไม่ใช่สัญลักษณ์จริงที่ใช้อยู่ เช่น แทน (ตัวคำ) และ แทน (ตัวเทร็ด)

1 ชั้น การใช้สัญญาณมือจะช่วยให้นักเรียนเห็นความเป็นนามธรรมได้มากขึ้น นอกจากนั้นการใช้เพลงที่ฟังหรือร้องจะช่วยเสริมแนวคิดและเสริมสร้างความเข้าใจได้มากขึ้น

ประถมปีที่ 2 เริ่มมีสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางดนตรีเข้ามาสอดแทรกโดยยังมีแผนภูมิความจำมาช่วยบ้าง จนผู้เรียนจำได้แล้วก็เลิกใช้ อาจมีการนำสีล้นเข้ามาช่วยเช่น การใช้สีต่าง ๆ แทนระดับเสียงของตัวโน้ต การทำสื่อในลักษณะที่ผู้เรียนสามารถจับต้องได้ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น เช่น การทำโน้ตเป็นตัว ๆ การทำจุดแฉียงต่าง ๆ เครื่องหมายต่าง ๆ เช่น f (forte), p (piao) เป็นต้น

ขนาดของบรรทัด 5 เส้น จัดว่าเป็นสิ่งสำคัญ ขนาดที่ใช้สอนควรมีขนาดใหญ่พอสมควรที่จะให้ผู้เรียนเห็นชัดเจน ในแบบฝึกหัดเช่นกัน ควรมีขนาดพอเหมาะสำหรับผู้เรียนเขียนโน้ตได้อย่างสบาย

ประถมปีที่ 5-6 ผู้เรียนจะได้เรียนเรื่องสัญลักษณ์ทางดนตรีที่เป็นสากลได้ครบถ้วนแล้ว ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะออกจัดเป็นบัตรคำเพื่อใช้ได้หลายครั้ง หรือติดไว้ให้ผู้เรียนดูในห้องดนตรี

3. สื่ออื่น ๆ เป็นสื่อที่ผู้สอนสามารถจัดหาหรือผลิตขึ้นจากวัสดุรอบ ๆ ตัว เป็นการเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะ เพื่อประมวลการสอนเรื่องประกอบจังหวะ

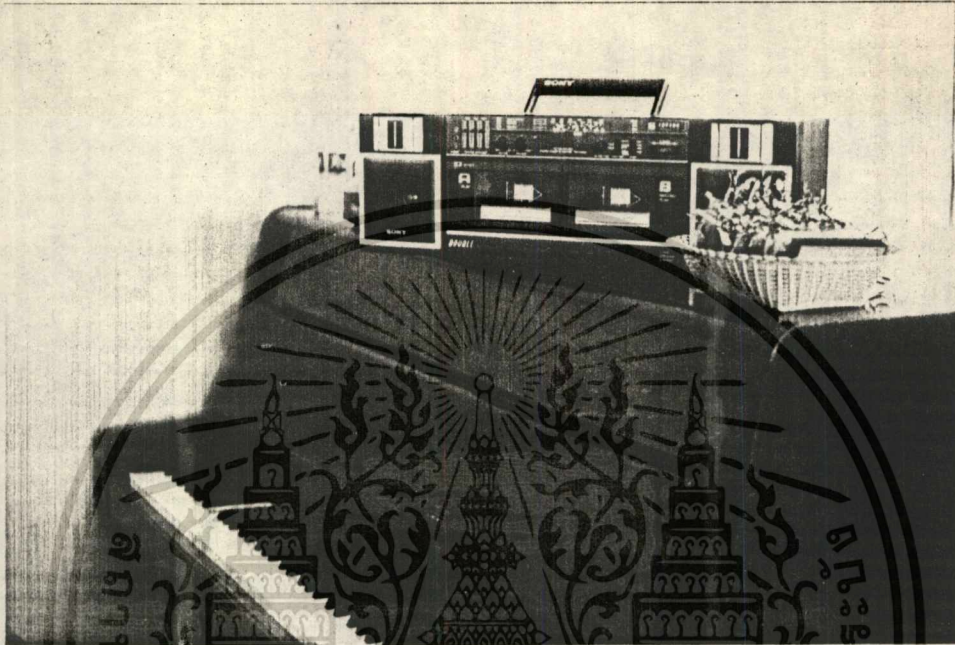
สำหรับสื่อการสอนมาตรฐาน คือ เครื่องเสียง แผ่นเสียง แอ็บเสียงและภาพหรือภาพยนตร์ จะช่วยให้การเรียนการสอนน่าสนใจขึ้น

สรุป

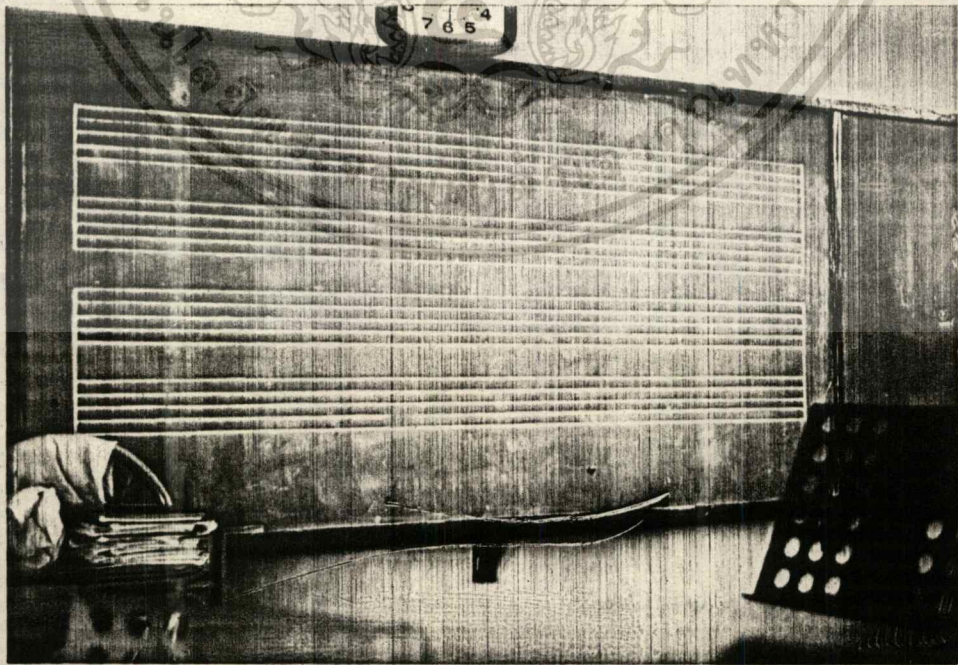
สื่อการสอนในระดับประถมจะเริ่มจากแผนภาพ แผนภูมิในลักษณะง่าย ๆ มีการใช้สัญญาณมือมาช่วย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจง่ายขึ้น การใช้บทเพลงก็ใช้เพลงที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีความยาวไม่มากนัก มีการใช้สีล้นประกอบในการแยกแยะสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางดนตรี และจะยากขึ้นตามลำดับ เมื่อผู้เรียนมาประสบการณ์เพิ่มขึ้นในระดับชั้นประถมปลาย ซึ่งเมื่อผู้เรียนเรียนจบในระดับประถมแล้วควรมีความสามารถในการอ่านสัญลักษณ์ดนตรีและมีความเข้าใจในดนตรีทุกประเภทพอสมควร

อุปกรณ์ช่วยสอนดนตรี (สากล)

ที่มีอยู่ในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.1 เครื่องเสียง + เครื่องดนตรี



ภาพที่ 2.2 กระดาน(เขียนบรรทัด 5 เส้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จ) จิตวิทยาเด็กที่เกี่ยวข้องในการทำอุปกรณ์

จิตวิทยาเด็กที่เกี่ยวข้องในการทำอุปกรณ์นี้ ผู้วิจัยจะศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง พัฒนาการของเด็กวัยเรียนอายุ 6-12 ปี (ป1-6) และจิตวิทยาการใช้สื่กับเด็กซึ่งมีดังนี้

1. พัฒนาการเด็กวัยเรียนอายุ 6-12 ปี (ป 1-6) มีพัฒนาการต่าง ๆ อยู่ 4 ด้าน คือ

(ก) พัฒนาการด้านร่างกาย จะกล่าวเป็นลำดับอายุดังนี้

- 6 ปี จะมีกำลังว่องไว แต่จะเหนื่อยเร็ว การทำงานจะทำงานไม่ละเอียด มีสมาธิพอใช้
- 7 ปี จะใช้มือและตาประสานกันดี สามารถปิดตาข้างเดียวแล้วเขียนหนังสือได้
- 8 ปี สามารถอ่านหนังสือได้โดยไม่ต้องชี้ คิดลายมือดีและเร็วขึ้น ช่วงนี้การใช้สายตาคงดีมากที่สุดสามารถเขียนแบบได้ทุกอย่างสามารถควบคุมตัวเองได้ตามความต้องการ
- 9 ปี ตาและมือทำงานประสานกันได้ดี ใช้สายตาได้ดีและนาน ไม่เหนื่อยง่าย ใช้ปลายนิ้วของเล็ก ๆ ได้ เวลาทำงานตาอาจมองไปทางอื่นได้ระยะหนึ่ง
- 10 - 12 ปี เป็นช่วงที่มีสุขภาพดีที่สุด สามารถใช้ตาและมือพร้อมกับอวัยวะอื่น ๆ ของร่างกาย เช่น หู, ปาก, แขน, ขา เป็นต้น รูปร่างและความคล่องตัวจะเข้าแบบผู้ใหญ่แล้ว

(ข) พัฒนาการด้านสติปัญญา

- 6 ปี เข้าใจคำสั่งครุ และสามารถสะกดคำง่าย ๆ ได้
- 7 ปี ชดคล่องขึ้น ความหมายชัดเจนขึ้น มีเหตุผล ชอบอ่านหนังสือซึ่งแม้บางครั้งอาจไม่รู้เรื่องหรือความหมายทุกคำ
- 8 ปี เข้าใจภาษาได้ดีขึ้น สามารถคิดเลขในใจได้ การเขียนในท้องบางครั้งจะแข่งกันตอบปัญหาหรือคำถามของครู ชอบอ่านเรื่องสัตว์และเทพนิยาย
- 9 ปี เขียนชดคล่องแล้ว สามารถบรรยายเรื่องด้วยภาพต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อผู้ใดนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 10-12 ปี สามารถแยกความดี-เลวได้ ออกความคิดเห็นได้  
ความสามารถพิเศษทางศิลปะชัดเจน สามารถมโนภาพได้ สามารถ  
ใช้คำจำกัดความของคำนามธรรมได้ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง  
ๆ ได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์รักการอ่าน อารมณ์มั่นคง หัดจิตใจได้  
ด้วยตนเอง

ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เด็กพัฒนาการสติปัญญา เพิ่มขึ้นคือ แรงจูงใจ  
สิ่งเร้า การได้ลงมือทำเอง ซึ่งเด็กวัยนี้จะเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง  
โลกภายนอก พัฒนาการด้านภาษาและนึกคิดความสามารถในด้านสติ  
ปัญญานี้ ไม่ว่าเด็กหญิงหรือชาย เมื่อเทียบกันแล้วนับว่ามีสติปัญญา  
ปัญญาพอ ๆ กัน แต่จะต่างกันที่ความถนัด เช่นผู้ชายจะถนัดเรื่อง  
วิทยาศาสตร์ ผู้หญิงจะถนัดเรื่องเย็บปักถักร้อย เป็นต้น

(ค) พัฒนาการด้านอารมณ์ เด็กอายุ 6-12 ปี เป็นวัยที่ต้องการสิ่งใหม่  
อยากรู้ อยากเห็น ต้องการทำอะไรด้วยตนเอง การทำกิจกรรมเป็นหมู่คณะจะทำให้อารมณ์เบิกบาน  
สนุกสนาน รู้จักเคารพผู้อื่น เช่น รู้จักเกรงใจ เป็นต้น

(ง) พัฒนาการด้านสังคม เด็กอายุ 6-12 ปี ชอบที่จะทำงานเป็นกลุ่ม  
มีแนวคิด, ทศนคติ, ค่านิยม, มีกฎระเบียบ ของกลุ่ม รู้จักการร่วมมือการแข่งขัน ซึ่งจะเป็นนิสัย  
ติดตัวเด็กไปในภายภาคหน้าโดยไม่รู้ตัว และมีความรับผิดชอบสูง

2. จิตวิทยาการใช้สี

สีมีความสำคัญในการใช้ประกอบในการออกแบบ สีมียุทธศิลป์ในด้านจิต-  
วิทยาแก่มนุษย์ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ การใช้สีที่ถูกต้องตามคุณลักษณะและสัญลักษณ์  
ของสี สามารถแก้ความบกพร่องต่าง ๆ และยังช่วยส่งเสริมหน้าที่ประโยชน์ใช้สอยให้ดีขึ้นสีสามารถ  
เปลี่ยนค่านิยมของคนได้

สีตามระบบ Munsell หมายถึงลักษณะความเข้มของแสงสว่างที่  
ปรากฏคือสายคา สีมียุทธศิลป์ต่อจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีจะให้ความรู้สึกไม่เหมือนกัน ซึ่งบางครั้งทำให้  
เกิดความรู้สึกสงบ บางที่ทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้นร่าเริง "ในการใช้สีให้ยึดถือหลักต่อจิตใจมนุษย์  
นั้นจำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับอิทธิพลของสีแต่ละสี" (สาคร คุนทโชติ, วิศิษฐ์ ศิริสมพันธ์

2529 : หน้า 83)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี ( Colours ) ที่ได้รับเลือกแทน Mood-Tones คือ

- สีแดง แทน ความตื่นเต้น ร่าเริง มีอำนาจ
- สีดำ แทน ความทุกข์ การทำนาย
- สีนํ้าตาล แทน การคุ้มครองป้องกัน
- สีม่วง แทน ความสง่างาม
- สีเหลือง แทน ความร่าเริงสนุกสนาน
- สีส้ม แทน ความสลดใจ มีอำนาจ สง่าภาคภูมิ

Dr.Padolksy ผู้เชี่ยวชาญเรื่องสีหนึ่งได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับสีและจิตวิทยาซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากซับซ้อน เขาได้พบเห็นความเห็นต่างเป็นเอกฉันท์ที่ว่าสีมีอิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์และคนเราทุกคนย่อมถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของสีที่แวดล้อมรอบ ๆ ตัวเรา จึงนับว่าเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะมีอิทธิพลต่อสุขภาพและประสิทธิภาพของเรา

- Dr.Padolksy กล่าวถึงสีต่าง ๆ ดังนี้ ซึ่งเป็นผลเฉพาะ
- สีนํ้าเงิน เป็นสีที่ดึงดูด สงบเย็น ทำให้เกิดสมาธิ เป็นที่นิยมชมชอบของผู้ชมมาก และพวกที่มีสติปัญญาส่วนมากก็ชอบสีนี้ด้วย
  - สีเหลือง เร้าใจ ตื่นเต้น ช่วยให้เกิดความคิด บุคคลที่ชอบชุดโอ๊วด เรื่องของตัวมักชอบสีนี้อยู่
  - สีเหลืองสด แสดงถึงความเจริญรุ่งเรือง แสดงแสงแดด ความมั่นคงสมบูรณ์ บางคนก็ว่าหมายถึงการแสดงทำเป็นนาย ขลาดกลัว เชื่อโรค
  - สีแดง เป็นสีที่จับใจของผู้หญิง ถ้าเป็นนักกีฬาไม่ว่าหญิงหรือชายชอบสีนี้มาก ในญี่ปุ่นแสดงถึงไฟและการทำลายล้าง เป็นที่นิยมของชาวอินเดียบางคนว่าแสดงถึงความกล้าหาญ และกระตุ้นกำลังใจ พวกอกหัก (Lovelom) มีความชอบนิยมเอียงไปในทางสีแดง
  - สีขาว ชาวจีนถือว่าเป็นเครื่องไว้ทุกข์ แต่พวกอเมริกันถือว่าเป็นความหมายของความบริสุทธิ์ ร่าเริง ถ้าใช้ลำหิงโคดเดียวให้ความรู้สึกเย็น
  - สีนํ้าตาล เป็นสีอุ่นไม่ให้ความทักท้อ้น ถ้าใช้โคดเดียวให้ความรู้สึกสลด
  - สีม่วง (Purple and Mauve) ให้ความสงบ ความเป็นจริง และทำให้ทั้งวงบางคนว่าแสดงถึงความจงรักภักดี ให้ความสง่า ภาคภูมิความเป็นเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับก เป็นนาย ความกล้าหาญ แต่บางคนบางพวกจะมีทัศนะว่าสีม่วง เป็นสีไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห่งความเศร้า ลึกลับ ราคะและความทุกข์ทรมาน

สีเทา ให้ความรู้สึกเศร้าและเย็น

สีเขียวใบไม้สด ทำให้จิตใจสงบเยือกเย็น

สีดูหลาบ ทำให้จิตใจสดชื่นกระชุ่มกระชวย

การศึกษาถึงลักษณะของสี เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อสีบางสีจะเอียงกว่า เติม เล็กน้อย

สีแดง ให้ความรู้สึกมั่นคงสมบูรณ์ ขวัญลุ่มหลง ตื่นเต้น เร้าใจ

สีเหลือง ให้ความรู้สึกร่าเริงสดใส สีเหลืองอ่อนจะให้ความรู้สึกของความสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมากจะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ไกลไปทางสีส้มจะมองดูคล้ายของเทียมและคล้ายกับของเล่นสมัยใหม่ที่ตกแต่งๆ อย่างเรียบร้อย

- สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ห้องมีคิสว่างขึ้น
- สีเหลืองเขียว (YELLOW GREEN) ช่วยในด้านความเย็น

สีเขียว ไม่ทำให้เกิดลวงตาในการมอง จะไม่ใช่ใกล้กับสีแดง ในจำนวนเท่ากัน สีเขียวให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวยเสมอ และใช้ทาสายตาได้โดยธรรมชาติจะใช้สีเขียวเป็นเช่นสีที่ส่งเสริมทุก ๆ สีที่ดูสดใสขึ้น สีเขียวสมควรใช้ในการนำความหมายบางอย่างมาจากต้นไม้ สีเทา ส้มอ ๆ หรือเขียวเท่านั้น ส่วนมากและใช้ได้คืออย่างมากที่เดียวในการเน้น สีพื้น ที่นิยมสำหรับเครื่องเรือนทำด้วยไม้ เมเปิลหรือไม้สัก สีเขียวสดใส ให้ความรู้สึกสดชื่นขึ้น

สีน้ำเงิน สีน้ำเงินเข้มให้ความรู้สึกสงบและลึกลับ น้ำเงินอ่อน เช่นสีน้ำหรือฟ้า มีความสดใสของสีเขียวอยู่ด้วย แม้จะปราศจากตัวสีเขียวก็ตามสำหรับผนังและเฟอร์นิเจอร์ สีฟ้าและสีที่ใกล้เคียงกับน้ำหรือน้ำเงินที่ใช้มากเกินไปจะทำให้เกิดความไม่เบิกบาน

สีน้ำเงินอมเขียว ให้ความรู้สึกตื่นเต้น เช่น แสงของโคมไฟ การแพนทางของนกยูง เป็นสีซึ่งมีเสน่ห์งดงาม

สีดำ การใช้สีดำบ้าง ขาวบ้างในพื้นที่รวมกับสีอื่น ๆ จะทำให้เกิดความ

กระปรี้กระเปร่า และทำให้เกิดความมีชีวิตชีว่า ร่าเริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เมื่อสีดำและขาวมีความขัดกัน นำมาใช้กับสีอื่น ๆ สีเทาสามารถจะไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เป็นสีกลางได้โดยตลอดทุกสี สีเทา สามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ

### สีกับความสนใจของเด็ก

ในเรื่องเกี่ยวกับการมองเห็นของเด็กแล้ว สี นับเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเป็นสิ่งกระตุ้นความรู้สึกและภาวะต่าง ๆ ของจิตใจให้สอดคล้องตามได้ในเด็กเล็ก ๆ จะสนใจที่จะเรียนรู้ทุกสิ่งทุกอย่างรอบ ๆ ตัว แสงสว่างและเงาต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งที่เด็กสนใจ สีสดใส และแรง เช่น สีแดงสด เหลืองสด ฯลฯ เป็นต้น เมื่อเด็กโตขึ้น ความรู้สึกเปลี่ยนแปลงไป เด็กจะเรียนรู้ถึงลักษณะ สีต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน รู้สึกถึงอารมณ์ต่าง ๆ ที่สีนั้นมีผลต่อจิตใจ เด็กจะเริ่มชอบสีใดสีหนึ่งเป็นพิเศษ หรือบางคนชอบสีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ เป็นต้น ซึ่งก็แล้วแต่ว่าเด็กได้รับพัฒนาการ หรือสภาพแวดล้อมของเขาเป็นอย่างไร ซึ่งแน่เหลือเกินว่าเด็กแต่ละคนจะได้รับสิ่งเหล่านี้มาไม่เหมือนกัน ดังนั้นการที่จะกำหนดหรือหาคะแนนลงไปให้แน่ชัดเลยว่า สีอะไรจะเป็นสีที่เด็กสนใจมากที่สุด จึงไม่อาจกระทำได้ที่ดังนั้น เกณฑ์กำหนดในการเลือกสี ที่แต่เดิมมุ่งไปว่า เด็กสนใจอะไร จึงเปลี่ยนไปแต่จะมุ่งไปที่ สีอะไรบ้างที่จะช่วยเร่งเร้า หรือกระตุ้นอารมณ์ ให้เกิดความรู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้น น่าสนใจ ฯลฯ มากที่สุดแทน เพราะเหตุว่า การเล่นให้กิจกรรมที่ช่วยหรือต้องการความสนุกสนาน ดังนั้น บรรยากาศของสีที่ใช้จึงควรเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสนุกสนานด้วย

สีที่ให้ความรู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้น น่าสนใจ ฯลฯ ได้แก่สีทั้งนี้ สีแดง, สีส้ม, สีเหลือง, - สีเขียวเข้ม เขียวอ่อน, สีดำ, สีขาว, สีน้ำเงิน ส่วนเปอร์เซ็นต์ของการใช้สีแต่ละสีว่าจะ เป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับจังหวะ (RHVTM) และกลุ่มของ TONE สีที่เข้ากันได้ DESIGN นั้น

หมายเหตุ สีบางสีที่ไม่มีอยู่ในวงจรสี แต่ให้ความรู้สึกของวิทยาศาสตร์และความทันสมัย เช่น สีบรอนซ์ (METALLIC) หรือสีสะท้อนแสงบางสี ก็อาจนำมาใช้ได้เช่นกัน

เทคนิคการใช้สี แบ่งเป็นข้อใหญ่ ๆ ได้คือ

#### 1. COLOUR AND FORM

หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะเป็นเหลี่ยม เช่น กล่องสี่เหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรง ดูเป็นกล่องที่หนักและแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีมืด ๆ เช่น เทาแก่ น้ำเงิน หรือ ดำ หากเป็นวัตถุไม่มีเหลี่ยม เช่น ลูกทรงกลม ถ้าต้องการให้ดูหนัก แข็งแรงเราก็ควรเลือกสี ดำ น้ำตาลแก่หรือสีบรอนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. COLOR AND TEXTURE

บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม้เรียบของวัตถุที่ทา ก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น วัสดุกลมเกลี้ยง เหมือนลูกปัดเลียด กับวัสดุกลมผิวขรุขระเหมือนผิวมะกูด ถ้าทาสีดำ ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกแตกต่างกัน ลูกปัดเลียดจะดูน่าจับต้องมากกว่าลูกมะกูด

## 3. สีของเนื้อวัสดุเอง

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้น ๆ หากเราผสมให้เหมือนกับสีอูมิเนียนแล้วนำไปทากล่องกระดาษ ก็สามารถเบนความรู้สึก ทำให้เห็นว่ากล่องกระดาษนั้นเป็นกล่องกระดาษอูมิเนียนได้เช่นกัน

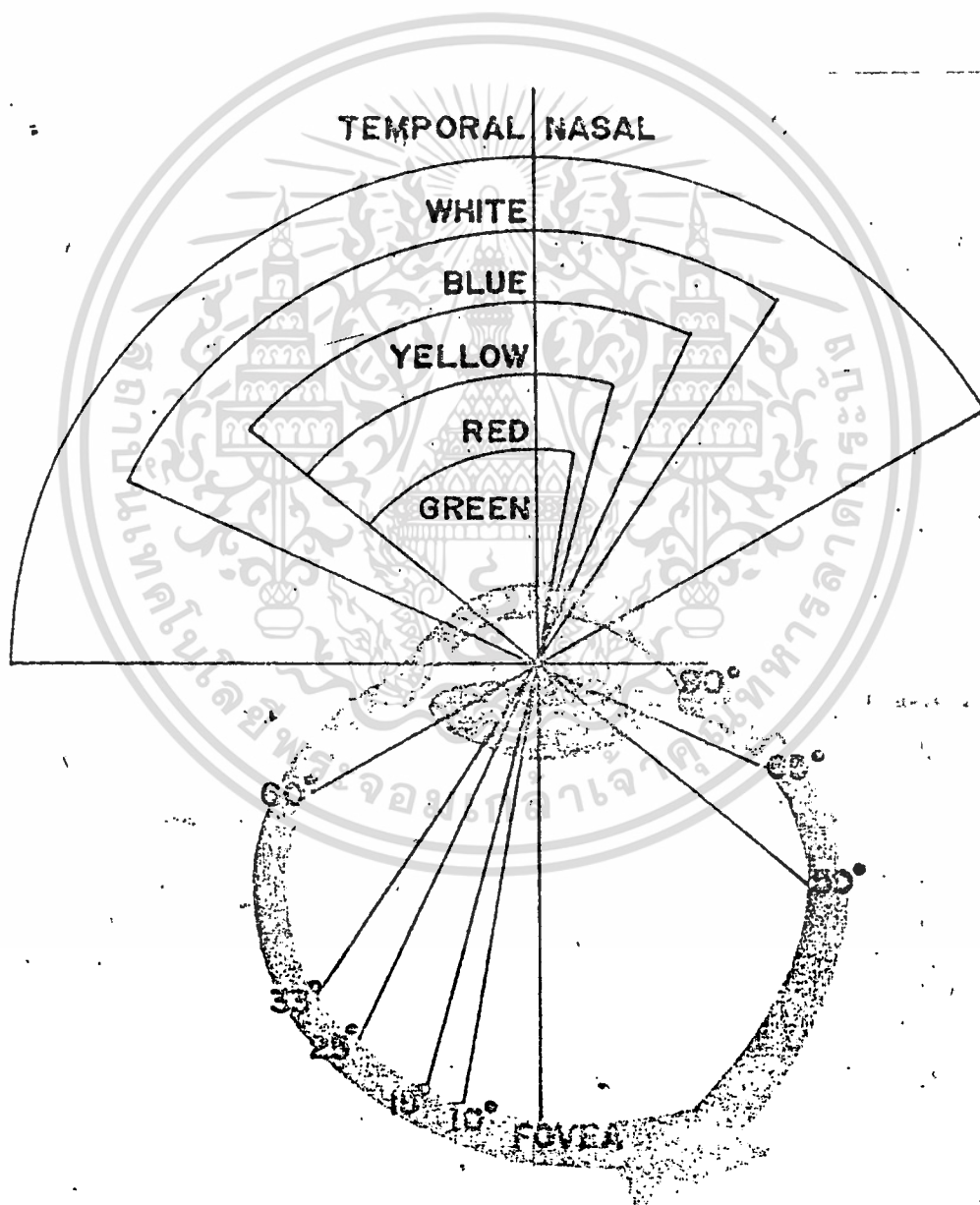
### สรุป

สีที่เด็กชอบมากที่สุดสีที่สดใส น่าตื่นเต้น คือ สีแดง, เหลือง, เขียวเหลือง, แสดแดง, ขาว, น้ำเงิน, เขียว, ม่วง, ม่วงน้ำเงิน, ม่วงแดง, เขียวน้ำเงิน และดำ เป็นอันดับสุดท้าย จะสังเกตได้ว่ามีทั้ง 6 อันดับแรกคือ สีแดง เหลือง แสด แสดเหลือง เขียวเหลือง แสดแดง เป็นสีอันทั้งสิ้น สีที่เหลืออันดับที่ 7 คือ สีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุด

### ขอบเขตและความไวในการรับสีของประสาทตา

การมองเห็นสีของมนุษย์ภายใต้แสงสว่างที่ปกตินั้น ความรู้สึกไวต่อการรับสีต่าง ๆ บน RETINA จะไม่เท่ากันทุกสี แม้จะมองวัตถุจนถึงเส้นขอบนอกของตัววัตถุชัดเจนก็ตาม แต่การมองเห็นสีบางสีจะแปรเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เพราะสีบางสีสามารถจดจำได้ดีในมุมของการมองเห็นที่กว้างมากกว่าสีอื่น ๆ

รูปแสดงขอบเขตของความไวต่อการรับสีต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค

ก) ข้อมูลทางด้านดนตรี ขนาดตัวโน้ต สัญลักษณ์ต่าง ๆ จำนวนห้อง

1. ลักษณะพื้นที่ที่ใช้สอนวิชาดนตรี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 6

โดยมากแล้วการเรียนวิชาดนตรีศึกษา(สากล)จะทำการเรียนการสอนกันในห้องซึ่งทางโรงเรียนจัดไว้สำหรับเรียนดนตรีโดยเฉพาะ เพราะอุปกรณ์ในการสอนดนตรีส่วนมากแล้วจะใช้กระดานที่มีบรรทัด 5 เส้นแล้ว, เครื่องเสียง, แผ่นภาพ และเครื่องดนตรี เช่น pianoซึ่งยากแก่การเคลื่อนย้าย เพราะอาจจะทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นเสียหายและประกอบกับอุปกรณ์เหล่านั้นมีน้ำหนักมากด้วย ฉะนั้นการเรียนการสอน จะเรียนในห้องเรียนที่ทางโรงเรียนจัดไว้ให้

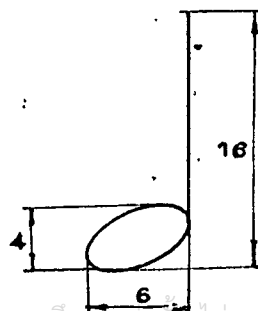
การออกแบบอุปกรณ์านี้มี แนวคิดในการออกแบบ(concept) เช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีอยู่แล้ว แต่ก็ยังออกแบบเพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ในกรณีที่ต้องการ

โรงเรียน	นร./1 ห้องเรียน	ขนาดห้องเรียน กว้าง(ม)
กรุงเทพคริสเตียน	60	6 X 8
อัสสัมชัญ	60	6 X 8
ผดุงศรมณี	60	6 X 8
คาราวินาลัย	55	4 X 6
ปรีณส์ ฯ	55	6 X 8
มงฟอร์ต	58	8 X 10
เฉลี่ย	58	6 X 8

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนนักเรียนและขนาดห้องเรียนวิชาดนตรีศึกษา(สากล)

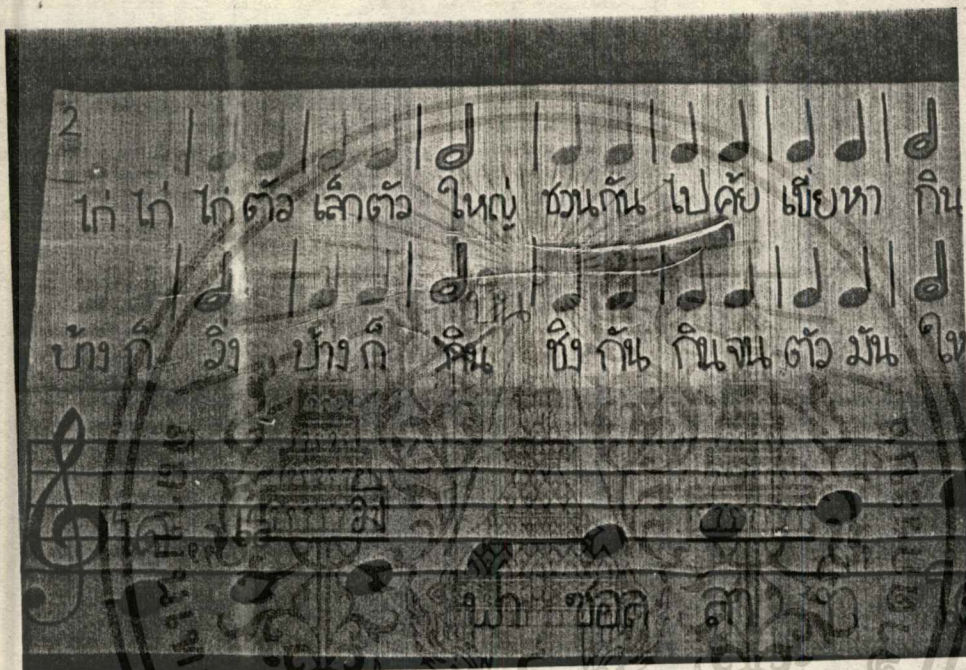
## 2. ขนาดลัดส่วนตัวโน้ต

การเทียบขนาดลัดส่วนตัวโน้ต เพื่อกำหนดขนาดของตัวโน้ตและสัญลักษณ์ต่าง ๆ



### 3. จำนวนห้อง

ในการเรียนการสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ในระดับประถมศึกษาจะใช้จำนวนห้องมากที่สุดจำนวน 16 ห้อง โดยแบ่งเป็น 4 บรรทัด บรรทัดละ 4 ห้อง



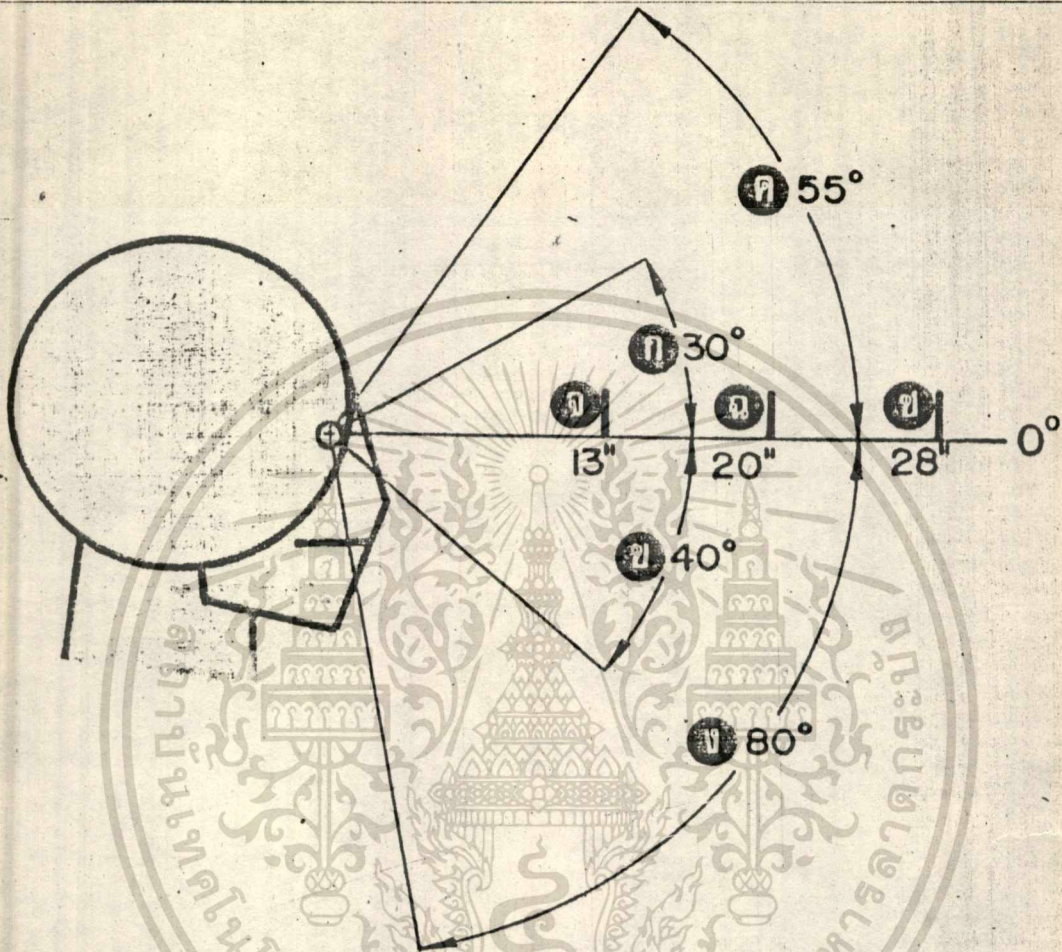
ภาพที่ 2.4 แสดงการจัดตัวโน้ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



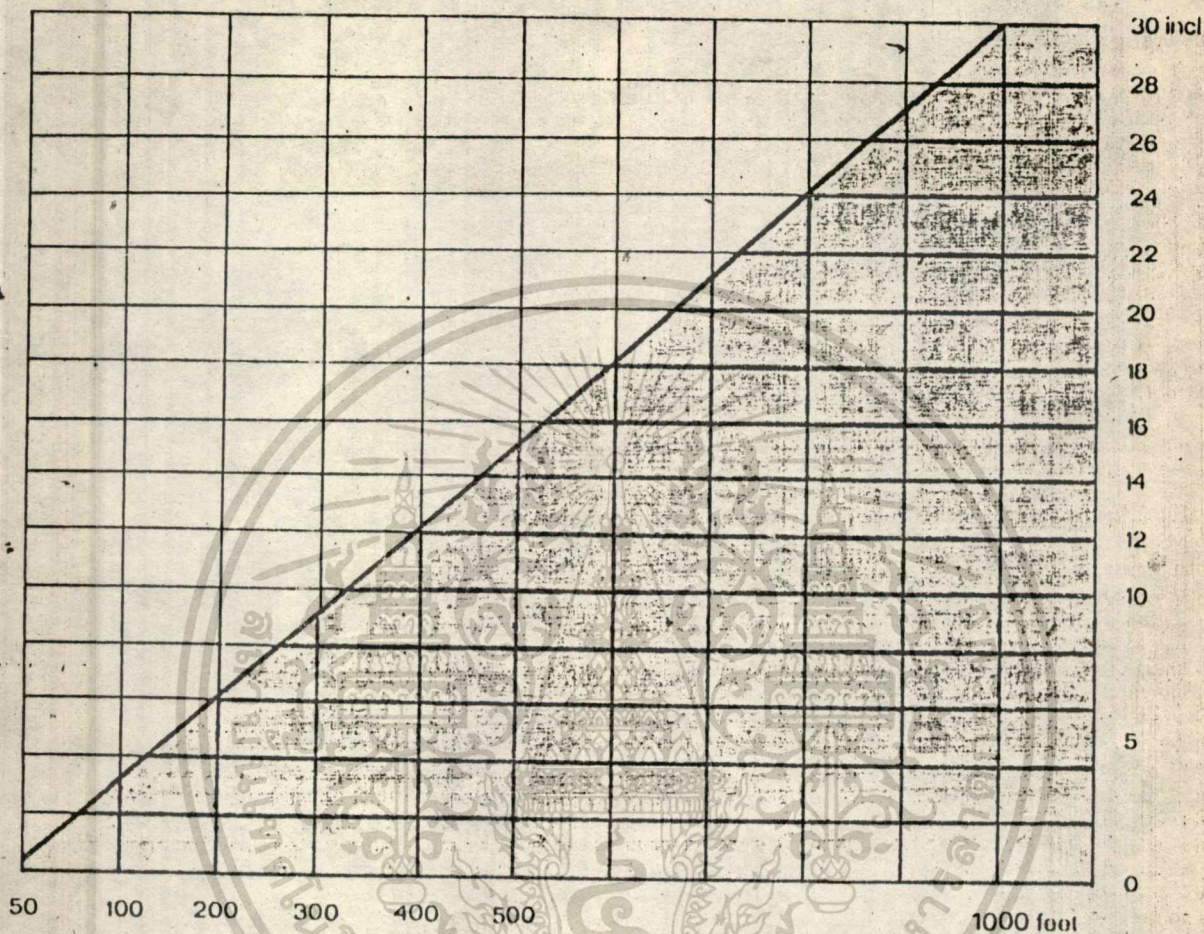
ข) ข้อมูลด้านรูปร่าง ( FORM ) และประโยชน์ใช้สอย ( FUNCTION )

1. ข้อมูลเกี่ยวกับการมองและการใช้สายตา



ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงข้อมูลการมองและการใช้สายตา

- ก มุมที่สามารถมองเห็นสีได้ถูกต้องชัดเจนที่สุด
- ข มุมที่สามารถมองเห็นสีได้ถูกต้องชัดเจนที่สุด
- ค มุมเหลือบตามองได้สูงสุด
- ง มุมเหลือบตามองได้ต่ำสุด
- จ ระยะใกล้สุดของการจัด DISPLAY
- ฉ ระยะจัด DISPLAY คีที่สุด
- ช ระยะไกลสุดของการจัด DISPLAY



ภาพที่ 2.8 ภาพแสดงกราฟเปรียบเทียบขนาดของตัวหนังสือกึ่งระยะการมอง

ความสูงของตัวอักษรต่ำสุดที่จะมองเห็นได้ในระยะ 10 ฟุต = 0.3 นิ้ว

สำหรับระยะการมองอื่น ๆ สามารถหาจากสูตร

$$\text{ความสูงของตัวอักษร (นิ้ว)} = \frac{\text{ระยะการมอง (ฟุต)} \times 0.3}{10}$$

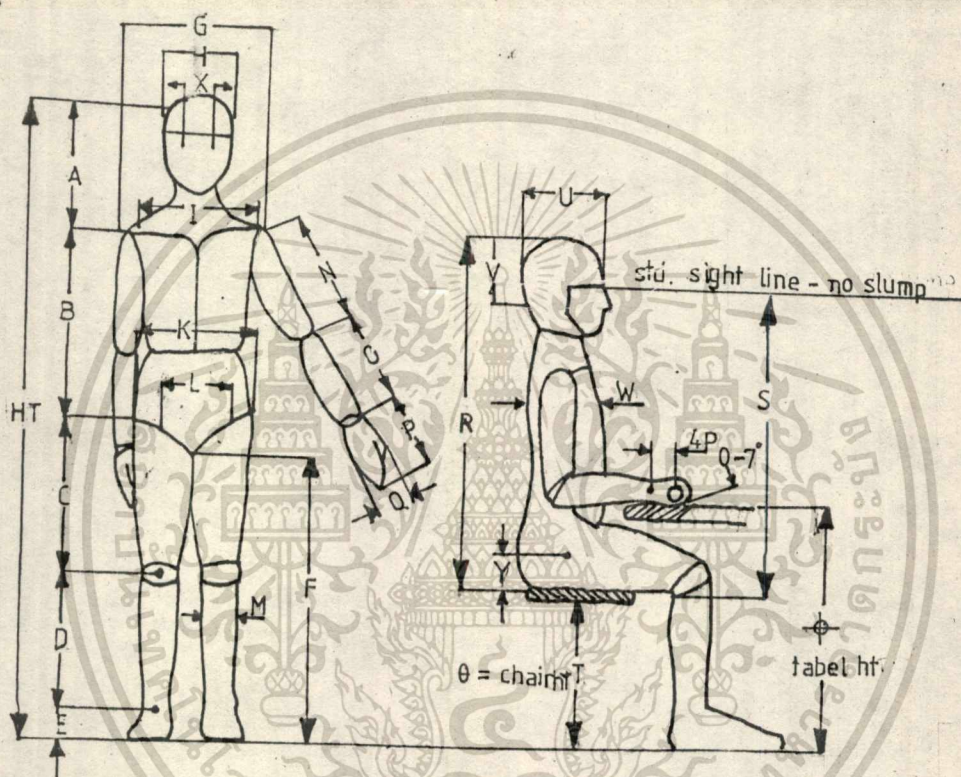
จากที่ข้างต้นเทียบเป็นหน่วยเมตริกโดยประมาณได้ คือ

ความสูงของตัวอักษรต่ำสุดที่จะมองเห็นได้ในระยะ 1 เมตร = 0.25

สำหรับระยะการมองอื่น ๆ สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{ความสูงของตัวอักษร (ซม.)} = \text{ระยะการมอง (เมตร)} \times 0.25$$

2. ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนของมนุษย์และการใช้งาน



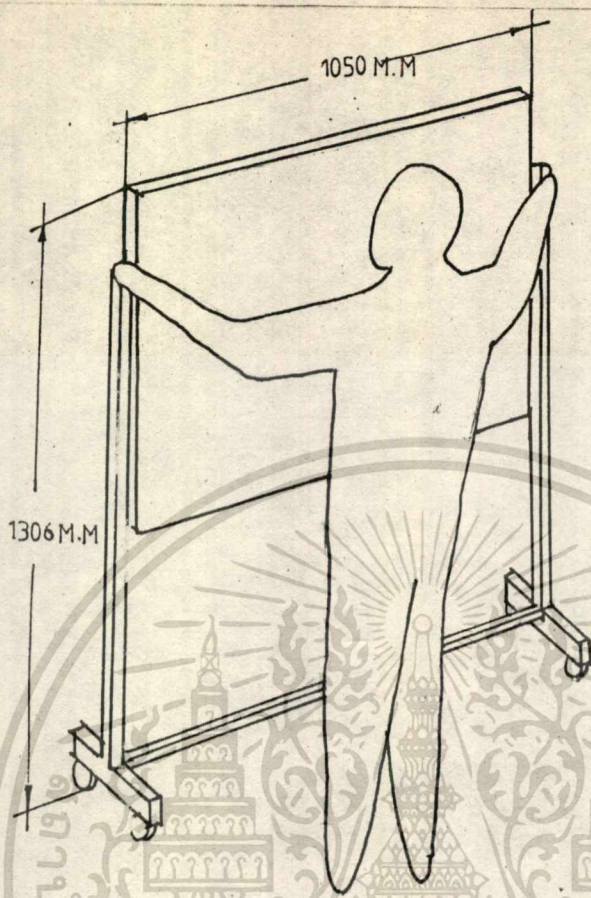
ภาพที่ 2.9 แสดงสัดส่วนของเด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิง

(สาคร ทัศนโชติ การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ 26 ; 2529)

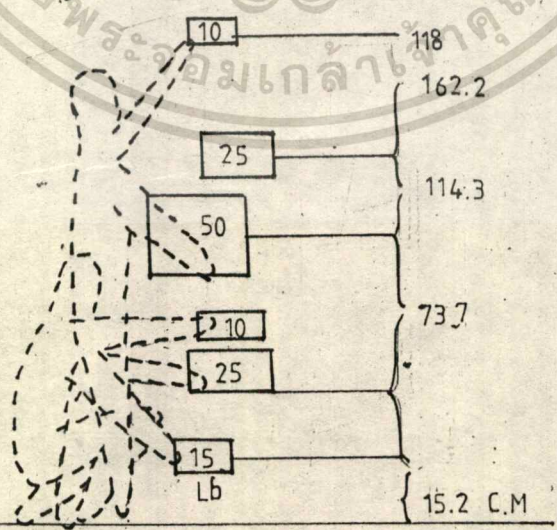
S เฉลี่ย = 23.3

T เฉลี่ย = 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

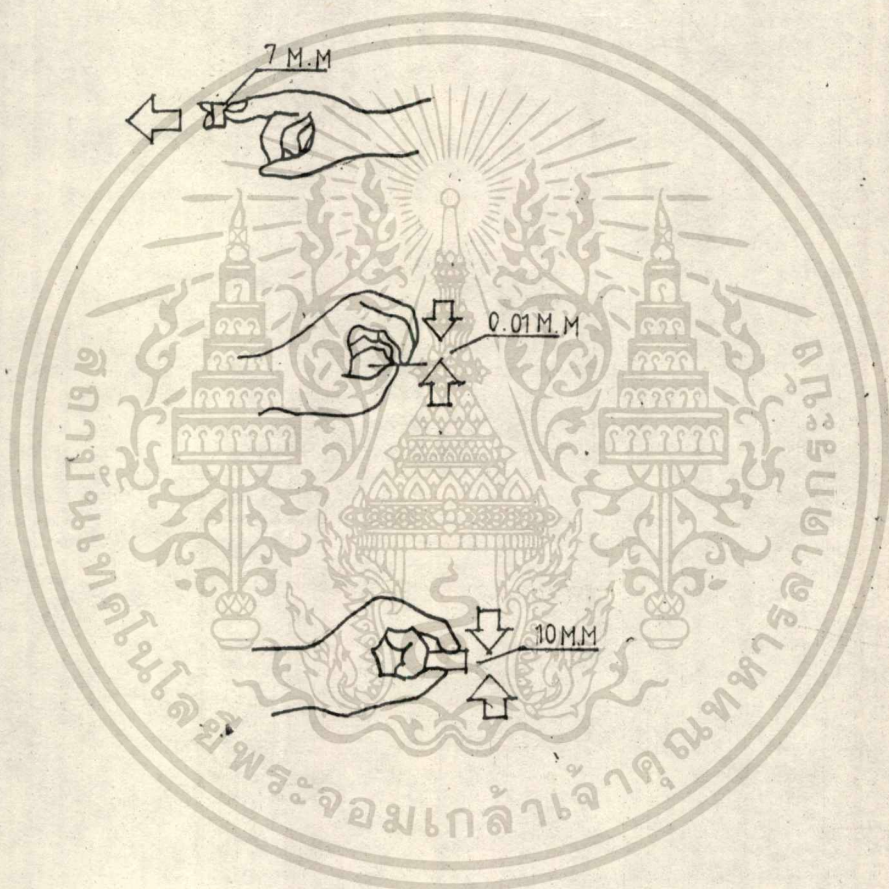


ภาพที่ 2.10 แสดงการเอื้อมมือ 2 ข้าง



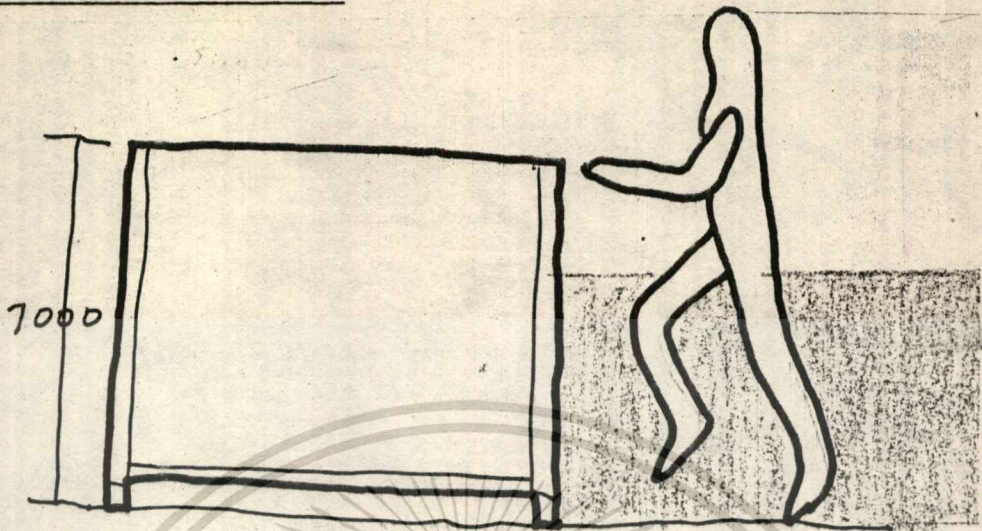
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะการจับมือหมุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเข็นกับระยะที่เหมาะสม



**แสดงลักษณะการเข็น**

ในการหาค่าที่เหมาะสมเพื่อการเข็นที่สามารถให้ความคล่องตัวและสะดวกสบายทั้งชายและหญิง ความสูงจากพื้นถึงมือเข็นพิจารณาอยู่ระหว่าง 80 - 110 ซม.

รูปที่ 1 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 80 ซม. ความสูงระดับนี้เหมาะสำหรับการเข็นที่ไม่ต้องออกแรงมากประเภทรถเข็นขนาดเล็กบรรทุกน้ำหนักไม่มาก เช่น รถเข็นตามซูเปอร์มาเก็ต

รูปที่ 2 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 90 ซม. ความสูงระดับนี้เหมาะสำหรับการเข็นของบรรทุกซึ่งมีน้ำหนักไม่มากนัก เช่น รถเข็นกระบะเบ้าของโรงแรม รถเข็นไอศกรีมเมื่อเก็บ

รูปที่ 3 ระยะจากพื้นถึงมือจับประมาณ 110 ซม. ความสูงระดับนี้เหมาะสำหรับการเข็นที่ต้องออกแรงมาก รถเข็นขนาดใหญ่บรรทุกน้ำหนักมาก เช่น รถเข็นสัมภาระที่สถานีรถไฟ รถเข็นขายก๋วยเตี๋ยว

ทั้ง 3 ระดับ เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ เป็นระยะที่เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท การเลือกนำมาใช้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของลักษณะงานออกแบบเป็นสำคัญ

ค) วัสดุ

วัสดุที่จะเลือกใช้ในการผลิตอุปกรณ์ฯ มี 2 ประเภทคือ โลหะและอโลหะ

1. โลหะที่อยู่ในข่ายพิจารณา มีดังนี้

1. เหล็ก
2. อลูมิเนียม
3. สแตนเลส

เหล็ก

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของเหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียวอ่อนตัวสูง มีความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสหลอมเหลวที่ 15.39 องศาเซลเซียส และจะเดือดเป็นไอที่ 2450 องศาเซลเซียส เหล็กจัดเป็นโลหะที่จัดว่ามีความแข็งแรงมากประเภทหนึ่ง การยึดประกอบและการตกแต่งก็สามารถทำได้โดยง่าย แต่เหล็กมีข้อเสียที่สำคัญมากอย่างหนึ่งคือ สามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี ทำให้เป็นสนิมได้ง่ายทำให้ขาดคุณสมบัติการบำรุงรักษาที่ดี และยังทำให้พุกร่อนได้ง่ายด้วย

ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกสู่ตลาด

1. เหล็กหล่อ
2. เหล็กอ่อน
3. เหล็กกล้าแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ
  - เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู หัวจุกรถยนต์
  - เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์
  - เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดคิลิ่ง ตะไบ เหล็กสกัด
4. เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม

ความแข็งแรงมากน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมในเนื้อเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16 - 9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กแผ่นหนา 1/132 - 4 นิ้ว ขนาด 4/8 ฟุต
3. เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/8 - 4 1/2 นิ้ว
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 - 6 นิ้ว
5. เหล็กผัดหนา
6. เหล็กรูปตัว ยูและซี

สรุปคุณสมบัติของเหล็กทันสมัย

- ข้อดี - มีความแข็งแรง ระบายน้ำหนักได้ดี
- การขึ้นรูปได้ง่าย
  - การยึดประกอบและตกแต่งได้ง่าย

- หาซื้อได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น - มีราคาถูก - ผิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อเสีย** - เป็นสนิมจรวดได้ง่าย
- มีน้ำหนักมาก
  - การบำรุงทำได้ยาก

### อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา โลหะผสมของอลูมิเนียมบางอย่างมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียวธรรมชาติมีคุณสมบัติในการตัดโค้ง บิดงอเป็นอย่างดี แม้ว่าจะอยู่ในอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือและสารพิษ ปรากฏอยู่ อลูมิเนียมบริสุทธิ์ เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี นอกจากนั้นอลูมิเนียมยังเป็นสารโลหะที่ไม่มีประกายไฟและไม่เป็นสื่อนำแม่เหล็กเช่นกัน

อลูมิเนียมสามารถทำเป็นรูปต่าง ๆ ได้ เช่น เป็นแผ่น เส้น ทรายด์ ได้โดยวิธีการหล่อ รีด ขึ้นรูป บีม ดึง นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นรูปด้วยข้อ ดึงด้วยความร้อนที่มีคุณสมบัติในการกลึง ตกแต่งได้ง่าย แต่การใช้ความเร็วในการกลึงแต่งเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการทำชิ้นส่วน อลูมิเนียม ฉะนั้นต้องเลือกความเร็วในการกลึงให้ถูกต้อง

- อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 องศาฟาเรนไฮน์
- อลูมิเนียมผสมมีจุดหลอมละลายที่ระหว่าง 900 - 1220 องศาฟาเรนไฮน์ (แล้วแต่ชนิดที่ผสมอยู่)

อลูมิเนียมผสม เป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารอื่น ๆ ส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้ อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป ในเรื่องความแข็งแรง การทนต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไป ได้แก่ ซิลิคอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง นิกเกิล

อลูมิเนียมอัลลอยด์ ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด แต่มีที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ในเมืองไทยมีอยู่ไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดก็ใช้งานที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับ งานนั้น ๆ

### สรุปคุณสมบัติของอลูมิเนียม

- ข้อดี** - น้ำหนักเบา (1/3 เท่าของเหล็ก)
- ไม่เป็นสนิม
  - ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น **ข้อดี** - น้ำหนักเบา (1/3 เท่าของเหล็ก)

- เมื่อชุบสีแล้วจะเพิ่มความแข็งแรงขึ้นมาก
- อายุการใช้งานพอประมาณ
- ราคาถูกกว่าสแตนเลส แต่แพงกว่าเหล็ก
- ทนบำรุงรักษาง่าย

- ข้อดี - เกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย
- ระบายน้ำหนักได้ไม่ดีมีการแอ่นตัว

### สแตนเลส

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของสแตนเลสสตีล

สแตนเลสสตีล เป็นโลหะเปราะบางประเภท เฟอร์ริส ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย สแตนเลสสตีลมีมากมายหลายชนิดสามารถนำมาใช้ให้เหมาะสมตามความต้องการของเราได้ โดยปกติผิวของสแตนเลสสตีล จะมีผิวคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน สแตนเลสสตีลนิยมใช้ทำ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร งานสถาปัตยกรรม ที่ต้องการความสวยงาม ใช้ได้ดีทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลสสตีล ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปในขณะหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย

สแตนเลสสตีลมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก นิกเกิล โครเมียม

แบ่งออกได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามชนิดของโครงสร้างคือ

#### 1. Austenitic Stainless Steel

จะประกอบด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และธาตุอื่น ผสมประมาณ

2-4%

#### 2. Martensitic Stainless Steel

จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม อยู่ระหว่าง 11.5 - 17% และมีส่วน

ผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 1.2% ประเภทนี้มีความแข็งแรงมากแต่เปราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ๓. Ferritic Stainless Steel

จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17 - 27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

#### สรุปคุณสมบัติของสแตนเลสตีล

ข้อดี - มีความแข็งแรงทนทานมาก

- ไม่เกิดสนิม
- อายุการใช้งานยาวนาน
- ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
- การบำรุงรักษาง่าย
- มีความมันวาว นิยมใช้ผิววัสดุ

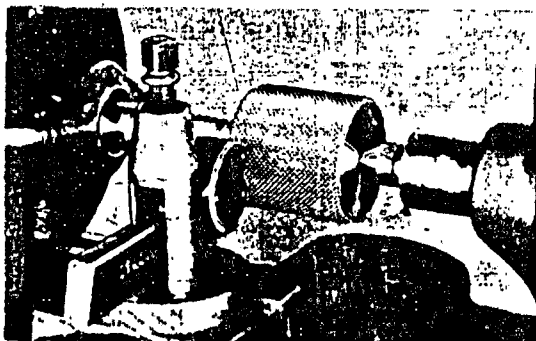
ข้อเสีย - มีน้ำหนักมาก

- ราคาแพง
- การซื้อขายยาก
- การผลิตหีบขึ้นรูปได้ยาก
- การซ่อมแซมเชื่อมทำให้ผิวงานเสีย

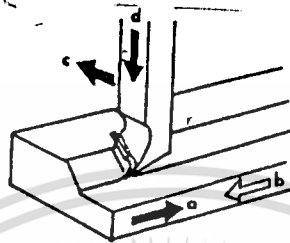
#### กรรมวิธีการผลิตโลหะ

กรรมวิธีการผลิตโลหะที่จะกล่าวถึง เป็นกรรมวิธีการผลิตโดยการใช้เครื่องจักรผลิตขึ้นส่วนให้ได้ขนาดตามต้องการ หมายถึงกรรมวิธีการผลิตโลหะที่สำเร็จรูปแล้ว

1. การกลึง (Turning) เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ชิ้นงานเป็นรูปทรงกระบอก โดยจับชิ้นงานไว้บนเครื่องให้หมุนรอบแกนใดแกนหนึ่ง เสียก่อนแล้วหมุนตัดกับคมมีด คมมีดจะทำหน้าที่บากผิวชิ้นงานออกเป็นรูปทรงกระบอก งานที่ได้นี้ เรียกว่างานกลึง

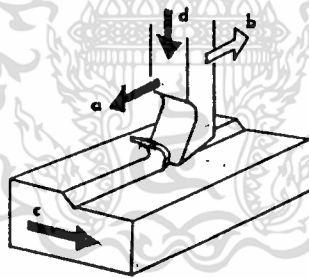


2. การไสแบบงานเคลื่อนเข้าหาเม็ด (Planing) เป็นกรรมวิธีไสผิวชิ้นงานตามความยาวให้ราบเรียบหรือโค้ง ซึ่งเป็นการกัดผิวชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าหาเม็ดไส การไสแบบนี้เรียกว่า การไสช่วงยาว



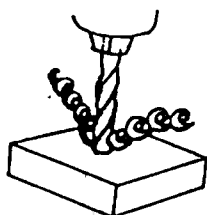
ภาพที่ 2.14 งานไส

3. การไสแบบเม็ดเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน (Shaping) เป็นกรรมวิธีไสผิวชิ้นงานตามความยาวให้ราบเรียบหรือโค้ง แกาไสแบบนี้ ชิ้นงานอยู่กับที่โดยมีเม็ดไสเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน การไสแบบนี้เรียกว่า การไสช่วงสั้น

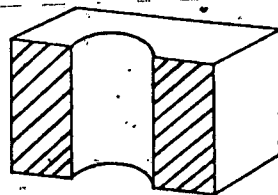


ภาพที่ 2.15 งานไส

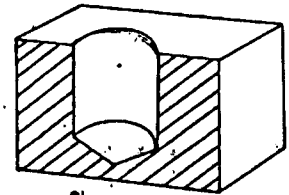
4. การเจาะ (Drilling) เป็นกรรมวิธีการเจาะชิ้นงานให้เป็นรูตามขนาดที่ต้องการ การเจาะนี้อาจทำได้สองลักษณะคือ ดอกเจาะหมุนกัดชิ้นงานที่อยู่กับที่ หรือชิ้นงานที่หมุนแล้ว บ่อนดอกเจาะเข้าหาชิ้นงาน



ภาพที่ 2.16 งานเจาะ



ก.

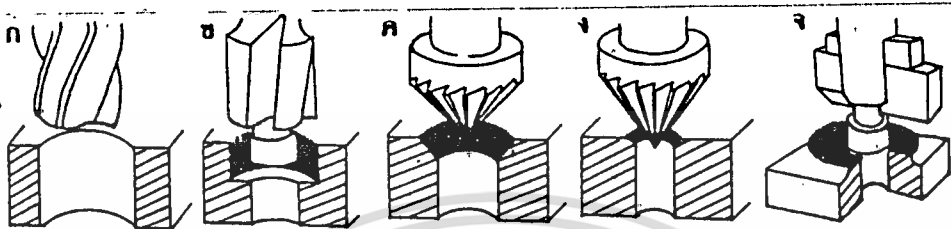


ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ภาพที่ 2.16 จะลักษณะต่าง ๆ ก. รูเจาะชะลุ เป็นรูปทรงกระบอกที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

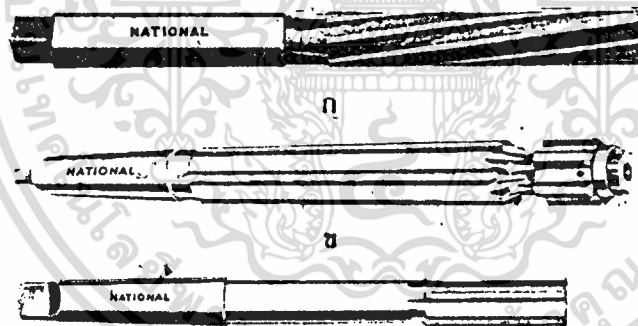
ข. รูเจาะลึก

5. การเจาะขยายปากกรของชิ้นงาน (Boring) เป็นกรรมวิธีการเจาะขยายปากกรของชิ้นงานจะต้องใช้ดอกเจาะที่มีลักษณะตรงกับความต้องการในการขยายปากกรเจาะนั้น ๆ



ภาพที่ 2.17 การเจาะขยายปากกรชิ้นงาน

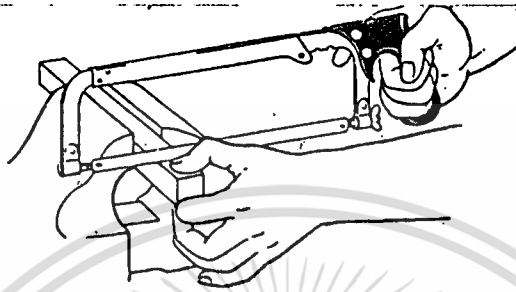
6. การคว้าน (Reaming) เป็นกรรมวิธีการเจาะคว้านผิวชิ้นงานที่ผ่านการเจาะมาแล้วให้ได้ผิวงานที่เรียบร้อยสม่ำเสมอเท่ากันและปาดผิวให้ได้ความลึกที่ต้องการ



ภาพที่ 2.18 การคว้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การเลื่อย (Sawing ) เป็นกรรมวิธีที่ทำให้วัสดุชิ้นงานขนาดออกจากกันตามขนาดที่ต้องการหรือด้วยวัตถุประสงค์อื่น ๆ



ภาพที่ 2.19 การเลื่อย

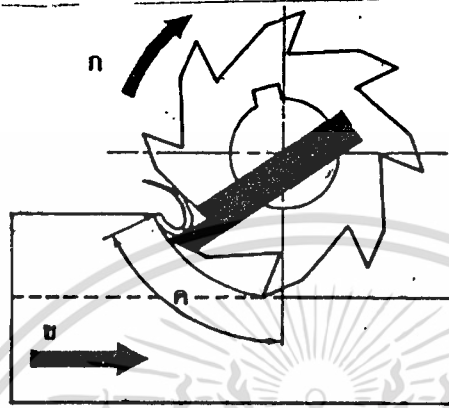
8. การแทงขึ้นรูป ( Broaching ) เป็นกรรมวิธีการกัดวัสดุชิ้นงานออก เพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการโดยเครื่องมือที่มีฟันเป็นชั้น ๆ รูปร่างยาวเรียวและฟันแต่ละชั้นจะมีขนาดเรียงกันดังภาพข้างล่างนี้ การทำงานโดยให้ชิ้นงานอยู่กับที่ เครื่องมือเคลื่อนที่กัดชิ้นงาน การทำงานจะสิ้นสุดเพียงช่วงชักเดียว เพราะฟันสุดท้ายจะออกแบบให้ได้พอดีกับขนาดของรู



ภาพที่ 2.20 การแทงขึ้นรูป

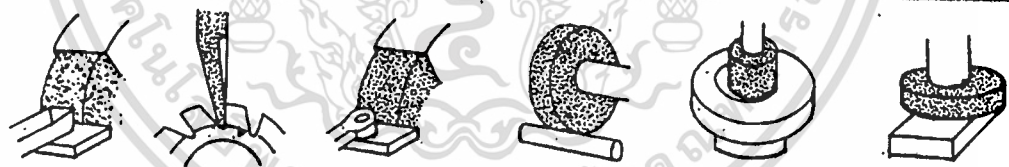
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การกัด ( Milling ) เป็นกรรมวิธีการกัดชิ้นงาน ทำให้ผิวราบ ผิวโค้ง ร่อง เหลี่ยม เซาะร่อง กัดเฟือง เป็นต้น ผิวงานกัดทำได้ทั้งหยาบและละเอียด วิธีการโดยให้เม็ดกัดหมุน รอบตัวแล้วชิ้นงานเคลื่อนที่เข้าหาเม็ดกัด



ภาพที่ 2.21

10. การเจียรระไน ( Grinding ) เป็นกรรมวิธีการเจียรระไนผิวชิ้นงานที่ผ่านการ ชุบแข็งหรือไม่ผ่านการชุบแข็งโดยการทำให้ผิวชิ้นงานราบ เรียบไม่ขรุขระ การเจียรระไนสามารถทำ ให้ทั้งวัสดุชิ้นงานผิวกลมและผิวแบนให้ความเที่ยงตรงสูง



ภาพที่ 2.22

11. การทำแบบแม่พิมพ์ ( Hobbing ) เป็นกรรมวิธีการใช้ทำแบบแม่พิมพ์สำหรับงาน พลาสติกและอุตสาหกรรมการหล่อ การหล่อหรือเกี่ยวกับงานกัดเฟืองชิ้นงานที่ได้ผิวจะ เรียบและมีความ เที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงาน ผลิตภัณฑ์โลหะ

การตกแต่งผิวงานโลหะวัตถุดิบมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตกแต่งผิวงานโลหะ วัตถุแต่ละชนิด การตกแต่งผิวงานโลหะวัตถุดิบอาจจะมีวัตถุประสงค์ได้วัตถุประสงค์หนึ่งหรือมากกว่านั้น ได้แก่

1. เพื่อปรับปรุงผิวชิ้นงานให้มีความสวยงาม เช่น การเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ การพ่นและการชุบ เป็นต้น
2. เพื่อป้องกันการกัดกร่อนทั้งภายในและนอกของผลิตภัณฑ์ เช่น การพ่นเคลือบผิวตัวถังรถยนต์
3. เพื่อเคลือบผิวชิ้นงานที่มีราคาแพง และทำให้ชิ้นงานมีราคาแพงขึ้น เช่น เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ซึ่งอาจจะทำด้วยทองเหลืองหรือเงิน เป็นต้น

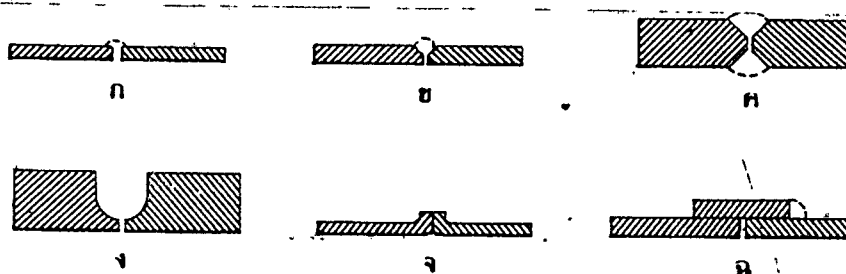
การตกแต่งผิวงานโลหะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การเพิ่มวัสดุบนผิวหน้าชิ้นงาน เช่น การชุบไฟฟ้า การเคลือบด้วยวัสดุอื่น ๆ และการใช้สีเคลือบ
2. การขจัดวัสดุออกจากหน้าชิ้นงาน เช่น การเจียรไน
3. การทำให้ผิวหน้าชิ้นงานมีความแข็ง การอบชุบ การยิงผิวด้วยเม็ดทราย เป็นต้น

การต่อหรือประสานชิ้นงานเข้าด้วยกัน

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่าโดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การเชื่อม ( Welding ) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกัน หรือเค็มลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงอัดเข้าช่วยก็ได้



ภาพที่ 2.24

2. การบัดกรีอ่อน ( Soldering ) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน เช่น การบัดกรีตะกั่ว การบัดกรีเงิน เป็นต้น

3. การบัดกรีแข็ง ( Brazing ) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นจะหลอมละลาย แล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะไหลเข้าไปในช่องของรอยต่อเพื่อยึดติดกัน บางครั้งเราเรียกวิธีนี้ว่า การเป่าสน

4. การใช้แรงอัดผงยึดติดกัน ( Sintering ) เป็นกรรมวิธีการยึดติดกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมายึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของวัสดุนั้น ๆ

5. การอัดยัด ( Pressing ) เป็นกรรมวิธีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกัน เช่น งานอัดสวมเพลลาแกน เป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดให้ติดกันอย่างถาวร หรืออัดแล้วสามารถถอดออกได้

6. การยัดหมุด ( Riveting ) เป็นกรรมวิธีการทำให้วัสดุชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการยัดหมุด

7. การใช้สลักเกลียวยึด ( Screw Fastening ) เป็นกรรมวิธีการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียว

8. การใช้การยึดเหนี่ยว ( Adhesive Joining ) เป็นกรรมวิธีการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ยึดติดกันโดยใช้กาว เช่น การฉาบเคลือบที่ใช้ภายในและภายนอก เป็นต้น

### วิธีการประกอบ

การประกอบเป็นขั้นตอนก่อนหรือหลังกรรมวิธีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่ทำสำเร็จแล้ว ทำได้

3 วิธีคือ

1. การยึดเหนี่ยว ( Adhesion ) การประกอบชิ้นส่วนที่ประเภทของวัสดุนั้นต่างกัน เช่น การใช้กาวหรือบัดกรี เป็นต้น

2. การประกอบแบบชิ้นส่วนยึดติดกัน ( Cohesion or Assembly ) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดติดกันอย่างแน่นอน ซึ่งชิ้นส่วนจะหลอมละลายยึดติดกัน เช่น การเชื่อม เป็นต้น

3. การยึดเหนี่ยวทางกล ( Mechanical Fasteners ) เป็นการประกอบชิ้นส่วนติดกันโดยที่ชิ้นงาน นั้นอาจจะทำจากวัสดุประเภทเดียวกันหรือต่างกันได้ เช่น การยัดหมุด การใช้

เอกสารนี้ สลักเกลียว เป็นต้น สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. พลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ THERMOPLASTIC และ THERMOSETTING ซึ่งอยู่ในข่ายพิจารณา ดังนี้

### ก) THERMOSETTING

1. Urea กพ. 1.47 - 1.55 รับแรงดึงได้พอสมควรรับแรงอัดแรงบิดได้ดีมาก ทนความร้อนสูง 400° F ความเย็น -70° F เป็นฉนวนไฟฟ้าความถี่ต่ำแต่เป็นตัวนำไฟฟ้า ความถี่สูง ทนกรดค้างชนิดอ่อน เช่น ผงซักฟอก, น้ำมัน ทินเนอร์ อุดซึมน้ำได้บ้าง ใช้ทำภาชนะ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้อัด น้ำยาเคลือบผิว

2. Epoxy กพ. 1.11-1.8 รับแรงดึงได้ดีมาก รับแรงชนได้ดีสามารถติดแน่นได้ดีกับวัสดุอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องพื้นผิวจะเรียบหรือขรุขระ ทนความร้อนสูง 600° F ติดไฟช้าและดับเอง ทนกรดค้าง สารละลายได้ดี อุดซึมน้ำในอัตราต่ำ ใช้ทำภาชนะชนิดดี วัสดุเคลือบผิว กรอบ ทีวี ซึ่งถูกและทนทานกว่าการชุบด้วยไฟฟ้า

3. Polyurethane มีทั้งรูปของแข็งของเหลวและโฟม กพ. 1.15-1.2 ทนความร้อน 250° F ความเย็น -50° F ทนกรดค้าง สารเคมีเป็นฉนวนไฟฟ้ายอมให้คลื่นผ่าน ติดไฟยาก มีความเหนียวมาก ใช้ทำฟองน้ำมากที่สุด ใช้ทำน้ำยาเคลือบผิว ใช้ทำภาชนะ คอกยาง - รถยนต์ เป็นต้น

### ข) THERMOPLASTIC

1. Polyethylene (P.E.) กพ. 0.92 สามารถพิมพ์ได้ดี ถ้ามีความหนา มากขึ้นจะคงรูปรับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย สามารถยืดตัวได้ถึง 600% (6 เท่า) มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก ทนความร้อนได้น้อย ทนกรดค้างอ่อน ไม่ทนน้ำมันกัด น้ำมันเบนซิน ไม่ดูดซึมความชื้นแต่ยอมให้อากาศผ่านได้ ใช้บรรจุอาหารสด อุดบรรจุอาหาร ตุ๊กตา คอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุมีสีขาวขุ่น ถึงน้ำ กาละมัง เป็นต้น

2. Polypropylene (.P) กพ. 0.90 ทนความร้อนได้ดีกว่า เบากว่า แข็งแรงและทนทานกว่า Polyethylene รับแรงดึงได้ดีกว่าด้วย ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณภาพ ดีกว่า Polyethylene เช่น อุดบรรจุอาหารร้อน พลาสติกหุ้มของบุหรี เชือกพอลพลาสติก ริมบ้นท่อของขั้วสาย สายไฟฟ้า กระดิกน้ำแข็ง त्मวทกนนิค ผาโถส้วม(ชักโครก) ฝั่มพลาสติก และ ภาชนะเครื่องใช้ภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Polytyrene(P.S) ถูกค้นพบเพื่อใช้ผสมกับวัสดุอื่นให้วัสดุแข็งแรงขึ้น จึงกลายเป็นชื่อต่าง ๆ เช่น ABS,S.A.N,S.M.M มีน้ำหนักเบาที่สุดในบรรดาพลาสติกแข็ง ก.พ. 0.89-1.1 มีความหดตัวน้อย คงรูปดีมากแต่เปราะ มีสีต่าง ๆ ทั้งใส,ฝ้าและทึบ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี อดซึมน้ำค่าทนความร้อนพอสมควร ไม่เหมาะสำหรับใช้ภายนอก ทนกรดต่างชนิดอ่อนได้ดี ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์และน้ำมันสน ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส แปรงหิน ของเล่นเด็ก ไม่มรทตราคาถูก มีด ช้อน ส้อม (ชนิดที่เป็น Plastic) แหง(กรอม)หน้าปิด ทวี กระดิกหน้า เป็นต้น ในรูปของ A.B.S (Acrylonitrile Butadiene Styrene) สามารถรับแรงกระทบได้ดีมาก ทนความร้อนสูง 212° Fก.พ. 1.02-1.08 เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทนกรดต่างดิพอสมควร ชุมโครงเมี่ยมได้ ใช้ทำหมวกกันน็อค ฟองขึ้นในของตู้เย็น เครื่องขับโทรศัพท์ กระแสวงหน้ารถยนต์ ถาดอาหาร พัดลม บุ่มปรับต่าง ๆ

4. Vinyl ต่าง ๆ เหนียวทนทาน มีทั้งชนิดอ่อน,แข็งและโหม ทนกรดต่างได้บ้าง ไม่ทนน้ำยาทาเล็บ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก ทำสีต่าง ๆ ได้ ไม่เหมาะสำหรับใช้ภายนอก ในรูปของ Polyvinyl Acetate นิยมใช้ทำการประสาน แผ่นใส รูป Polyvinyle Alcohol ใช้ทำวัสดุเคลือบผิว เช่นเคลือบกระดาษบรรจุสบู่ ทำสีย้อมผ้า ชิ้นส่วนในรถยนต์ ทำน้ำยางถอดแบบ Fiberglass ในรูปของ P.V.C ใช้ทำท่อน้ำ กระเบื้องยาง สายไฟ ถุงมือ ฟองน้ำเฟอร์นิเจอร์ ในรูปของ Polyvinyl Chloride Acetate ใช้ทำผ้ายางต่าง ๆ เสื้อกันฝน สันรองเท้า แผ่นเสียง วัสดุเคลือบผิว ในรูปของ Polyvinyl Chloride Chloride ใช้ทำเส้นใยทอผ้ามา่น ผ้าคลุมเบาะ ท่อยาง ขวดแชมพู ขวดใสต่าง ๆ

5. Ethylene Vinyl Acetate (EVA) มีความยืดหยุ่นดีสูง ก.พ.0.92 - 0.95 ทนอุณหภูมิสูงค่าได้ปานกลาง รับแรงกระทบได้ดีมาก ทนกรดอ่อนได้ ทนต่างได้ดี ใช้ทำอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพราะมีคุณสมบัติเหนียวอ่อนตัวและใส นิยมใช้ทางการแพทย์ เช่นผ้ายางในโรงพยาบาล ผ้ายางท่อน้ำ ท่อยางส่งนม หลอดดูดของเหลว (Syringe; หัวหลอดดูดในเข็มฉีดยา) ถุงมือยาง อุปกรณ์ยางประเภทเป่าลม เป็นต้น

6. Polysulphone ทนความร้อน ทนปฏิกิริยาได้สูง คงสภาพและคุณสมบัติในการใช้งานได้จากอุณหภูมิ-150° F ถึง 300° Fก.พ. 1.24 ทนแรงดึงแรงอัดได้สูง ทนกรดต่างสารเคมีอื่น ๆ ได้ ทนความชื้น เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก ทนแสงแดด มีทั้งชนิดใสและทึบ ใช้ทำอุปกรณ์ เครื่องมือทางไฟฟ้า ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ น้ำยาเคลือบผิวโดยเฉพาะลวดไฟฟ้าและ

7. Cellulosic คือพลาสติกเยื่อของพืชโดยเฉพาะพวกฝ้าย มีความแข็งแรงทนทานมากชนิดหนึ่ง ทนความร้อนได้ดีพอสมควร ก.พ. 1.09-1.34 ไม่เหมาะจะใช้ภายนอก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใสฝ้าและทึบแสง ในรูป Cellulose Nitrate(CIN) ใช้ทำลูกบิดเสียด เทจอกปดอม พิมล์ภาพยนตร์ สันรองเท้า ในรูปของ Cellulose Acetate(CIA) ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุ ชนิดแผ่นบาง ๆ ทำอาหารในชื่อเซลโลเฟน (Cellophane) ทำแถบเทปบันทึกเสียง พิมล์ถ่ายรูป พลาสติกห่อปกหนังสือ กรอบแว่นตา ของเล่นเด็ก ทวีสำหรับทวีม ในรูปของ Cellulose Acetate Butyrate(CAB) ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุพอสมควร พวงมาลัยรถยนต์ ตู้วิทยุ ท่อต่าง ๆ ค้ำเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในรูปของ Ethyl Cellulose (EIC) นิยมใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า กระบอกไฟฉาย ยางหุ้มขอบโต๊ะต่าง ๆ ในรูปของ Cellulose Propionate (CIP) ในอุตสาหกรรมบรรจุเครื่องใช้ต่าง ๆ ทำปากกาถูกสีบางชนิด

#### กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกในระบบอุตสาหกรรม

แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภท คือ

1. **Molding** (หล่อพลาสติกเม็ดและผงโดยใช้ความร้อนในแม่แบบปิด) แบ่งออกเป็นชนิดของการผลิต 8 ชนิด คือ

- 1.1 **Compression Molding** (แบบอัดสั่ง) เป็นแบบที่ง่ายที่สุดและธรรมดาที่สุดของประเภทนี้ ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก ส่วนมากนิยมในเทอร์โมเซตติงชนิดผงเพราะหลอมละลายเร็วกว่าชนิดเม็ด ได้แก่ Melamine, Phenolic, Allyryd, Urea ไม่นิยมใช้เทอร์โมพลาสติกเพราะเมื่อใช้ความร้อนแล้วจะต้องรอหรือทำให้เย็นเป็นเวลานาน แต่ก็ยังมีใช้กันเช่น Vinyl, Sturan ใช้ผลิตแผ่นเสียง เพราะต้องการความละเอียดอ่อนของแม่แบบ ชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ช้อน ชาม จาน อุปกรณ์ไฟฟ้า บิวซ์เบตาไรต์ ขุหม้อ ขุกะทะ แผ่นเสียง

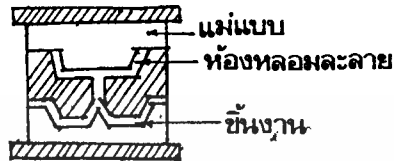
อุณหภูมิโดย ใช้ความร้อน  
จากไฟฟ้าหรือน้ำ

300-400 . F

แม่แบบให้ เหล็กกล้าชุบสแตนเลสที่มีควมมันเมื่ออัดแล้ว ผลิตทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีความรู้ความเข้าใจการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
จะมีความมันด้วย  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

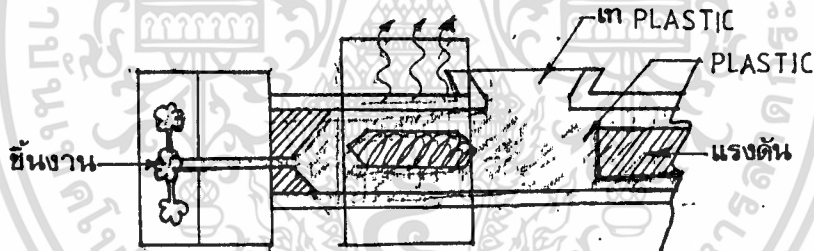
1.2 Transfer Molding (แบบฉีดส่ง) เป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีแรกนิยมใช้กับการหล่อพลาสติก ที่มีชิ้นส่วน ของโลหะหรือวัสดุอื่นแทรกอยู่ เพื่อป้องกันการแตกบิดงอของวัสดุนั้น หล่อเสร็จผงหรือเม็ดจะถูกหลอมละลายในท้องหลอมละลายแล้วจึงถูกฉีดส่งลงไปแม่แบบ



ภาพที่ 2.25

พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติง ใช้ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ที่มีวัสดุอื่นแทรกอยู่ เช่น ผ่าครอบจานจ่ายรถยนต์

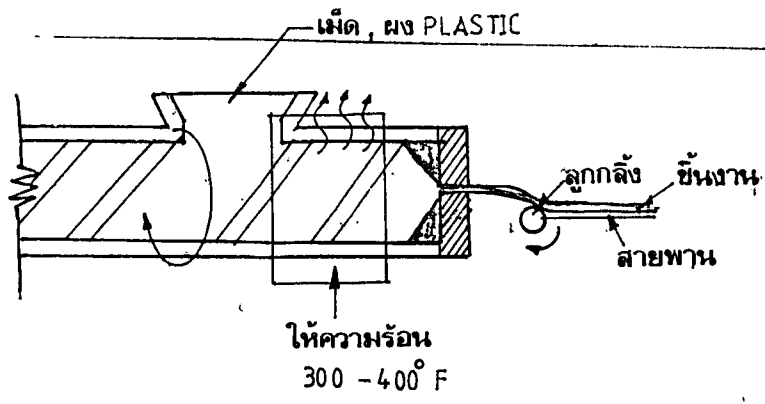
1.3 Injection Molding (แบบฉีด) เป็นกรรมวิธีที่ใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะผลิตได้ในปริมาณมาก รวดเร็ว มีลักษณะคล้ายกับแบบฉีดส่งแต่ยุ่งยากกว่า



ภาพที่ 2.26

ชนิดพลาสติกใช้กับเทอร์โมพลาสติกได้เกือบทุกชนิด เช่น Acetal, Acrylic Fluosocarbon Polyamide Polyolefin Polystyrene Vinyl ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้เกือบทุกชนิดตั้งแต่ของเล่นเด็กจนถึงถังน้ำ , ริงนํ้าอัดลม , ที่เขียนหรือ วิธีสิ่งเกตุ่ง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยวิธีนี้คือ จะมีรอยกลมบูนในส่วนของผลิตภัณฑ์ ด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็น

1.4 Extrusion Molding (แบบรีด) เป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่สิ้นสุด เช่น ท่อยาง สายไฟ หรือถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง ๆ เช่น ฝ้ายางพลาสติก ลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ชิ้นงานมากกว่าในเวลาเท่า ๆ กัน

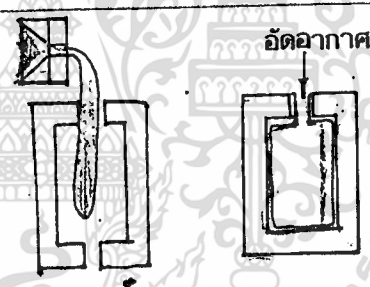


ภาพที่ 2.27

ชนิดพลาสติกที่ใช้เป็นเทอร์โมพลาสติก ได้แก่ Acrylic , Cellulase Fluorocarbon , Polyamide , Styrene , Vinyl , Polyolefin ใช้ผลิตสายไฟฟ้า ท่อยางพลาสติก (ท่อ- ยาง, ท่อน้ำ) สายเบ็ดตกปลา, พลาสติกแผ่น กระจกพลาสติก ท่อ P.V.C สายยางอ่อน

1.5 Blow Molding (แบบเป่า) กรรมวิธีนี้คือเนื่องจากวิธีแบบรีดโดย

การหลอมพลาสติกให้เป็นท่อกลวง ผ่านลงมาในแม่แบบ ซึ่งจะเคลื่อนที่ประกบกัน หลังจากนั้นจะอัด อากาศเข้าไปในท่อพลาสติกทำให้พลาสติกที่หลอมเป็นท่อนั้นขยายตัวแบบกับแม่แบบ พลาสติกที่ใช้เป็น เทอร์โมพลาสติกทุกชนิดแต่ที่นิยมคือ Polyethylene , Vinyl ชนิดผลิตขวดที่ได้แก่ภาชนะพลาสติก ที่ใช้บรรจุของเหลวแทบทุกชนิด



ภาพที่ 2.28

1.6 Calendering (ลูกกลิ้ง) ได้แปลงจากการผลิตยางธรรมชาติ(ยาง-

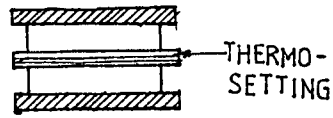
แผ่น) อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ, โลหะแผ่น พลาสติกที่ใช้เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ใช้มากที่สุดคือ Cellulose Styrene ผลิตขวดที่ได้แก่ พลาสติกที่เป็นแผ่นทุกอย่างเช่น ผ้ายางพลาสติก กระเบื้อง ยางแผ่น P.V.C , Formica , หนังเทียม

1.7 Laminating (แบบอัดแผ่น) หมายถึงการผลิตโดยการยึดติดของ

พลาสติก 2 แผ่น เข้าติดกันโดยใช้ความร้อนและแรงจัด ในวิธีการผลิตพลาสติก หมายถึงการใช้ วัสดุเสริมกำลัง เช่น กระดาษ , ผ้า , ใยหิน , ใยแก้ว วางซ้อนกันตามชนิดและความหนาที่ ต้องการแล้วใช้พลาสติกเหลวพวกเทอร์โมเซตติงเป็นตัวประสาน(กาว) ในเครื่องอัด ใช้ความร้อน 300 - 350 องศาฟาเรนไฮน์ จะทำให้แผ่นขึ้นงานเรียบหรือมีลวดลายอย่างไรก็ได้ ชนิดของ พลาสติกที่ใช้เป็นตัวประสานเป็นพวกเทอร์โมเซตติงได้แก่ Phenolic , Melamine , Silicone Epoxy , Polyester , Urea ผลิตขวดที่เช่น แผ่นวงจรในเครื่องรับวิทยุ แผ่น Formica

ไม่ว่าจะใสหรือทึบผิวพลาสติก, แผ่นอุปกรณ์ใน เครื่องจักรต่างๆและผลิตขวดที่ไฟฟ้าความร้อนสูง

ไม้ขีด เคลือบผิวพลาสติก, แผ่นอุปกรณ์  
ใน เครื่องจักรดำ ๆ และผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า  
ความร้อนสูง



ภาพที่ 2.29

1.8 Cold Molding (แบบอัดเย็น) เป็นกรรมวิธีที่คิดแปลงมาจากการผลิต

เครื่องปั้นดินเผา โดยใช้แรงอัดเพียงอย่างเดียวไม่ได้ใช้ความร้อนให้ละลาย  
ทำให้ผลิตได้รวดเร็วกว่าแบบอัดแต่เมื่ออัด  
ออกมาแล้วจะนำไปอบพร้อมกันครั้งละ

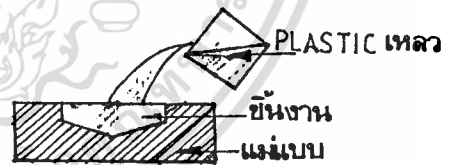
มาก ๆ ที่อุณหภูมิ 450° F/72 ซม. ผล  
ผลิตที่นิยมใช้คือ Phenolic เท่านั้น

ภาพที่ 2.30

2. หล่อพลาสติกเหลว (CASTING) แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1 แบบหล่อเย็น (Simple Casting) เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่

ต้องต้องใช้แรงอัดและความเย็น สามารถทำเองๆได้ การลงทุนต่ำโดยปกติจะใช้วัสดุที่เป็น  
พลาสติกเหลว หล่อลงในแม่แบบ แต่ก็สามารถจะใช้พลาสติกเม็ดห่อหุ้มได้ โดยการหลอมละลาย  
ให้เป็นของเหลวก่อน แล้วใส่วัสดุที่ช่วยตกผลึก เรียกว่าตัว Catalyst หรือ Hardener  
จะช่วยให้พลาสติกแข็งตัวเร็วยิ่งขึ้น ชนิดของ  
พลาสติกที่ใช้ สามารถใช้ได้ทั้งเทอร์โมเซตติง  
และเทอร์พลาสติกที่นิยมใช้ก็มี Acrylic,  
Polyest, Epoxy Urethane



ภาพที่ 2.31

ทั้งรูปร่างเป็นก้อน (Marr) แผ่น (Plate) เช่น แผ่นพลาสติกใสวัสดุเทียมต่าง ๆ เช่นแก้ว  
เทียม งาช้างเทียม, หยกเทียม, ไม้เทียม, เครื่องปั้นดินเผาเทียม เป็นต้น

2.2 แบบหล่อร้อน (Plastisol Casting) เป็นกรรมวิธีการผลิตที่

ใช้กับการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะข้างในกลวง เช่นลูกฟุตบอล ถุงมือพลาสติก หลักรการผลิต คือ  
เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะ  
แม่แบบ ซึ่งปล่อยให้ไว้นานก็จะเกาะมากขึ้น (หนา) จากนั้นก็นำแม่แบบที่มีพลาสติกเกาะอยู่ ไปอบ  
อุณหภูมิประมาณ 350° - 400° F หรือไม่อบก็ได้ แบ่งได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

### 2.2.1 แบบจุ่ม (Plastisol Dip Casting) คือการนำแม่แบบ

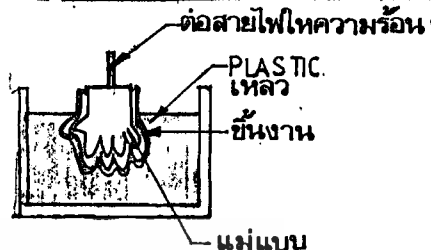
ที่ร้อน ซึ่งควรเป็นโลหะหรือวัสดุทนความร้อนได้นานจุ่มลงใน

ภาชนะที่บรรจุพลาสติกเหลว

ทิ้งไว้ในระยะเวลาที่กำหนด

จึงยกขึ้นนำไปอบแล้วจึงลอก

ชิ้นงานออกจากแม่แบบ



ภาพที่ 2.32

### 2.2.2 แบบเท (Plastisol Stush Casting) เป็นแบบการเท

พลาสติกเหลวลงในแม่แบบที่ทำให้ร้อนจนเต็ม ทิ้งไว้ตาม

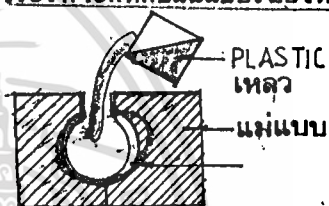
เวลาที่กำหนด พลาสติกเหลวจะเกาะติดกับแม่แบบ เมื่อได้

ความหนาตามต้องการ

ก็เทพลาสติกภายในออก

จากแม่แบบ นำไปอบ

หลังจากนั้นก็จะได้ชิ้นงาน เมื่อถอดออกจากแม่แบบ



ภาพที่ 2.33

### 2.2.3 แบบเหวี่ยง (Plastisol Rotational Casting)

คล้ายกับแบบเขา แต่จะใช้พลาสติกเหลวในปริมาณที่กำหนด

เทลงในแม่แบบปิด แล้วหมุนหรือเหวี่ยงแม่แบบโดยรอบ

พลาสติกเหลวจะถูกแรงหนีศูนย์กลาง

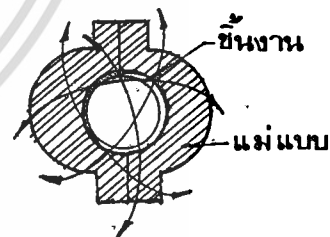
กลางผลึกในดีค้อยู่กับผิวแม่แบบ

แบบนี้จะได้ชิ้นงานที่มีความหนา

เสมอกัน นำแม่แบบเข้าเตาอบ

ตามเวลาที่กำหนด เพื่อถอดแม่

แบบจะได้ชิ้นงานนั้น



ภาพที่ 2.34

กรรมวิธีการผลิตทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมา นิยมใช้ พลาสติก Vinyl

และ Polyethylene ชนิดผลิตได้แก่ ของเล่นพลาสติกต่าง ๆ ถุงมือ รองเท้ายาง พลาสติกหุ้ม

ปลั๊กไฟ เป็นต้น

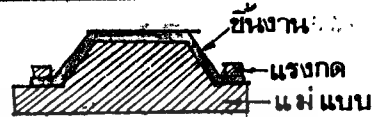
### 3. การจัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (Thermoforming)

เป็นกรรมวิธีการนำเอาแผ่น Thermoplastic ไปให้ความร้อนจนอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ตัว แล้วนำไปอัดขึ้นรูปทั้งให้เย็น ก็จะได้งานตามรูปแบบแม่แบบที่ฉีด จะใช้ผลิตชิ้นงานจำนวนมาก  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

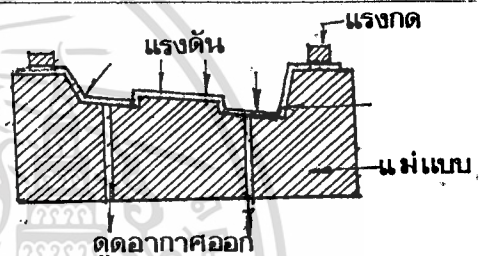
ส่วนใหญ่จะใช้กับงานออกแบบเพื่อการผลิตเพื่อทดสอบ (Model) ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็ว แต่ต้นทุนสูง แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

3.1 การอัดด้วยแม่แบบ (Mechanical Thermoforming) คือการนำเอาพลาสติกไปอบที่อุณหภูมิ 275° - 400° F แล้วนำมากดลงบนแม่แบบด้วยเครื่องจักรพลาสติก แผ่นจะอ่อนตัวตามรูปแบบของแม่แบบ กรรมวิธีการผลิตแบบนี้



มักใช้แม่แบบตัวผู้ทิ้งไว้ให้เย็น จะได้ชิ้นงานเมื่อถอดออกจากแม่แบบ

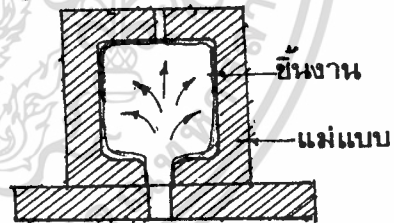
3.2 แบบสุญญากาศ (Vacuum Thermoforming) เป็นกรรมวิธีที่นำมาใช้มากที่สุดสำหรับการอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น ระยะแรกใช้กับการผลิตแผ่นที่ทางทหารซึ่งมีลักษณะแบน ต่อมาจึงนิยมใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นอย่างแพร่หลาย กรรมวิธีการผลิตก็คืออัดแผ่นเทอร์โมพลาสติกด้วยกรอบยึดให้แน่นติดกับแม่แบบ จากนั้นดูดอากาศ



ออก ภายในแม่แบบจะเกิดสุญญากาศ แรงดันของอากาศภายนอกจะทำหน้าที่กดแนบแผ่นพลาสติกลงกับแม่แบบกับแม่แบบ ปล่อยให้เย็นจะได้ผลิตภัณฑ์จากแม่แบบนั้น

ภาพที่ 3.35

3.3 แบบใช้ลมอัด (Blow Thermoforming) คือการใช้แรงดันของอากาศอัดเข้าไปจะทำให้พลาสติกแนบติดกับแม่แบบ



ภาพที่ 3.36

ทั้ง 3 วิธีที่กล่าวมานี้ จะใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิด นิยมใช้มากที่สุดคือ Polystyrene, Cellulosic, Acrylic ซึ่งมักจะผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion) มาก่อน ชนิดของพลาสติกผลิตภัณฑ์มีมากมาย เช่น ภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ บ้ายร้านค้าหรือตัวอักษรที่เป็นชื่อร้านค้า บ้ายโฆษณา ผงขึ้นในของตุ้มน้ำและของเติกเล่น

4. หล่อพลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง (Rein Forcing)

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ผลิตภัณฑ์ Fiber Glass ไม่เกี่ยวข้องกับการทำอุปกรณ์ช่วยสอนฯ ที่ผู้วิจัยทำการวิจัย

5. การหล่อโฟม (Foaming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ เป็นกรรมวิธีการผลิต โฟม ไม่ เกี่ยวกับการทำอุปกรณ์ช่วยสอนฯ ที่ผู้วิจัยทำการวิจัย ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังช่วยให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง) ความดังและระดับความเข้ม

ความดัง เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในประสาทสัมผัสมนุษย์ (เช่นเดียวกับระดับเสียง) ทั่วไปได้จากวัดระดับความเข้มของคลื่น ซึ่งมีนิยามว่า พลังงาน/พื้นที่/เวลา ( $W/m^2$ ) ความเข้มนี้ขึ้นกับ Amplitude ของคลื่น

หูของคนสามารถได้ยินเสียง ความเข้มต่ำสุด  $10^{-12} W/m^2$  ถึง  $1 W/m^2$

ถ้าดังกว่านี้จะปวดแก้วหู (80-120 เดซิเบล) แม้ว่ายังมีความเข้มสูงมากจะยิ่งดังตาม แต่ความดังไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้ม เช่นถ้าให้เสียงดังเป็น 2 เท่า ต้องให้ความเข้มเพิ่มเป็น 10 เท่า

$$\text{ความดัง (dB)} = 10 \log \frac{I}{I_0}; I_0 = 10^{-12} W/m^2$$

ตะโกนดัง 80 dB จะมีความเข้มเป็นกี่เท่าของเสียงกระซิบ 20 dB

$$= 60 = 10 \log \frac{I_1 \times I_0}{I_0 \times I_2} = 10 \log \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 10^6 \text{ เท่า}$$

$$= I$$

เสียงที่มนุษย์ฟังได้	120	1
เครื่องเสียงที่ใช้ไฟ 10 ระยะ 3	110	0.1
เสียงชุดคุยสนทนา	65	$3 \times 10^{-6}$
เสียงวิทยุเบา ๆ	40	$4 \times 10^{-12}$
เสียงกระซิบ	20	$1 \times 10^{-12}$
เสียงเบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยิน	10	

## วิธีการรวบรวมข้อมูลและการศึกษาข้อมูล

### 3.1. วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลคือ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัยจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถือเป็นข้อมูลพื้นฐาน นำมาสรุปผลและวิเคราะห์ต่อไป การสำรวจและรวบรวมข้อมูลทำได้ 3 วิธี คือ

#### 3.1.1 การศึกษาเชิงเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับดนตรีและการสอนวิชาดนตรี (สากล) ที่ใช้ในปัจจุบัน ทั้งของภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อจะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ระดับประถมศึกษา

#### 3.1.2 การสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์บุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านดนตรี ครู อาจารย์ ผู้สอนวิชาดนตรี นักศึกษาศูนย์ศิลป์ รวมทั้งสอบถามถึงความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์ช่วยสอนในการสอนวิชาดนตรี

#### 3.1.3 การศึกษาจากของจริง

เป็นวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูลโดยการออกภาคสนาม ศึกษาจากของจริง คืออุปกรณ์ช่วยสอนที่มีอยู่ในปัจจุบันในเรื่อง รูปแบบ วิธีการใช้ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ ทั้งนี้รวมไปถึงส่วนต่าง ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เมื่อผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหา ข้อดี ข้อเสีย ผู้วิจัยได้นำมาเป็นมาตรฐานในการพัฒนาปรับปรุง แก้ไขในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ระดับประถมศึกษา โดยมีครู หรืออาจารย์เป็นผู้ใช้สอน

เมื่อได้ข้อมูลมาจากแหล่งต่าง ๆ ครบตามความต้องการแล้ว จึงนำไปทำการแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ สรุป โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญและมีความจำเป็น เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

#### 3.2.1 ข้อมูลจากบุคคล

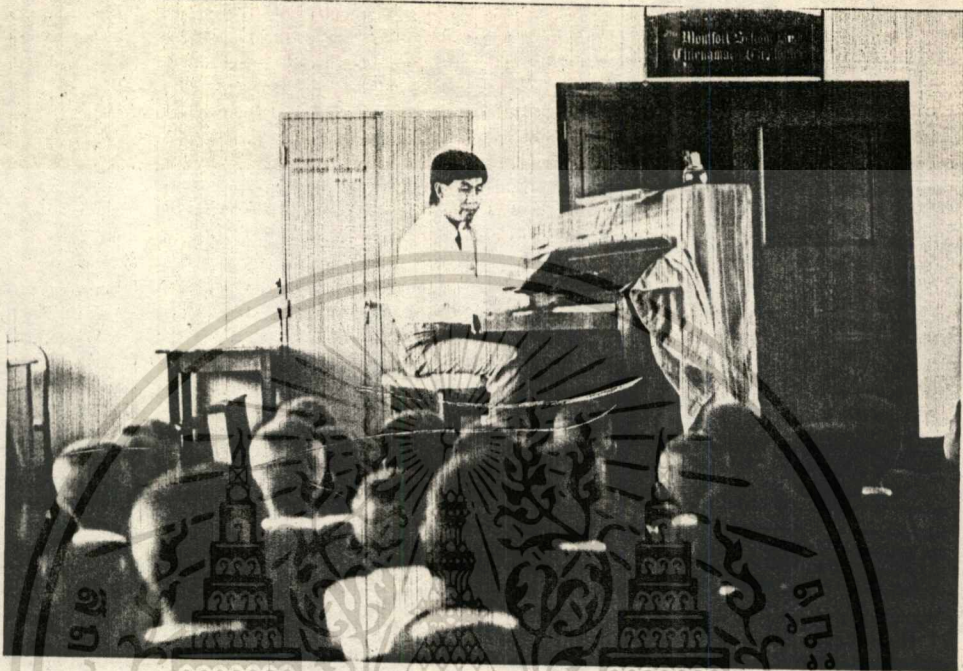
- อ.ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์ หัวหน้าสาขาดนตรี  
ภาควิชาสารคดีศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อาจารย์บุญภาค ปัญญาธรรม โรงเรียนคาราวินวิทยาลัย
- อาจารย์ชัยชาติ ชัดดียะ โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย
- อาจารย์บรรเจิด เอี่ยมเมตตา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

#### 3.2.2 ข้อมูลจากสถานที่

- โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน
- โรงเรียนอัสสัมชัญ บางรัก
- โรงเรียนศฤงคารุณี
- โรงเรียนคาราวินวิทยาลัย
- โรงเรียนปรีณสร้อยแยลวิทยาลัย
- โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย
- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์ , ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ , ห้องสมุดกลาง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สาขาวิชาดนตรี ภาควิชาสารคดีศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

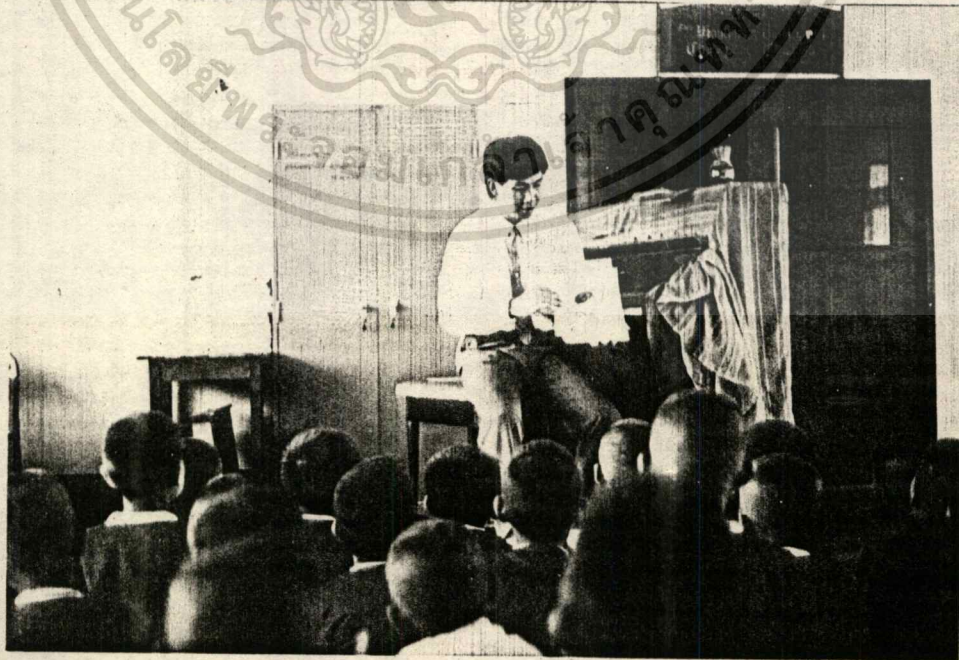
3.3 ตัวอย่างข้อมูล

อุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา(สากล) ในปัจจุบัน



ภาพที่ 3.1 เครื่องดนตรีที่ใช้ประกอบการสอนดนตรีสากลในภาพคือ เปียโน

- ข้อดี - เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน ใช้แพร่หลาย ให้ความรู้สึกในการฟังได้ดี
- ข้อเสีย - มีราคาแพง ช่วยสอนได้เฉพาะเรื่อง เช่น การฟัง ร้อง



ภาพที่ 3.2 แผ่นภาพที่ใช้ประกอบการสอนดนตรี(สากล)

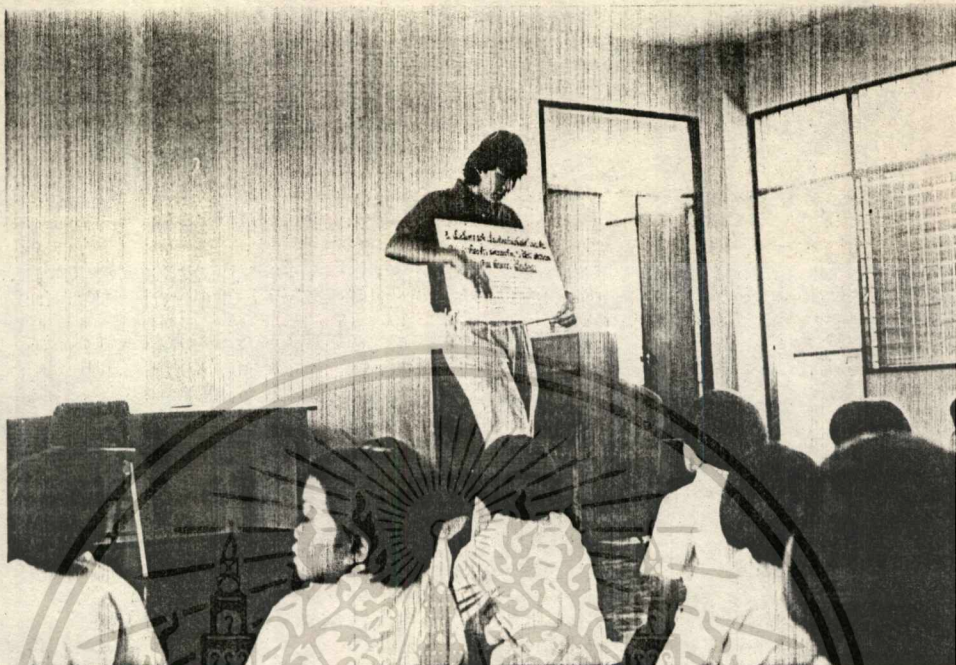
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- ข้อดี - ราคาประหยัด การสร้างง่าย ไม่ยุ่งยาก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อเสีย - ใช้ได้ชั่วคราว ชำรุดเสียหายง่าย

ภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.4

**ทฤษฎีเสียง**

**ไม้ดีดสากล คือ เครื่องดนตรีประเภทเสียงคนตรี ขลุ่ยฝรั่ง และทำนอง**

**ส่วนประกอบที่สำคัญของตัวดีด**

1. ใช้ประจำวงลำตัดตามระดับเสียง คือ โด เร มี ฟา โซ ลา ที
2. บรทัด 5 เส้น ใช้สำหรับบันทึกท่วงทำนอง เพื่อบันทึกท่วงระดับเสียงสูง-ต่ำ

5	4
1	3
3	2
2	1
1	

3. เมื่อมีลิ่มขลุ่ยเป็นท่อนแยกให้ใช้เพื่อเล่นเสียงสูงหรือต่ำ โดยบรทัด 5 เส้นให้เสียงระดับทุ้มทุ่ยขึ้น คีย์ทำ **เสียงทุ้ม**

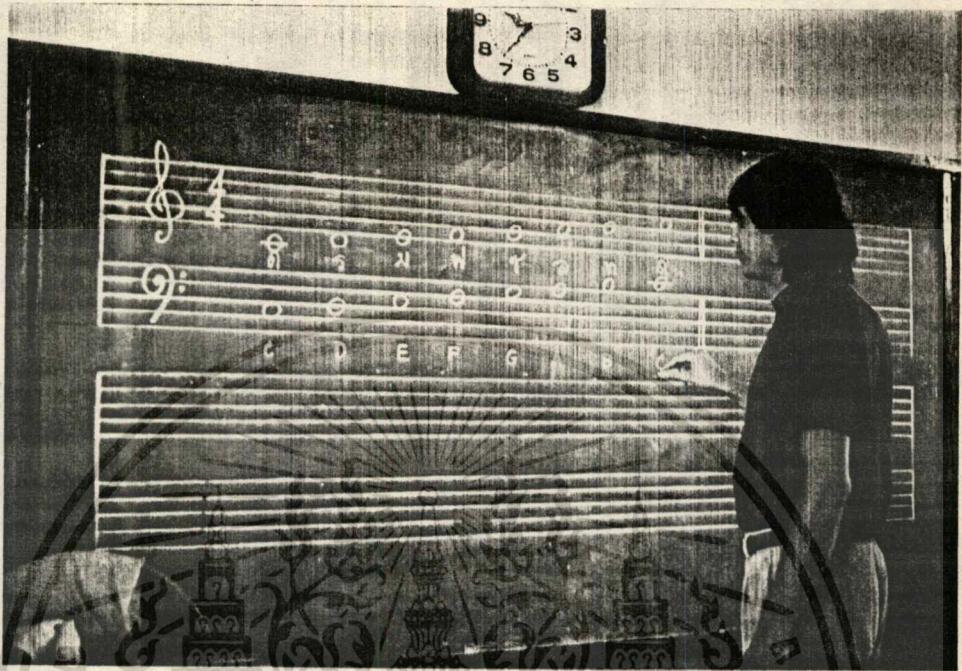
ภาพที่ 3.3 และ 3.4 แผนภูมิที่ใช้ประกอบการสอนดนตรี(สากล)

- ข้อดี - ราคาประหยัด การสร้างง่ายไม่ยุ่งยาก
- ข้อเสีย - ใช้ได้ชั่วคราว ขำรวดเร็วหายง่าย ครูสอนต้องถือให้นักเรียนดู เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในห้องเรียนเท่านั้น ไม่ควรนำออกนอกรั้วโรงเรียน การสอนอาจทำได้ไม่ทั่วถึง การสอนอาจทำได้ไม่ทั่วถึง การสอนอาจทำได้ไม่ทั่วถึง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีผลน้อย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

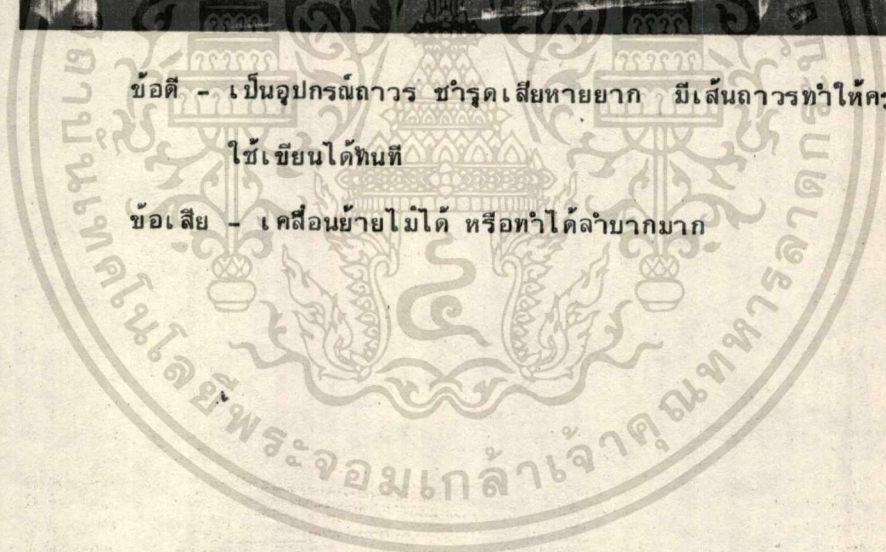
ภาพที่ 3.5 กระดานบรรทัด 5 เส้น



ข้อดี - เป็นอุปกรณ์ถาวร ขำรดเสียหายยาก มีเส้นถาวรทำให้ครูสามารถ

ใช้เขียนได้ทันที

ข้อเสีย - เคลื่อนย้ายไม่ได้ หรือทำได้ลำบากมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแยกแยะข้อมูลจัดความสำคัญข้อมูลโดยการลำดับตามความสำคัญ เพื่อเป็นการนำมาประเมินค่าข้อมูลและการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป จะต้องจัดข้อมูลที่ได้แยกแยะ ประเมินค่าออกมาเป็นหมวด ๆ หรือกลุ่มตามขบวนการของงาน และจัดทำการวิเคราะห์ในขั้นสุดท้าย ถึงเหตุผลของข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นและในหลายกรณีต้องรวมไปถึงการวิเคราะห์เลือกสรรหาระบบ และเทคนิควิธีการต่าง ๆ เป็นกรณีไป บางครั้งอาจจะต้องตัดสินใจได้ในการใช้เทคนิคและวิธีการนั้นเลย แต่ในบางครั้งก็ไม่อาจตัดสินใจในวิธีการนั้น ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์ระบบหลายระบบ และเลือกเอาเป็นการเปรียบเทียบตั้งแต่ 2 ระบบขึ้นไป การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.4.1 สำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ปัญหาและหน้าที่การใช้งาน
- ทัศนคติของมนุษย์ ความสัมพันธ์ในการทำงาน
- ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง
- วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

#### 3.4.2 สรุปข้อมูลแต่ละส่วน

#### 3.4.3 นำผลสรุปมาวิเคราะห์ สรุปผล

#### 3.4.4 นำผลการสรุปผลวิเคราะห์มาสังเคราะห์ใช้งาน กับอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรี (สากล) ระดับประถมศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

#### 3.4.5 ออกแบบตามผลการสังเคราะห์

การวิเคราะห์และสรุปผล เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

4.1 ข้อมูลพื้นฐาน

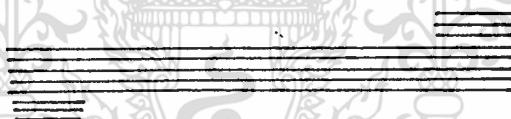
ก) ประเภทของดนตรีและประเภทของดนตรีที่จะใช้ทำวิทยานิพนธ์

ประเภทของดนตรีที่ใช้สอนในประเทศไทยในปัจจุบันมี 2 ประเภท คือ ดนตรีพื้นบ้าน และดนตรีสากล ผู้วิจัยมีความคิดว่าควรส่งเสริมและให้ความรู้แก่เด็กไทยในเรื่องดนตรีสากล เพราะดนตรีพื้นบ้านก็มีการส่งเสริมกันอยู่เสมอ ๆ อยู่แล้ว

ข) หลักสูตรดนตรี(สากล)ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 6

จากการศึกษาหลักสูตรการสอนดนตรีระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 6 พุทธศักราช 2521 หลักสูตรได้เน้นว่าการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนแสดงออกและสามารถมีชีวิตอยู่อย่างมีความสุขในสังคม ซึ่งพอจะสรุปได้ว่าเนื้อหาวิชาดนตรี(สากล) ที่นักเรียนประถม 1 - 6 จะต้องเรียนรู้ มี ดังนี้

1. บรรทัด 5 เส้น (บรรทัด)เสียง รวมทั้งเส้นน้อยด้วย



2. ลักษณะและอัตราของโน้ตสากล

2.1 ตัวโน้ต

ลักษณะ	ชื่อ	จังหวะ
o	ตัวกลม	4
♩	ตัวขาดประจุ	3
♪	ตัวขาว	2
♪	ตัวดำประจุ	1 $\frac{1}{2}$
♫	ตัวเขม้จชั้นเดียว	1
♬	ตัวเขม้จสองชั้น	8
		1
		18

2.3 โน้ตผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

♩	1
♩	1
♩	1.
♩	11.
♩	1

2.3 ตัวหยุด

—	= 0	o
—	= #	o
7	=	o
7	=	o

3. เครื่องหมาย

3.1 กำหนดอัตราจังหวะ คือ  $\frac{2}{4}$  ;  $\frac{3}{4}$  ;  $\frac{3}{8}$  ;  $\frac{6}{8}$

3.2 ให้ระดัปลเสียงโน้ตสูง - ต่ำกว่าปกติครึ่งเสียง คือ ♭, #, ♮  
(เสียงเดิมในคีย์ ♭, # ในห้องเดียวกัน)

3.3 สัญลักษณ์บางอย่างที่ใช้ในการบันทึกตัวโน้ต

- เส้นกันห้อง ||
- เส้นแบ่งวรรค |
- เส้นย่อหน้า, ซ้ำ, :||
- เส้นจบ ||
- จุดประ •
- เน้นเสียง  $\wedge$ ,  $>$
- ฤญแจซอล (♯) , ฤญแจฟา (♭)

3.4 ความดัง ค่อย

$\text{>}$  ,  $\text{<}$  ,  $\text{◌}$  , อักษร *pp* , *mp* , *mf*  
*f* , *ff*

3.5 ความเร็วช้า เขียนบนบรรทัด 5 เส้น เส้นที่ 5 หรือถ้า  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาก็เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะทั้งเพลงก็เขียนที่ตกลงมาจากชื่อผู้แต่ง ผู้เรียบเรียง การนำไปใช้

*Moderato , Allegro , Andante , Atempo.*

4. เครื่องดนตรีสากลที่ควรรู้จัก

- 4.1 เครื่องสาย
- 4.2 เครื่องลมทองเหลือง
- 4.3 เครื่องลมไม้
- 4.4 เครื่องตี

หมายเหตุ การวิเคราะห์ที่มีเกณฑ์เป็นตัวเลข 3 หมายถึง ตีมาก  
2 หมายถึง ตี  
1 หมายถึง พอใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) วิธีสอนดนตรี(สากล)ที่ใช้สอนในปัจจุบัน

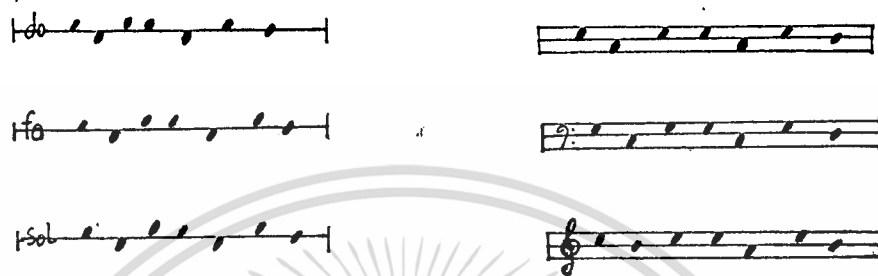
ตารางที่ 4.1

วิเคราะห์วิธีสอน

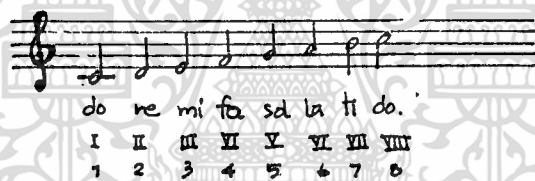
วิเคราะห์	สังเคราะห์ (นำมาใช้)
<p>1. ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการฟังก่อน</p> <p>2. เมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์ฟัง จะตอบสนองด้วยการเคลื่อนไหว จะเริ่มมีการใช้สัญลักษณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในลักษณะบูรณาการ</p> <p>3. ผู้เรียนจะเกิดการสร้างสรรค์หลังจากเรียนรู้อะไรต่าง ๆ นั้นแล้ว</p>	<p>1. ต้องได้ยินเสียง ต้องมีเสียง</p> <p>2. ต้องมีภาพ</p> <p>3. ต้องมีแบบฝึกหัด</p>

นอกจากนี้หลักการสอนบางอย่างที่ใช้สอนกันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้ว ผู้วิจัยคิดว่าการนำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ฯ ดังนี้

1. หลักการสอนของคาลโครช ในการสอนระบบโซลเฟล(ซอล-ฟา) ใช้การสอนโดยเริ่มจากการใช้บรรทัดเพียงบรรทัดเดียว มีลักษณะเพื่อจะนำไปสู่บรรทัด 5 เส้น ดังนี้



การใช้เลขบอกลำดับของนิ้ว ดังนี้



2. หลักการสอนของโคคาย การใช้สัญลักษณ์เป็นภาพ เพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมโดยมีหลักคือ ขนาดใหญ่แทนจังหวะยาว ขนาดเล็กแทนจังหวะสั้น ดังตัวอย่าง



การใช้สัญลักษณ์สู่การให้เห็นจริง เช่น



ง) อุปกรณ์ช่วยสอนดนตรี(สากล) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

อุปกรณ์ช่วยสอนดนตรี(สากล)ที่มีอยู่ในปัจจุบัน พหจะสรุปได้ว่ามี 2 ลักษณะ คือ

ตารางที่ 4.2

วิเคราะห์อุปกรณ์ช่วยสอนในปัจจุบัน

วิเคราะห์	สังเคราะห์ (นำมาใช้)
<p>1. แผนภูมิ</p> <p>1.1 สัญลักษณ์ ตัวโน้ต</p> <p>1.2 สัญลักษณ์ ทางดนตรี</p> <p>1.3 โครงสร้าง , การจัดวงดนตรี</p> <p>1.4 เครื่องดนตรี (ภาพ)</p>	ต้องมีภาพ
<p>2. เครื่องดนตรี</p> <p>2.1 จังหวะต่าง ๆ</p> <p>2.2 เสียงเครื่องดนตรีต่าง ๆ</p>	ต้องมีเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ) จิตวิทยาเด็กที่เกี่ยวข้องในการทำอุปกรณ์

ในการสอนวิชาดนตรีศึกษาซึ่งเป็นนามธรรม การสอนเด็กในระดับต่าง ๆ

นั้นต้องคำนึงถึงการรับรู้ของเด็กในระดับต่าง ๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์รูปแบบสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวโน้ต สัญลักษณ์ต่าง ๆ กับเด็ก






















ที่มีอายุ 6 ปีต้องใช้รูปธรรมในการสอน เพื่อให้ได้รับประสบการณ์ตรง ใช้สิ่งทีใกล้เคียงตัวนักเรียน


มาช่วยในการสอน เป็นการทำให้เด็กเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ใช้ลักษณะที่คล้ายและใกล้เคียงกัน

กับสิ่งที่ต้องการให้เด็กทราบและเรียนรู้

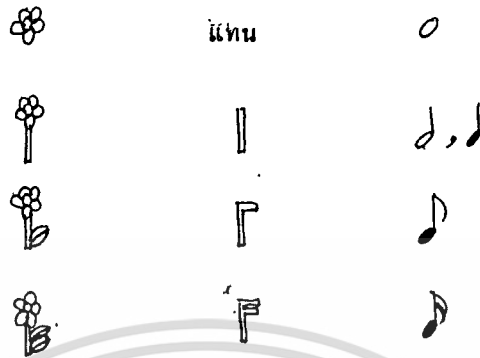
สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวโน้ต (ลักษณะกลม) ใช้สำหรับ เด็กในระยะแรก ๆ

ตารางที่ 4.4

				ค่าคะแนนความเหมือน
				3
			-	1
			-	1
			-	1
				2

















สรุป เลือกใช้  (ดอกไม้) เพราะมีลักษณะใกล้เคียงกับตัวโน้ตที่สุด

2. การแปรจากสัญลักษณ์ เป็นของจริง



ตารางที่ 4.3

เขียนเป็นตารางแบ่งการเรียนตามระดับชั้นหรือชั้นตอน ดังนี้

ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4 - 6
			
			
			
			

หมายเหตุ ตรงกับทฤษฎีของ BRUNER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. วิเคราะห์ข้อมูลการใช้สี

การเลือกสีที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์ฯ ต้องคำนึงถึงการใช้งานและประโยชน์ใช้สอยก่อน เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงควรพิจารณาถึงหัวข้อการเลือกใช้สีตามลำดับความสำคัญ ดังนี้คือ

3.1 การมองของผู้มองอุปกรณ์นั้นคือเด็ก ซึ่งจะมองเป็นเวลานาน มีการพิจารณาถึงต่อไปนี้

- ให้มองเห็นชัดเจน ว่องไวต่อความรู้สึก
- การให้เป็นตัวแทน ของสัญลักษณ์ทางดนตรี
- ให้ความรู้สึกน่าสนใจ

3.2 สำหรับผู้ใช้คือครู พิจารณา

- ความมั่นคง
- กระตุ้นความรู้สึกอยากใช้

ส่วนที่ต้องวิเคราะห์สีมีดังนี้

1. กระดาน
2. โครงสร้างและกรอบกระดาน
4. กล้องใส่อุปกรณ์สำเร็จรูป
5. ปุ่มปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี่กระดาน ต้องมีความชัดเจนในการมอง ว่องไวต่อความรู้สึก มีความน่าสนใจ มองนาน ๆ แล้วสบายตา ไม่น่าเบื่อ หรือเมื่อยสายตา

ตารางที่ 4.5 วิเคราะห์สี่กระดาน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สี่ค้ำบนพื้นเหลือง	สี่เหลืองบนพื้นดำ	สี่เหลืองบนพื้นน้ำเงิน	สี่ชมพูบนพื้นดำ	สี่ค้ำบนพื้นขาว
ความชัดเจน	3	2	2	2	2	3
ว่องไวต่อความรู้สึก	3	3	3	2	2	3
ความน่าสนใจ	3	2	2	2	2	3
ดูแล้วสบายตา	3	1	1	1	1	3
		8	8	7	7	12

สรุป เลือกใช้สี่ค้ำบนพื้นขาว เพราะให้ความชัดเจน มองเป็นเวลานานได้ไม่เมื่อยตาและไม่น่าเบื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างและกรอบกระดาน เนื่องจากโครงสร้างและกรอบกระดานเป็นส่วนที่ต้องการความแข็งแรง ฉะนั้นสีที่ใช้ควรเป็นสีที่ดูแล้วแข็งแรง มั่นคง นำใช้ดูแล้วสบายใจ สีที่น่ามาพิจารณาคือ สีเทา ขาว น้ำตาล น้ำเงิน ดำ และสีเขียว

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์สีโครงสร้างและกรอบกระดาน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	สีเทา	สีขาว	สีน้ำตาล	สีน้ำเงิน	สีดำ	สีเขียว
มองดูแข็งแรง	3	3	1	2	2	3	2
มองดูน่าใช้	2	3	3	2	2	1	2
มองแล้วสบายใจ	2	3	3	2	3	1	3
สีผสมกันกับวัสดุที่ใช้ผลิต	3	3	2	-	-	2	-
		12	9	6	7	7	7

สรุป ใช้สีเทาเพราะ ดูแล้วมีความแข็งแรง น่าใช้ สีสัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ผลิต

กล่องใส่ไม้ สัญลักษณ์สำเร็จรูป วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุโปร่งแสง เพื่อการมองเห็น เป็นการสะดวกในการใช้ไม้ สัญลักษณ์สำเร็จรูปนั้น

สีที่ใช้ เป็นสัญลักษณ์แทนตัวไม้ (ในระยาะที่ 3 - 4 - 6)

สีที่ใช้ ต้องใช้ 7 สี คือแทน

จึงเลือกใช้สีที่

เด็กชอบ ซึ่งเป็นสีที่สดใส อยู่น่าตื่นเห็น คือ สีแดง เหลือง เขียว แสด น้ำเงิน ม่วง

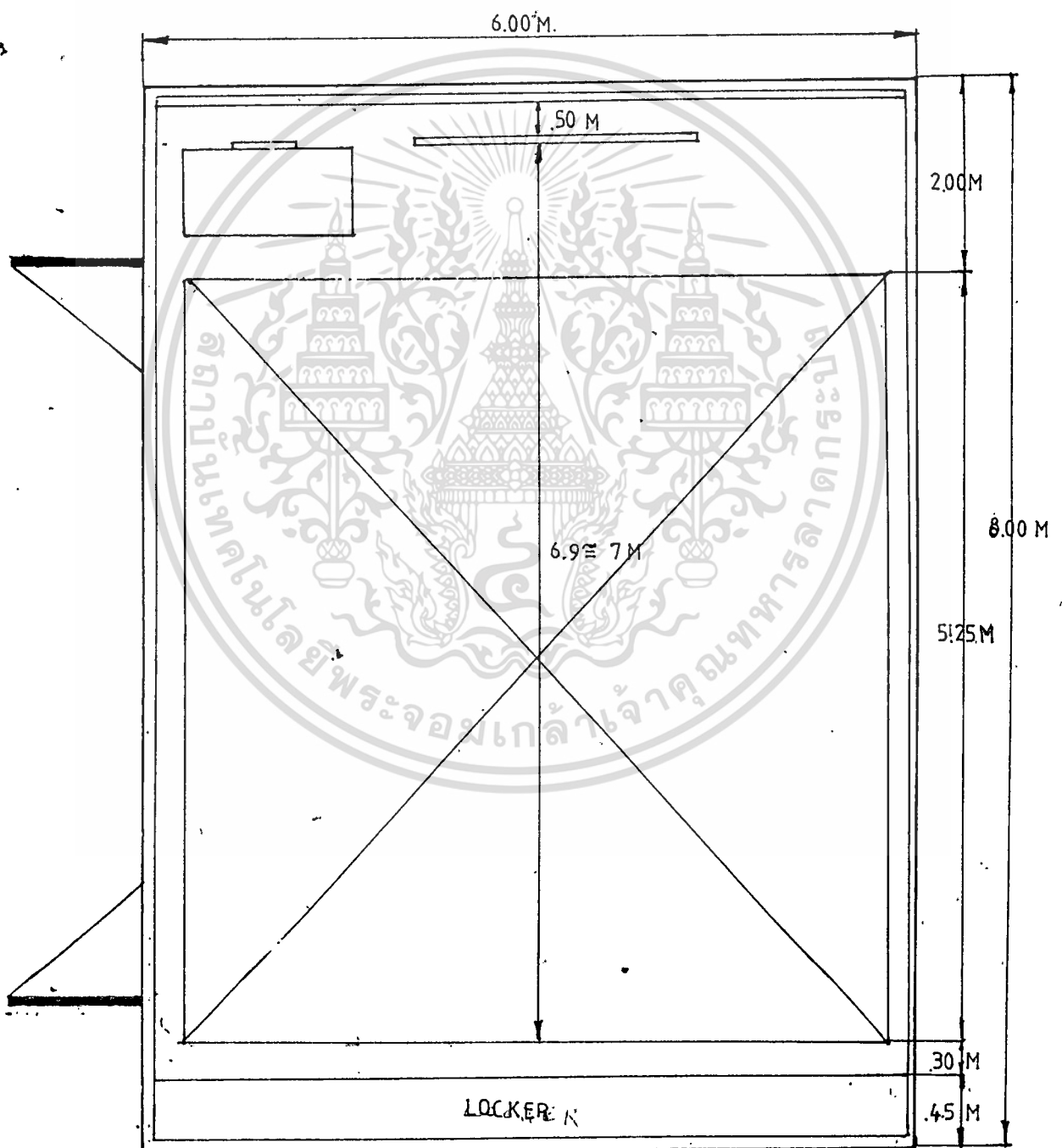
สีปุ่มปรับ ควรเป็นสีที่มองเห็นชัดเจน น่าสนใจ กระตุ้นความรู้สึก

อยากใช้ ใ้ใช้ในการทำปุ่มปรับส่วนมากคือ สีขาวและสีที่เบื่อนยาก เช่น สีดำ สีน้ำเงิน เป็นต้น

#### 4.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค

ก) ข้อมูลทางด้านคนตรี ขนาดสัดส่วนหัวไม้ สลัดกษณ์การใช้ห้องและ  
บรรทัด 5 เส้น

1. ขนาดห้องเรียนวิชาคนตรี(สากล) เฉลี่ยแล้วมีขนาด 6 8 เมตร  
มีการใช้งาน ดังนี้



เอกสารนี้ภาพที่ 4.1 นี้ไว้สำหรับแสดงสัดส่วนการใช้งานของห้องเรียนวิชาคนตรี(สากล) ระเบียบด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขนาดตัวโน้ต เทียบจากสัดส่วนของตัวโน้ตกับการมอง ซึ่งหาได้  
จากระยะการมอง ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

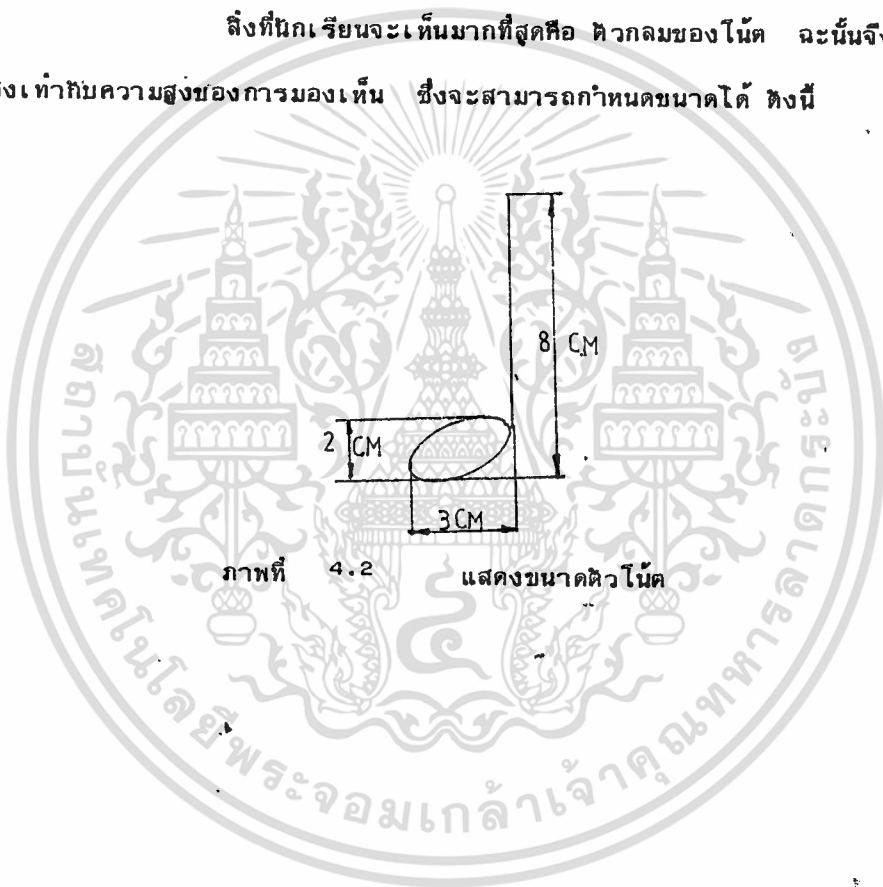
$$\text{ความสูงของตัวอักษร (ซ.ม.)} \times \text{ระยะการมอง (ม.)} \times 0.25$$

$$\text{แทนค่า} = 7 \times 0.25$$

$$1.71 \approx 2 \text{ ซ.ม.}$$

ความสูงของตัวหนังสือ 2 ซ.ม.

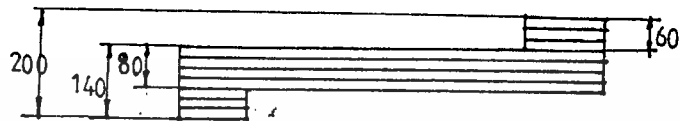
สิ่งที่นักเรียนจะเห็นมากที่สุดคือ ตัวกลมของโน้ต ฉะนั้นจึงกำหนดให้  
มีความสูงเท่ากับความสูงของการมองเห็น ซึ่งจะสามารถกำหนดขนาดได้ ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จำนวนห้อง จำนวนห้องที่ใช้สอนนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ใช้จำนวนมากที่สุด 10 ห้อง โดยแบ่งเป็น 4 บรรทัด บรรทัดละ 4 ห้อง จะได้ขนาดของความกว้างและความยาวของกระดาษ ดังนี้

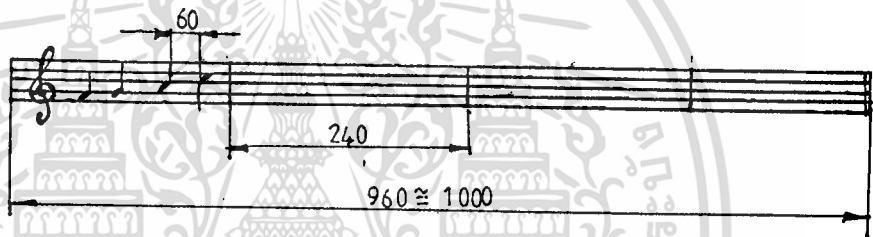
(ก) ความกว้างของบรรทัด 5 เส้น



UNIT MM

ภาพที่ 4.3 แสดงความกว้างของบรรทัด 5 เส้น

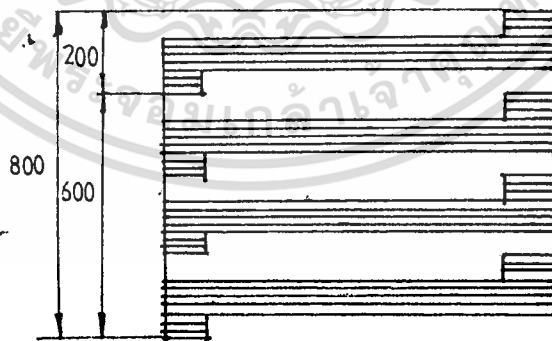
(ข) ความกว้างของห้อง



UNIT MM

ภาพที่ 4.4 แสดงความกว้างของห้อง

(ค) ความสูงของบรรทัด 5 เส้น



UNIT MM

ภาพที่ 4.5 แสดงความสูงของบรรทัด 5 เส้น (4 บรรทัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปเป็นประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จำนวนตัวโน้ตและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เมื่อได้ขนาดของห้องและจำนวนห้องแล้ว จะได้จำนวนตัวโน้ตและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

(ก) ตัวโน้ต

o	ตัวกลม	16	ตัว
d.	ตัวขาดประจุด	16	ตัว
♩	ตัวขาว	32	ตัว
♪	ตัวดำประจุด	32	ตัว
♩	ตัวดำ	64	ตัว
♩	ตัวเข็บบ้างขึ้นเดียว	32	ตัว
♩	ตัวเข็บบ้างสองชั้น	32	ตัว
(ข) ตัวหยุด		16	ตัว
		32	ตัว
		64	ตัว
		32	ตัว

(ค) เครื่องหมาย

- กำหนดคอร์ดราจิงหระคือ C, ♭,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{6}{8}$

ชนิดละ 1 ตัว 6 ตัว

- ให้ระคัมเสียงโน้ตสูงต่ำกว่าปกติ  $\frac{1}{2}$  เสียง คือ ♭, #  
♯, ชนิดละ 1 ตัว 3 ตัว

- สัญลักษณ์บางอย่างที่ใช้ในการบันทึกตัวโน้ตคือ

เส้นกันห้อง | 1

เส้นแบ่งวรรค || 1

เส้นย่อน, ซ้ำ :: 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ก่อนอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประ . 16

เน้นเสียง >, ^ ชนิดละ 16 = 32

ญญแจซอล (♯) ญญแจฟา (♭)

- ความดังค่อย

*mp pp mf ff* อักษร *Adante, Moderato*  
*Allegro*

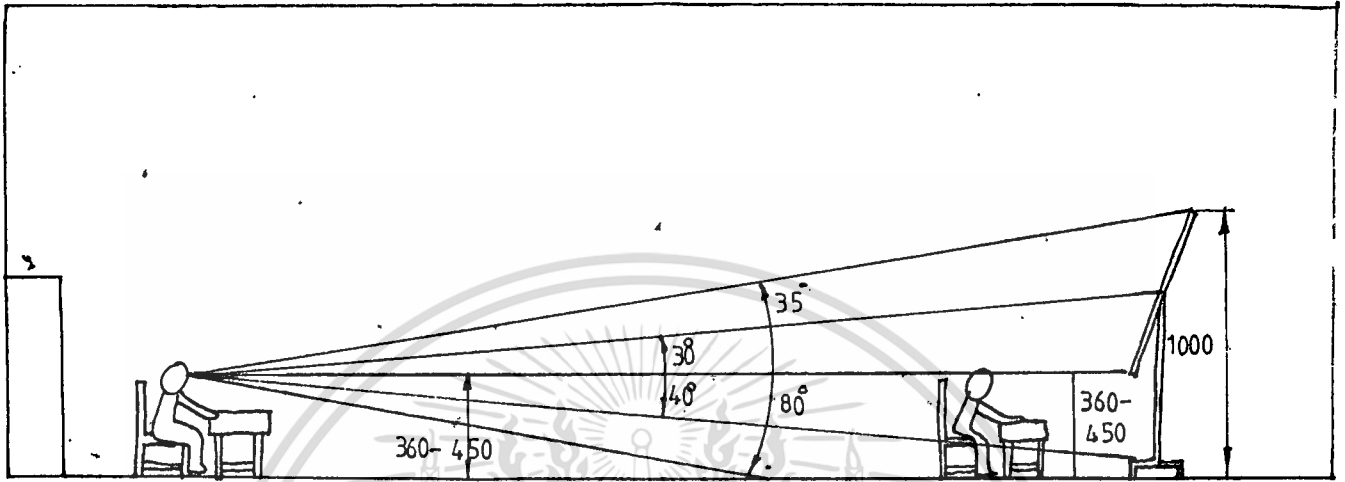
ชนิดละ 1 ตัว = 7 ตัว

- ความเร็วจึ่งทวะ

ชนิดละ 1 ตัว = 4

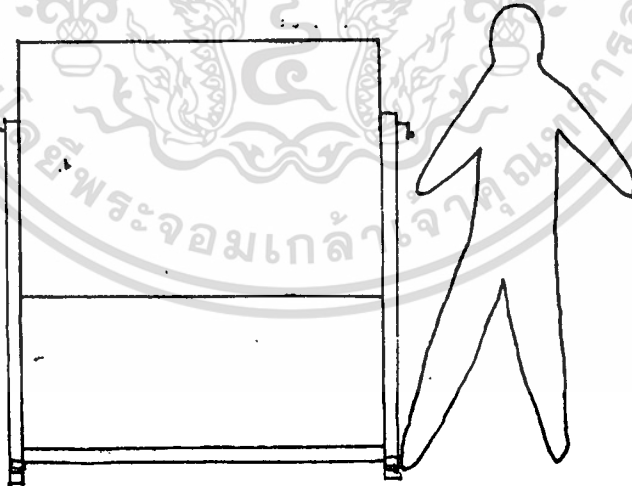


โดยการวิเคราะห์จากสัดส่วนแห่งการมองของมนุษย์ จะได้ขนาดความสูงจากพื้นถึง  
 กรอบด้านล่างของกระดานเท่ากับ ความสูงต่ำสุด 36 สูงสุด = 45 ซม.



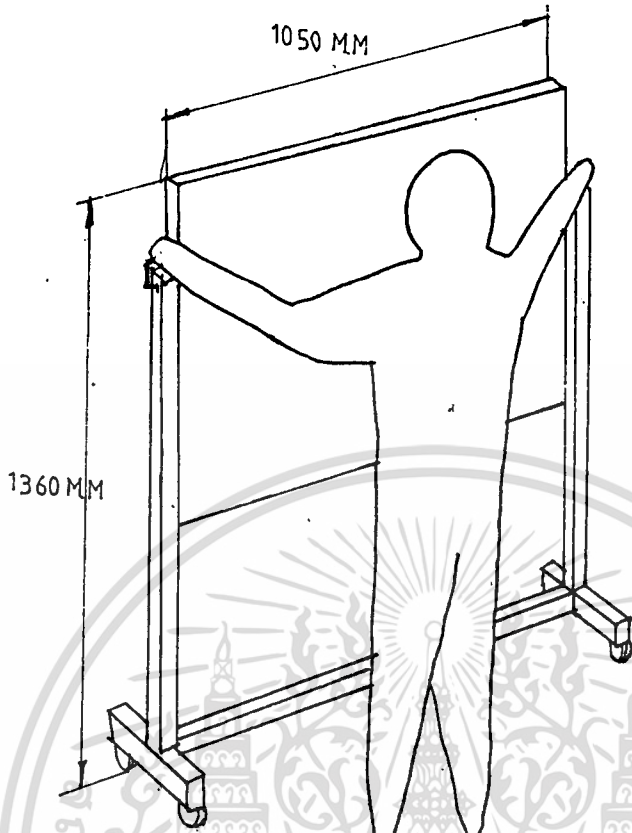
ภาพที่ 4.6 แสดงสัดส่วนแห่งการมองให้เห็นถึงความสูงของพื้นถึงกรอบด้านล่าง UNITMM

จากความสูงดังกล่าวมาข้างต้นจะสัมพันธ์กับขนาดของการนั่งลงปรับระดับความสูงของ  
 กระดานของผู้ใช้ ดังรูปได้

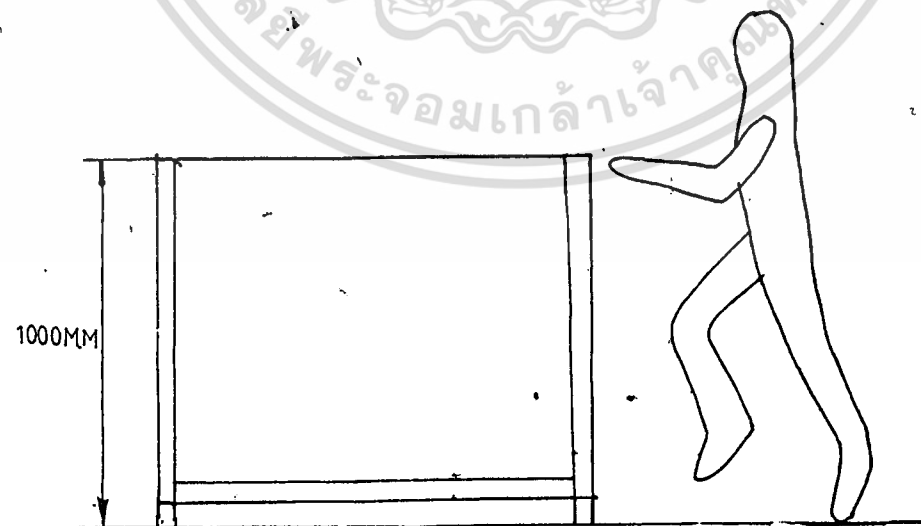


ภาพที่ 4.7 แสดงการต่อคล้อง

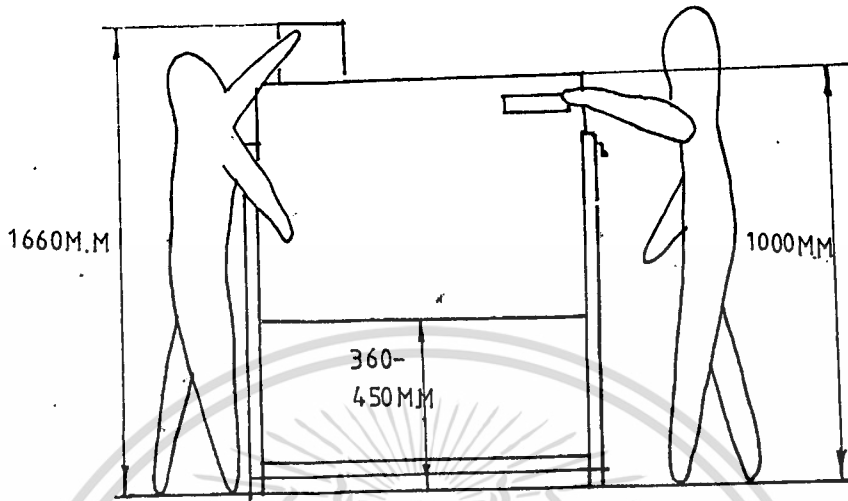
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



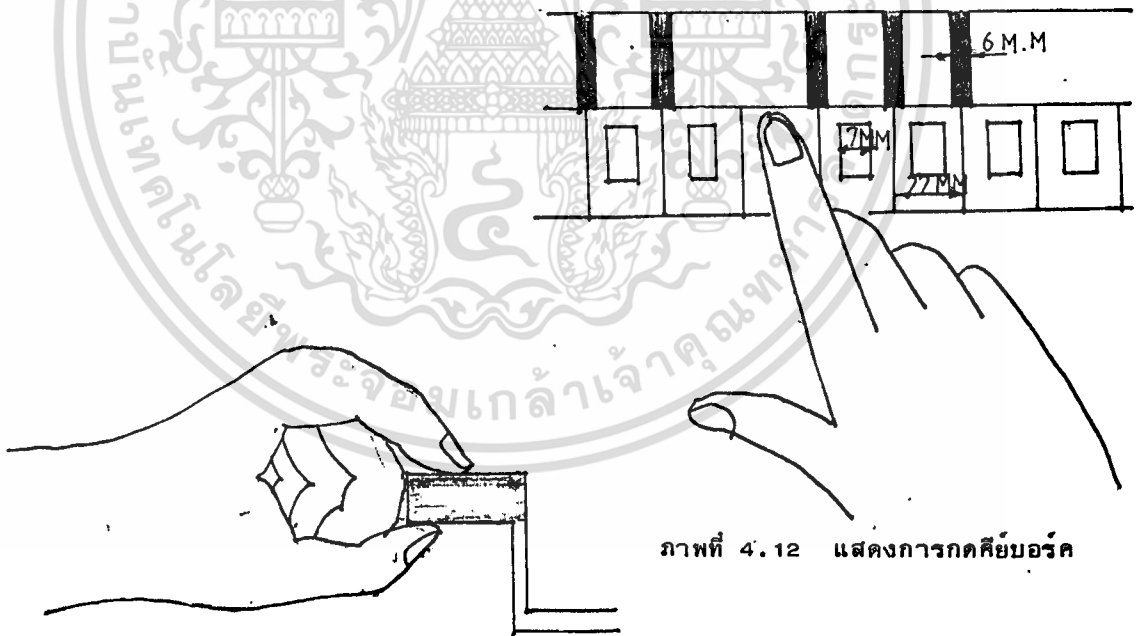
ภาพที่ 4.8 แสดงการเชื่อมมือ 2 ข้างปรับระดับกระดานและมุมเอียงกระดาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะการเซ็นเก็บเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



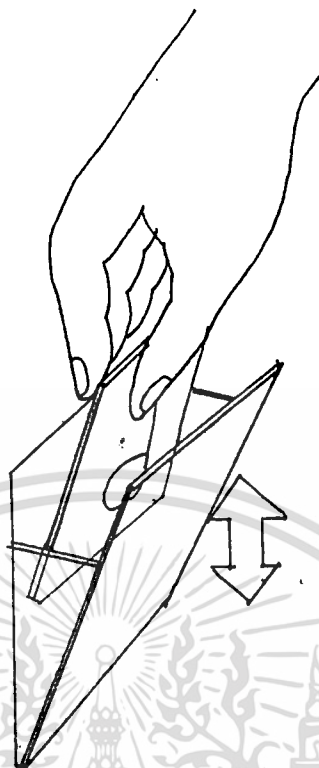
ภาพที่ 4.10 แสดงการติดตั้งเก็บโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป, ตำแหน่งเมื่อใช้งาน



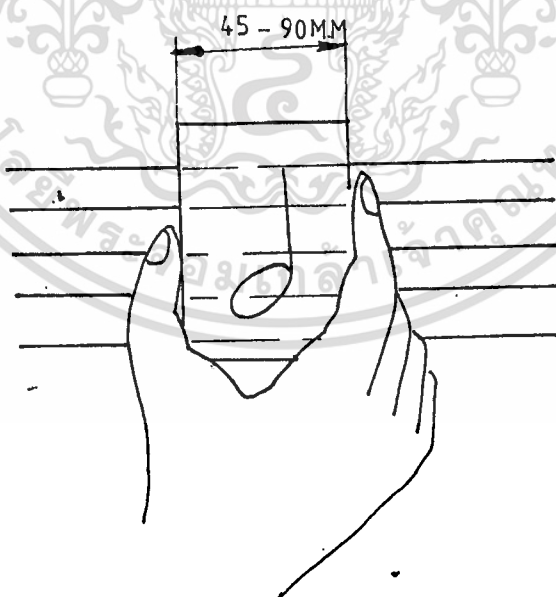
ภาพที่ 4.12 แสดงการกดคีย์บอร์ด

ภาพที่ 4.11 ภาพแสดงการจับมือปรับระดับความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แสดงการหยิบไม้ขีด, สัญลักษณ์สำเร็จรูปจากกล่องเก็บ



ภาพที่ 4.14 แสดงการหยิบขีดไม้ขีด, สัญลักษณ์สำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) วัสดุและการรมวิธีการผลิต

การทำอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรี(สากล) ต้องวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างเหล็ก เป็นโครงสร้างที่ใช้เป็นตัวรับน้ำหนัก กระดาน ให้กระดานตั้งได้ในระดับปกติและระดับแนวเอียงตามที่ผู้สอนต้องการได้ ดังนั้น โครงสร้างจึงต้องมีความแข็งแรงทนทาน สามารถรับน้ำหนักได้ดี
2. ส่วนกระดาน เป็นส่วนที่สอนและผู้เล่นเห็นชัดและใช้งานบ่อยครั้งที่สุด ดังนั้นกระดานจึงควรมีความแข็งแรง ทนต่อการขีดข่วนและการสึกกร่อนได้ดี
3. กรอบกระดาน เป็นส่วนยึดกระดาน ต้องมีความแข็งแรงพอสมควร
4. ส่วนเก็บรับรองโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป ต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายในการนำมาใช้ และสัดส่วนที่สัมพันธ์กับร่างกายของผู้ใช้
5. ส่วนปรับระดับความสูงของกระดาน ต้องมีความแข็งแรงมาก เพราะเป็นส่วนที่รับน้ำหนักของกระดาน และต้องมีการเคลื่อนที่ไป-มาบ่อยครั้ง
6. ส่วนปรับมุมการเอียงของกระดาน เพื่อปรับระดับให้สัมพันธ์กับการมองของนักเรียนแต่ละระดับชั้น ควรมีความสะดวกในการใช้งานและแข็งแรงทนทาน เพราะใช้บ่อยครั้ง
7. ตัวโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป
8. วัสดุใช้ในการยึดติดตัวโน้ตสำเร็จรูปกับกระดาน
9. ล้อ เป็นส่วนที่ทำให้อุปกรณ์ฯ เคลื่อนที่ได้ และเป็นส่วนรับน้ำหนักจากโครงสร้างทั้งหมด ดังนั้นล้อที่เลือกใช้ ต้องมีความสามารถในการรับน้ำหนักได้ดี และมีความคล่องตัวในการเข็น, เลี้ยว

<u>หมายเหตุ</u>	การวิเคราะห์มีการแทนค่าเป็นตัว เลข 3 หมายถึง ดีมาก
	2 หมายถึง ดี
	1 หมายถึง พอใช้

1. โครงสร้างหลัก

โครงสร้างหลักคือ สิ่งทีจัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการความมั่นคงแข็งแรง

ก) เปรียบเทียบโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่โครงสร้างแม้งออก เป็น ชื่อชนิด คือ เอกสารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โครงสร้างแบบถอดประกอบได้
2. โครงสร้างแบบติดตายตัว

#### ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบโครงสร้าง

##### ถอดประกอบได้

##### ติดตายตัว

**ข้อดี** 1. ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง

**ข้อดี** 1. แข็งแรงทนทาน, อายุการใช้งานนาน

2. ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ

2. สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า

**ข้อเสีย** 1. โครงสร้างลดความแข็งแรงลง

3. การบำรุงรักษา ซ่อมแซมได้ง่าย

2. อายุการใช้งานลดลง

4. กรรมวิธีการผลิต, ประกอบง่าย

3. รับน้ำหนักได้ไม่มากนัก

5. ราคาถูกกว่า

4. กรรมวิธีการประกอบ, ผลิตยุ่งยาก

6. ประหยัดและลดวัสดุ น้ำหนักเบาขึ้น

เสียเวลา

7. เหมาะสมกับงานสัมบุกสมบัน

5. ราคาผลิตมีที่จะสูงขึ้น

**ข้อเสีย** 1. ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง

6. ต้องใช้วัสดุมากขึ้น

#### วิเคราะห์การเลือกประเภทโครงสร้าง

#### ตาราง 4.8 วิเคราะห์การเลือกประเภทโครงสร้าง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ติดตายตัว	ถอดประกอบได้
ความแข็งแรง	3	3	2
การรับน้ำหนัก	3	3	2
อายุการใช้งาน	3	3	1
ราคาถูก	2	3	1
กรรมวิธีการผลิต	2	3	3
การประหยัดเนื้อที่	3	1	3

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่สามารถเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

## สรุป เลือกประเภทแบบคิดตายตัว

จากตารางการวิเคราะห์ จะเห็นว่า แบบคิดตายตัวมีคะแนนมากกว่าถึง 18 คะแนน เป็นช่วง คะแนนที่ห่างมาก เพราะแบบคิดตายตัวจะมีข้อได้เปรียบมากกว่า แต่จะมีข้อเสียเปรียบมากอยู่ในเรื่องการประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ

แต่จากพฤติกรรมการใช้งานจริง และการวิเคราะห์การเก็บอุปกรณ์ช่วยสอนฯ ภายหลังจากใช้งานแล้วนั้น การเก็บจะเก็บไว้ในห้องซึ่งทางโรงเรียนจัดไว้สำหรับสอนวิชาดนตรีโดยเฉพาะ ดังนั้นความสำคัญในเรื่องเนื้อที่ในการจัดเก็บอุปกรณ์จึงมีความสำคัญน้อยลง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โครงสร้างหลักแบบคิดตายตัว มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนฯ

### ข) การออกแบบโครงสร้าง

เพื่อให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ต้องมีการศึกษาหาข้อมูลของทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาประกอบ เพื่อทำการตัดสินใจในการสอน ซึ่งมีข้อควรคำนึงดังนี้

#### 1. ความแข็งแรงทนทาน

โครงสร้างที่ออกแบบจะต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการและมีอายุการใช้งานเหมาะสมควร

#### 2. น้ำหนักของโครงสร้าง

ก็มีส่วนสำคัญที่เชื่อมต่อไปยังน้ำหนักทั้งหมด ถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมากจะทำให้ลำบากต่อการเคลื่อนย้าย ถ้าโครงสร้างน้อยชิ้นแต่ได้ความแข็งแรงตามความต้องการ ย่อมจะได้เปรียบกว่า

#### 3. กรรมวิธีการผลิตและการประกอบ

ซึ่งก็มีความสำคัญอย่างมากในการประหยัดเวลา แรงงานและค่าใช้จ่าย โครงสร้างที่สามารถผลิตและประกอบขึ้นรูปได้รวดเร็ว ย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องการอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มากมาย

#### 4. ความสวยงาม

เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบส่วนหนึ่ง ที่จะทำให้โครงสร้างสวยงามเหมาะสมสำหรับลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การบำรุงรักษา

การออกแบบโครงสร้างจะต้องคำนึงถึงการซ่อมบำรุงรักษาด้วย

### ค) วัสดุโครงสร้างหลัก

หน้าที่ใช้สอย คือ เป็นโครงสร้างหลักของอุปกรณ์ดังนั้น ความสำคัญอันดับแรกใน

การพิจารณาเลือกใช้วัสดุ คือ

- ต้องมีความแข็งแรง
  - ทนต่อการชุกร่อน
  - มีอายุการใช้งานนาน
  - มีน้ำหนักเบา หมายถึง น้ำหนักที่เกิดจากวัสดุที่ใช้จะมีผลถึงความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย
- อันดับความสำคัญรองลงมาคือ
- ความยากง่าย ในการผลิตขึ้นรูป
  - ความสามารถในการทนต่อแรงกระแทก
  - ราคาไม่แพงจนเกินไป
  - การบำรุงรักษา

หัวข้อที่นำมาใช้วิเคราะห์ เลือกวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลักแบบตายตัว

1. ความแข็งแรงทนทาน เนื่องจากการใช้งานของอุปกรณ์ช่วยสอนอยู่ในสภาพแวดล้อมของเด็กในระดับชั้น ป1 - ป6 ซึ่งนับว่าจำนวนมากพอสมควร ประกอบกับการใช้งานกับเด็ก ในระดับชั้นที่ต่างกันมาก ๆ การปรับระดับ การเคลื่อนย้าย ในการสอนเด็กแต่ละชั้นไม่เหมือนกัน มีการเคลื่อนย้ายมากจึงควรมีความแข็งแรงทนทานมาก
2. ทนต่อการชุกร่อน ไม่เป็นสนิม เพื่อการใช้งานที่ยืนยาว เพราะอุปกรณ์ช่วยสอนคนตรีเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างแพง จึงต้องการการใช้งานที่ยืนยาวพอสมควร
3. น้ำหนักเบา เพื่อการเก็บและในกรณีที่ใช้ในโรงเรียนที่ไม่มีห้องดนตรี + MOVE ส่วนต่าง ๆ ในการสอนสำหรับเด็ก ป1 - 6
4. การบำรุงรักษา ง่าย ควรมีความสะดวกในการบำรุงรักษา เพื่อความสะดวกในการใช้งานและการดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การผลิต: ควรมีขั้นตอนและกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน
6. ราคา: ควรจะใช้วัสดุที่มีราคาไม่แพงจนเกินไป เพื่อลดต้นทุนการผลิต
7. ความอิสระในการออกแบบ: มีข้อจำกัดในด้านรูปแบบสวย สามารถออกแบบได้อย่างกว้างขวางสวยงาม

วัสดุที่มีความเป็นไปได้ อยู่ในข่ายในการพิจารณามีดังนี้

- เหล็กชุบสี
- อลูมิเนียม
- สเตนเลส
- เหล็กชุบโครเมียม

วิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง

ตารางที่ 4.9 วิเคราะห์วัสดุโครงสร้าง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็กชุบสี	อลูมิเนียม	สเตนเลส	ชุบโครเมียม
ความแข็งแรงทนทาน	3	3	1	3	3
ทนต่อการพุกร่อนไม่ เป็นสนิม	3	2	2	3	2
น้ำหนักเบา	3	2	3	2	2
การบำรุงรักษาง่าย	3	2	2	3	2
ง่ายต่อการผลิต	3	3	3	2	2
ราคาถูก	3	3	2	1	2
ความอิสระ ในการออกแบบ	3	2	2	2	2
		17	15	16	15

หมายเหตุ 3 = ดีมาก, 2 = ดี, 1 = พอใช้

สรุป เลือกใช้เหล็กชุบสี เพราะมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร ผลิตง่ายและมีราคาถูก

ลักษณะของ เหล็กที่จะนำมาใช้เป็นโครงสร้างรับน้ำหนัก มีแบบกลม แบบตัว แบบฉาก  
หัวข้อในการนำมาพิจารณาดังนี้

- ความคล่องตัว
- การรับน้ำหนัก
- การยึดกับวัสดุผิวเรียบ
- ราคา
- การผลิตและการประกอบ

ตารางที่ 4.10 วิเคราะห์ลักษณะเหล็กที่ทาโครงสร้าง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ความสำคัญ	แบบกลม	แบบตัว C	แบบฉาก
ความคล่องตัว	2	3	2	1
การรับน้ำหนัก	3	3	3	1
ความปลอดภัย	3	3	2	1
การยึดกับวัสดุผิวเรียบ	3	1	3	2
ราคา	3	1	3	1
การผลิต การประกอบ	3	2	3	2
		13	16	8

สรุป ลักษณะของเหล็กที่จะนำมาใช้เป็นโครงสร้าง คือ เหล็กแบบตัว C เพราะสามารถรับน้ำหนักได้ดี มีความปลอดภัยสูง ยึดติดกับวัสดุผิวเรียบได้ดี ราคาถูก ผลิตและประกอบง่าย

#### ง. กรรมวิธีการผลิต

การผลิตโครงสร้างโดยใช้เหล็ก ต้องมีการต่อหรือประสานชิ้นงานให้ได้ตามรูปแบบที่ต้องการ มีกรรมวิธีการผลิตในข่ายพิจารณา ดังนี้

- การเชื่อม
- การบัดกรี
- การยึด
- ใช้กาวยึดเหนี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เงื่อนไขในการพิจารณา มีดังนี้

- มีความแข็งแรง
- อายุการใช้งาน
- ผลิตง่าย
- ราคาถูก

ตารางที่ 4.11 วิเคราะห์การต่อโครงสร้าง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	การเชื่อม	การบัดกรี	การบัด	ใช้การยึดเหนี่ยว
ความแข็งแรง	3	3	3	2	2
อายุการใช้งาน	3	3	3	2	2
ผลิตง่าย	3	3	2	2	2
ราคาถูก	2	3	2	2	2
		12	10	8	8

สรุป เลือกใช้การเชื่อมในการต่อโครงสร้าง เพราะทำให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงสูง อายุการใช้งานนาน ผลิตง่ายและราคาถูก สามารถทำได้ในอุตสาหกรรมทั่วไป

### 2. วิเคราะห์วัสดุส่วนที่ใช้ทำกระดาน

#### (ก) วิเคราะห์วัสดุส่วนใช้ทำกระดานชั้นใน

เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนเห็นชัดที่สุด ใช้งานบ่อยครั้ง จึงต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี ที่สำคัญที่สุดต้องเป็นสีแม่เหล็ก แต่ไม่เป็นสีไฟฟ้า เพราะมีระบบอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

### เงื่อนไขในการพิจารณาการเลือกวัสดุมีดังนี้

- ทนต่อการขีดข่วนเป็นรอย
- น้ำหนักเบา เพื่อการเคลื่อนย้าย
- อายุการใช้งานยาวนาน
- เป็นสีแม่เหล็ก
- ราคาไม่แพงจนเกินไป
- ง่ายต่อการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

- ดูแลรักษาอายุ ทำความสะอาดง่าย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่อยู่ในข่ายพิจารณามีดังนี้

- เหล็กพันสี
- อลูมิเนียม
- สแตนเลส
- เหล็กชุบโครเมียม

ตารางที่ 4.12 วิเคราะห์วัสดุใช้ทำกระดานดำใน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็กแผ่น	อลูมิเนียม	สแตนเลส	เหล็กชุบโครเมียม
ทนต่อการขีดข่วนแข็งแรงทนทาน	2	3	2	3	2
น้ำหนักเบา	2	2	3	1	1
อายุการใช้งาน	3	3	2	3	2
เป็นสีแม่เหล็ก	3	3	0	3	3
ราคาไม่แพง	3	3	2	1	2
ง่ายต่อการผลิต	3	3	3	2	2
ดูแลรักษาทำความสะอาดง่าย	3	2	2	3	2
		19	14	15	14

สรุป ใช้เหล็กแผ่น เพราะเป็นสีแม่เหล็ก มีราคาไม่แพง ง่ายในการผลิต

(ข) วิเคราะห์วัสดุส่วนใช้ทำกระดานชั้นนอก (ชั้นมองเห็น)

เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนเห็นชัดที่สุด ใช้งานบ่อยที่สุด จึงต้องพิจารณาถึง

- ความทนทานไม่สึกกร่อนง่าย
- ทนการขีดข่วน
- ทนสารเคมี กรด ด่าง
- ฝุ่นไม่เกาะติดง่าย
- ทนความชื้น
- ง่ายต่อการผลิต
- ราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
- ง่ายต่อการดูแลทำความสะอาด  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 วิเคราะห์วัสดุใช้ทำกระดานชั้นนอก

เงื่อนไขในการพิจารณา	ความสำคัญ	เคลือบสี	เคลือบ POLYESTER	เคลือบ VENIA	เคลือบ FORMICA
ความทนทานไม่สึกกร่อนง่าย	3	2	3	3	2
ทนทานการขีดข่วน	3	2	2	3	2
ทนสารเคมี กรด - ด่าง	2	2	2	2	2
ฝุ่นไม่เกาะติดง่าย	2	2	2	2	2
ทนความชื้น	2	2	3	2	2
ง่ายต่อการผลิต	3	2	2	3	3
ราคาถูก	2	2	2	3	2
ง่ายต่อการดูแลรักษา	3	2	3	3	2
ทำความสะดวก		16	19	21	18

สรุป เลือกใช้วิธีการเคลือบ POLYESTER เพราะทนทานไม่สึกกร่อนง่าย ทน  
ความชื้น ฝุ่นไม่ติดง่าย ราคาพอสมควร ง่ายต่อการดูแลรักษาและผลิตง่าย

ก. กรรมวิธีการเคลือบ POLYESTER

การเคลือบ POLYESTER บนโลหะที่อยู่ในข่ายพิจารณา มีดังนี้

- ใช้วิธีชุบ
- ใช้วิธีพ่น

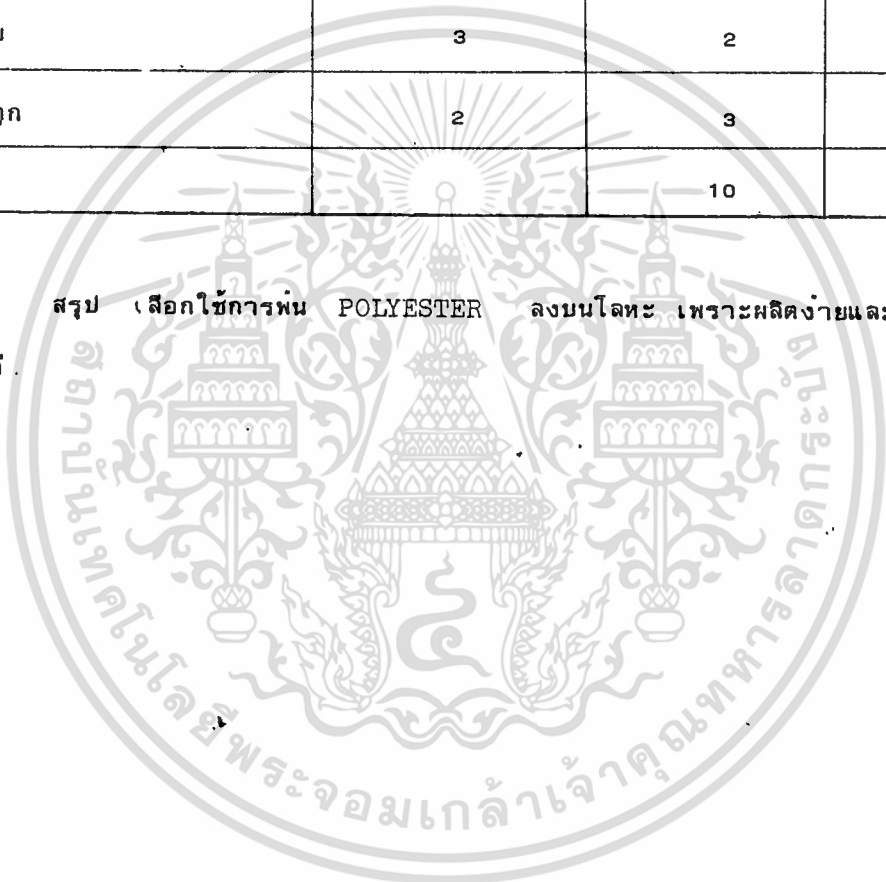
มีเงื่อนไขในการพิจารณา ดังนี้

- การแนบติดของพื้นผิว
- ความคงทน
- ผลิตง่าย
- ราคาถูก

ตารางที่ 4.14 กรรมวิธีการเคลือบ POLYESTER บนโลหะ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	รวม	พื่น
การแนบติด	2	2	3
ความคงทน	3	3	3
ผลิตง่าย	3	2	3
ราคาถูก	2	3	3
		10	12

สรุป เลือกใช้การพ่น POLYESTER ลงบนโลหะ เพราะผลิตง่ายและมีความคงทน  
แนบติดดี

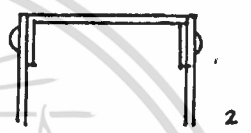
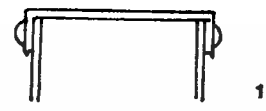


3. กรอบกระดาน

ก. ลักษณะ

คือส่วนที่ยึดกระดานแผ่นหน้าและหลังให้ติดกัน ส่วนที่จะประกอบกระดานกับโครงสร้างเข้าด้วยกัน ฉะนั้นกรอบกระดานจึงต้องมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร ลักษณะกรอบกระดานมีแบบดังนี้

- 1. แบบกระดานอยู่ด้านใน
- 2. แบบกระดานอยู่ด้านนอก



ตารางที่ 4.15 วิเคราะห์ลักษณะการยึดติดกรอบกระดาน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ความแข็งแรง	3	3	2
ความสวยงาม	2	2	3
การผลิตง่าย	3	3	3
อายุการใช้งาน	3	3	2
เนื้อที่ใช้งาน	3	3	2
		14	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หมายเหตุ** 3 = ดีมาก, 2 = ดี, 1 = พอใช้

**สรุป** ไซ้แบบที่ 1 เพราะมีความแข็งแรง ทนทาน ใช้งานได้นานกว่า  
 สัมพันธ์กับ FUNCTION ที่ต้องการ และกรรมวิธีการผลิต

(ข) วัสดุรอบกระดาน

หน้าที่ใช้สอยคือ เป็นกรอบของกระดานที่ใช้สำหรับสอน เป็นส่วนหนึ่งที่ไม่ต้องรับ  
 น้ำหนักมากแต่เป็นส่วนที่ต้องถูกเสียดสีมากจากการ SLIDE (เลื่อนขึ้น-ลง) ในการปรับระดับของ  
 กระดาน ดังนั้นจึงต้องการความแข็งแรงพอสมควร สิ่งที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ ดังนี้

- ต้องมีความแข็งแรง
- มีอายุการใช้งานนาน
- ทนต่อการถูร่อน(ไม่เป็นสนิม)
- น้ำหนักเบา
- ง่ายในการผลิตขึ้นรูป
- ราคาไม่แพงเกินไป
- การบำรุงรักษา

วัสดุที่มีความเป็นไปได้ อยู่ในข่ายพิจารณา ดังนี้

- เหล็กชุบสี
- อลูมิเนียม
- สเตนเลส
- เหล็กชุบโครเมียม

ตารางที่ 4.16 วิเคราะห์วัสดุทำกรอบกระดาน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็กชุบสี	อลูมิเนียม	สแตนเลส	ชุบโครเมียม
ความแข็งแรงทนทาน	2	3	3	3	3
ทนต่อการถูกร่อน	3	2	3	3	2
มีอายุการใช้งาน	2	2	2	3	2
น้ำหนักเบา	3	1	3	2	1
ง่ายในการผลิต	3	2	3	2	2
ราคาถูก	3	2	3	2	2
การบำรุงรักษา	3	2	2	3	2
ความอิสระในการออกแบบ	3	2	3	1	2
		16	22	19	16

**สรุป** เลือกใช้อลูมิเนียม เพราะมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร ผลิตได้ง่าย ราคาถูก มีน้ำหนักเบา

**(ค) การยึดกรอบกระดานกับกระดาน**

เป็นการยึดกรอบกระดานและกระดาน เพื่อให้กระดานทั้ง 2 ด้านเป็นชั้นเดียวกัน เพิ่มความแข็งแรง และให้ความสวยงามด้วย มีวิธีการยึดติดที่อยู่ในข่ายพิจารณา ดังนี้

- ใช้หมุดย้ำ
- ใช้การเชื่อม
- ใช้กาวฉล

มีเงื่อนไขในการพิจารณาดังนี้

- ความแข็งแรง
- ความสวยงาม
- ผลิตได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 วิเคราะห์การยึดกรอบกระดานกับกระดาน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	หมุดย่ำ	เชื่อม	กาวขัด
ความแข็งแรง	3	3	3	2
ความสวยงาม	3	3	2	3
ผลติดตั้ง	3	3	2	2
ราคาถูก	3	3	2	2
		12	9	9

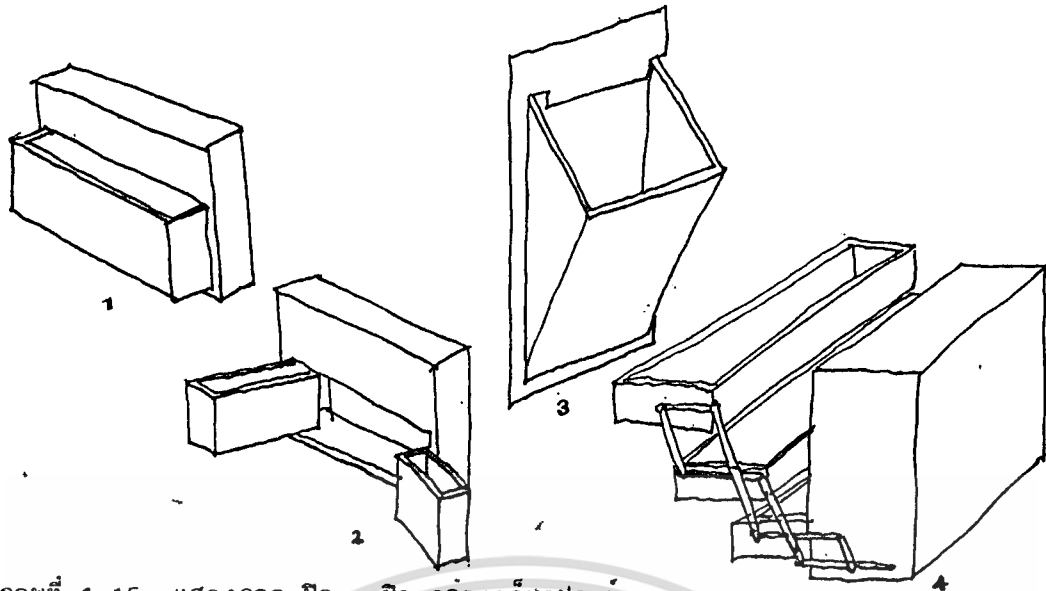
**สรุป** เลือกใช้หมุดย่ำในการยึดกรอบกระดานกับกระดาน

**หมายเหตุ** เนื่องจากกระดานมี 2 ด้าน และมีการบรรจุวงจรไฟฟ้าด้านใน เพื่อการเปิดซ่อมแซมจึงควรมีการเปิดเพื่อซ่อมแซมได้ด้านใดด้านหนึ่ง วิธี การยึดกรอบกระดานอีกด้านหนึ่งจึงควรเป็นวิธีการที่สามารถเปิด - ปิดได้ จึงพิจารณาพิจารณาใช้สกรู เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัดที่สุด

4. วิเคราะห์ส่วนเก็บรองรับ โน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป

เป็นส่วนที่เก็บรองรับ โน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูป ควรมีลักษณะโปร่งใส เพื่อมองเห็นโน้ต, สัญลักษณ์ที่บรรจุอยู่ เพื่อสะดวกในการใช้สอย

(ก) ลักษณะการเปิดปิดกล่องบรรจุ



ภาพที่ 4.15 แสดงการเปิด - ปิด กล่องเก็บอุปกรณ์

ตารางที่ 4.18 วิเคราะห์การเปิด-ปิดกล่องอุปกรณ์

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	1	2	3	4
เปิด-ปิดง่าย	3	3	2	3	3
หยิบใช้สะดวก	3	2	2	3	2
ผลิตง่าย	2	3	2	3	1
		8	6	9	2

สรุป

เลือกวิธีที่ 3

เครื่องกำเนิดเสียง

ก) เป็นส่วนสอนในการฟัง ต้องมี

1. เสียง do re, me...
2. เสียงเครื่องดนตรีอย่างน้อย 1 เสียง
3. เสียงให้จังหวะ
4. สามารถจัดได้ (สำหรับสอนเพลง)

ข) ด้นกำเนิดเสียงที่อยู่ช่วยพิจารณาได้จาก

1. คีย์บอร์ดสำเร็จรูป
2. วงจรสำเร็จรูป

3. คิดวงจรเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 วิเคราะห์เครื่องกำเนิดเสียง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	คีย์บอร์ดสำเร็จรูป	วงจรสำเร็จรูป	ติดตั้งเอง
ผลิตง่าย	3	3	2	1
ราคาถูก	3	2	2	1
ความแข็งแรง	2	3	2	2
สะดวกในการใช้สอย	3	3	2	2
		11	8	6

## สรุป

เลือกใช้คีย์บอร์ดสำเร็จรูปในการให้เสียง เพราะไม่ยุ่งยากในการผลิต การออกแบบหน้ามิดใหม่ ราคาพอสมควร ความแข็งแรงพอใช้ได้ สะดวกในการใช้สอย ถ้าผลิตในระบบอุตสาหกรรมราคาถูกลง

## (ข) วัสดุ ต้องคำนึงถึง

- ความแข็งแรง
- ทนการขีดข่วน
- ทนกรดค้างพอสมควร
- กรรมวิธีการผลิตง่าย
- ราคาถูก
- มีความใส
- มีความเบา

วัสดุที่อยู่ในข่ายพิจารณา คือ พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกชนิดใส

ตารางที่ 4.20 วิเคราะห์วัสดุเก็บรองรับโมด; สัญลักษณ์สำเร็จรูป

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	P.P	P.S	P.E	C/N	C/A	C/P	POLYSULPHONE
ความแข็งแรง	3	2	3	2	2	2	2	3
ทำความสะอาดง่าย	2	2	3	2	2	2	2	2
ทนการขีดข่วน	2	2	3	2	2	2	2	3
ทนกรด-ด่าง	2	2	3	2	2	2	2	3
ผลิตง่าย	3	3	3	3	2	2	2	2
ราคาถูก	3	2	2	2	2	2	2	1
มีความใส	3	3	3	2	2	2	2	3
น้ำหนักเบา	3	3	3	3	2	2	2	2
		19	23	18	16	16	16	19

**สรุป**

เลือกใช้ P.S เพราะทำให้ใสได้ กรรมวิธีผลิตง่าย ราคาถูก แข็งแรง และน้ำหนักเบา

**(ค) กรรมวิธีการผลิตกล่องเก็บโมด, สัญลักษณ์สำเร็จรูป**

มีกรรมวิธีการผลิตที่อยู่ในข่ายพิจารณา ดังนี้

- การฉีด
- การอัดขึ้นรูป

มีเงื่อนไขในการพิจารณา ดังนี้

- ผลิตง่าย
- ราคาถูก
- ความแข็งแรง

ตารางที่ 4.21 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตกล่องเก็บน้ำ, ลักษณะสำเร็จรูป

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	การฉีด	การอัดขึ้นรูป
ผลิตง่าย	3	3	2
ราคาถูก	3	3	3
ความแข็งแรง	2	3	3
		9	8

**สรุป**

เลือกใช้วิธีการฉีด สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ผลิตได้ง่าย รวดเร็ว และให้ความแข็งแรงได้ดี

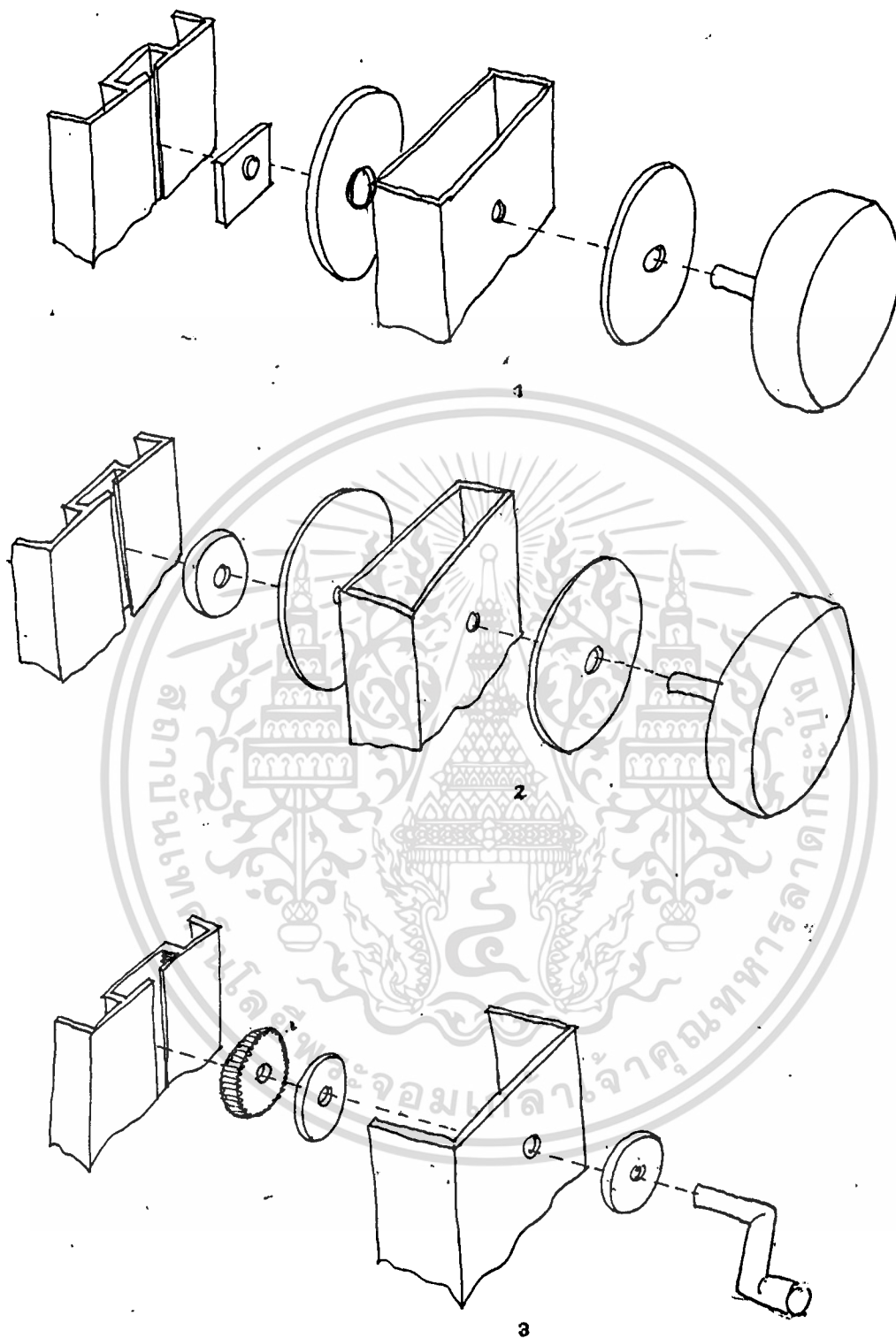
**5. ส่วนปรับระดับความสูงของกระดาน**

**(ก) วิธีการปรับ**

เป็นส่วนปรับระดับความสูง-ต่ำ ของกระดาน เพื่อให้สัมพันธ์กับการมองของนักเรียน แต่ละระดับชั้น จึงต้องมีความแข็งแรง เพราะต้องใช้งานบ่อยและยังต้องรับน้ำหนักของกระดานอีกด้วย

การปรับระดับของกระดานที่อยู่ในข่ายพิจารณา มี 3 แบบคือ

1. แบบใช้เหล็กเหลี่ยมวิ่งตามร่อง
2. แบบใช้ลูกยางวิ่งตามร่อง
3. แบบใช้เฟืองวิ่งตามร่อง



ภาพที่ 4.16 แสดงการปรับระดับกระดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การวิเคราะห์ต้องคำนึงถึง

1. ความแข็งแรง
2. ความสะดวกสบายในการใช้สอย
3. กรรมวิธีการผลิตง่าย
4. ราคาถูก

ตารางที่ 4.22 วิเคราะห์วิธีเปรียบเทียบกระดาน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	3	2	1	3
ความสะดวกสบายในการใช้สอย	3	2	2	3
กรรมวิธีการผลิตง่าย	2	3	3	2
ราคาถูก	2	2	2	2
		9	8	10

สรุป เลือกใช้แบบที่ 3 เพราะแข็งแรง สะดวกในการใช้สอย ง่ายในการผลิต

ตารางที่ 4.24 วิเคราะห์วัสดุใช้ทำหัวไม้, สัญลักษณ์สำเร็จรูป

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	P.P	P.E	P.S	EVA	CAB
การทำให้บาง	3	3	3	3	3	2
ความใส	3	2	2	3	3	2
ทนการขีดข่วน	2	2	2	2	3	3
ทนทานไม่แตกหัก	3	2	2	3	3	2
ง่าย						
ราคาถูก	3	2	2	3	3	2
กรรมวิธีการผลิตง่าย	3	2	2	2	3	1
					18	

**สรุป**

เลือกใช้ eva เพราะบาง, ใส ทนการขีดข่วน ไม่แตกหักง่าย และผลิตง่าย

## (ข) การผลิต

ไม้, สัญลักษณ์สำเร็จรูปจะต้องมีสีและภาพสัญลักษณ์, ไม้ ฉะนั้นจะต้องมีการ

ทำสีลงบนแผ่น EVA ซึ่งมีวิธีการในข้อย่อยพิจารณา ดังนี้

- SCREEN สีนํ้ามัน
- ใช้สี SPRAY ทับ
- ใช้วิธีทาสีนํ้ามัน

เงื่อนไขในการพิจารณา

- ผลิตง่าย, รวดเร็ว
- ทนทาน
- ราคาถูก

## ตารางที่ 4.25 วิเคราะห์วิธีการทำสีลงบน EVA

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	SCREEN	SPRAY	VN
ผลิตง่าย, รวดเร็ว	3	3	2	2
ทนทาน	3	3	3	3
ราคาถูก	2	2	2	2
		8	7	7

สรุป

เลือกใช้วิธี SCREEN เพราะทำได้รวดเร็ว ทนทานและราคาถูก

## 8. วิเคราะห์การยึดติดกับตัวไม้, สัญลักษณ์สำเร็จรูปกับกระดาน

พื้นผิวของกระดานมี 2 ชั้น คือ

1. ชั้นในเป็นเป็นเหล็กแผ่น
2. ชั้นนอกเป็นพลาสติก VINIA แผ่นบาง

การยึดติดของสัญลักษณ์และไม้สำเร็จรูป ซึ่งจะยึดติดกระดาน ในลักษณะเป็นแผ่นเรียบ การยึดติดทำได้ 2 ลักษณะ

1. ยึดติดกับเหล็กด้านใน โดยใช้แม่เหล็กเป็นสื่อ เพราะวัสดุที่ปิดผิวด้านนอกไม่เป็นฉนวนสำหรับแม่เหล็กกับเหล็กแต่ประการใด
2. ยึดติดกับวัสดุปิดผิวด้านนอก โดยใช้กาว

ในการใช้งานต้องการให้สัญลักษณ์, ตัวไม้สำเร็จรูปสามารถติดและถอดออกจากกระดานโดยง่าย ไม่ยุ่งยาก

ตารางที่ 4.26 วิเคราะห์วัสดุยึดติดโน้ต, สัญลักษณ์สำเร็จรูปกับกระดาษ

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	แม่เหล็กแผ่นบาง	กาว
ความสะดวก	3	3	2
ความสะอาด	3	3	1
ใช้งานได้น้อยครั้ง	3	3	1
ราคาประหยัด	2	2	3
		11	7

**สรุป** เลือกใช้แม่เหล็กแผ่นบาง เพราะสะดวกในการติด ผลิตง่าย ใช้งานได้น้อยและราคาประหยัด

#### 9. การเคลื่อนย้าย

##### (ก) วิธีการเคลื่อนย้าย

การเคลื่อนย้ายหมายถึงการเคลื่อนย้ายเพื่อเก็บ และการเคลื่อนที่ในขณะที่ใช้สอย เช่น การเคลื่อนย้ายเพื่อปรับการมองเห็นชัดเจนที่สุดสำหรับนักเรียน การเคลื่อนย้ายทำได้หลายวิธี คือ

- การยก
- การทิว
- การลาก
- การดึง
- การเข็น

การวิเคราะห์การเคลื่อนย้ายต้องคำนึงถึง ขนาด น้ำหนัก และความบ่อยในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึง ความสะดวกสบายในการใช้ด้วย

น้ำหนักโดยประมาณ : 80 ก.ก.

ขนาด กว้าง x ยาว x สูง : 50 x 1000 x 1000 มม. (เมื่อเก็บ) และ 50 x 1000 x 345 มม.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ (เมื่อใช้งาน) และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 4.27 วิเคราะห์วิธีการเคลื่อนย้าย

เงื่อนไขในการพิจารณา	ชนิดการเคลื่อนย้าย				เซ็น
	ยก	หิ้ว	ลาก	ดึง	
ความสะดวกในการใช้งาน	0	0	2	2	3

**สรุป**

เคลื่อนย้ายโดยวิธีเซ็น เพราะสะดวก เนื่องจากอุปกรณ์มีน้ำหนักมาก

**(ข) วิเคราะห์การเคลื่อนย้ายแบบมีล้อและไม่มีล้อ**

เนื่องจากการเคลื่อนย้ายแบบเซ็น ต้องคำนึงถึง

- ความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย
- ความเหมาะสมกับงาน
- ราคา
- ความสะดวก
- การรับน้ำหนัก
- อายุการใช้งาน
- การผลิต

ตารางที่ 4.28 วิเคราะห์วิธีเคลื่อนย้าย

เงื่อนไขพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบมีล้อ	แบบไม่มีล้อ
ความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย	3	3	2
ความเหมาะสมกับงาน	3	3	2
ราคา	2	2	3
ความสะดวก	3	3	2
การรับน้ำหนัก	2	2	3
อายุการใช้งาน	3	3	2
การผลิต	2	2	3
		18	17

**สรุป**

เลือกการเคลื่อนย้ายแบบมีล้อ เพราะมีการคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย  
อายุการใช้งานนานและงานในการผลิต

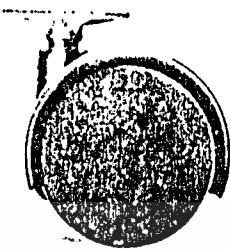
**(ค) วิเคราะห์ล้อแบบมีเบรคและ ไม่มีเบรค**

ลักษณะของล้อแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบมีเบรค ซึ่งมีเงื่อนไขในการ

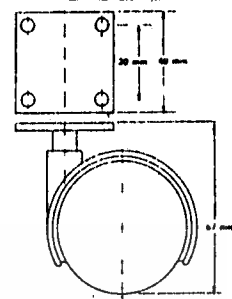
**พิจารณาดังนี้**

- ความเหมาะสมกับงาน
- การติดตั้ง
- ประโยชน์ใช้สอย
- ราคา
- อายุการใช้งาน

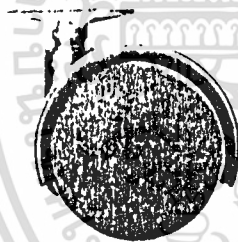
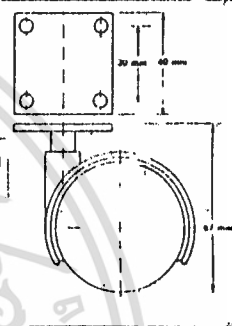
ภาพที่ 4.18 ล้อที่อยู่ในข่ายพิจารณา



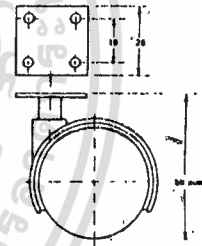
ลูกล้อแก้อี๋ ทำด้วยพลาสติกสีดำ ขนาด 52 มม.  
รับน้ำหนักได้ 50 กก. มีแบบเป็นสกรู หรือ  
เดือย



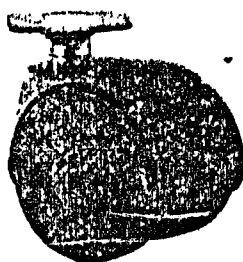
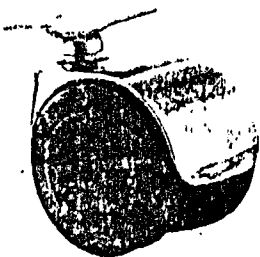
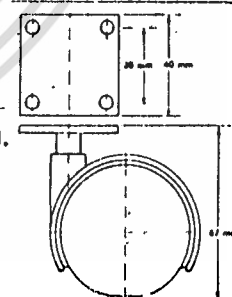
ลูกล้อผ่าซุมโครเมียม ขนาด 52 มม. รับน้ำ  
หนักได้ 50 กก.



ลูกล้อแก้อี๋ ทำด้วยพลาสติกสีดำ ขนาด 45 มม.  
รับน้ำหนักได้ 40 กก. มีแบบเป็นสกรู หรือ  
เดือย



ลูกล้อพลาสติกดำพร้อมเบรค ขนาด 52 มม.  
รับน้ำหนัก 50 กก.



ลูกล้อแก้อี๋ขอบล้อเป็นยางสำหรับ  
พื้นแข็ง (ฝาพลาสติก)

ลูกล้อแก้อี๋ขอบล้อเป็นยางสำหรับ  
พื้นแข็ง (ฝาโลหะ)

ตารางที่ 4.29 วิเคราะห์เปรียบเทียบล้อยแบบมีเบรคและไม่มีเบรค

เงื่อนไขพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบมีเบรค.	แบบไม่มีเบรค
ความเหมาะสมกับงาน	3	3	1
การติดตั้ง	2	2	2
ประโยชน์ใช้สอย	3	3	2
ราคา	2	2	3
อายุการใช้งาน	3	2	2
		12	10

**สรุป**

ล้อยที่ใช้งานได้ดีและเหมาะสมที่สุดสำหรับอุปกรณ์ฯ คือแบบมีเบรค

(ง) **การวิเคราะห์เลือกใช้ล้อยชนิดต่าง ๆ กับอุปกรณ์**

หน้าที่ใช้สอยหลักของล้อย คือ การรองรับน้ำหนักทั้งหมดของอุปกรณ์และทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้าย ดังนั้นความสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้ล้อยคือ

- ความนุ่มนวลในการเข็น เนื่องจากอุปกรณ์มีส่วนประกอบของฮีเลททรอนิค จึงต้องเคลื่อนย้ายด้วยความนุ่มนวลพอสมควร และป้องกันการเกิดรอยสำหรับพื้นห้องด้วย (ไม้, ซีเมนต์, พรม)
- ความคล่องตัว วัสดุที่ใช้จะต้องเพิ่มความคล่องตัวให้กับล้อย
- ความแข็งแรง วัสดุที่ใช้ควรจะมีความแข็งแรงทนทานพอสมควร สามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ได้อย่างเพียงพอ
- อายุการใช้งาน ไม้ชำรุดเสียหาย หรือใช้งานไม่ได้ก่อนเวลาอันควร
- ราคา มีราคาถูก หาซื้อง่าย เป็นการลดต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้ทำล้อในขอมข่ายพิจารณาเลือกใช้ มี

1. ล้อยาง
2. ล้อเหล็ก
3. ล้อไนลอน
4. ล้อพินิลิก
5. ล้อโพลียูเรเทน

ตารางที่ 4.30วิเคราะห์วัสดุทำล้อ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ยาง	เหล็ก	ไนลอน	พินิลิก	โพลียูเรเทน
ความนุ่มนวล	3	3	1	3	2	3
ความคล่องตัว	3	2	1	3	3	3
ความแข็งแรง	3	2	3	2	2	2
อายุการใช้งาน	3	2	3	2	2	3
ราคาถูก	2	2	1	1	1	1
		11	9	11	10	12

สรุป ใช้ล้อโพลียูเรเทน เป็นล้ออุปกรณ์ เพราะมีความนุ่มนวลในการเคลื่อนย้ายดี มีอายุการใช้งานนานพอสมควรและมีราคาถูก

(จ) วิเคราะห์การใช้จำนวนล้อ

ลักษณะการออกแรงให้รถเคลื่อนที่ ด้วยวิธีเช่นแบบ 4 ล้อ และ 2 ล้อ โดยนำมาเปรียบเทียบแล้วสรุปเพื่อใช้งาน

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการใช้ล้อ แบบ 4 ล้อ และ 2 ล้อ

เงื่อนไขพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบ 4 ล้อ	แบบ 2 ล้อ
ความเหมาะสมกับงาน	3	3	1
การบังคับทิศทาง	2	3	1
การออกแรงน้อย	3	3	1
การกระจายน้ำหนัก	3	2	2
ความสะดวกสบาย	3	2	2
ความมั่นคง	3	3	1
		16	8

สรุป

เลือกใช้แบบ 4 ล้อ เพราะมีความมั่นคง สะดวกสบาย กระจายน้ำหนักและสามารถบังคับทิศทางได้ดีกว่า

(จ) วิเคราะห์การวางตำแหน่งล้อย

ภาพที่ 4.19 แสดงการวางตำแหน่งล้อย

การวางตำแหน่งล้อยมี 2 แบบ มีข้อควรพิจารณา คือ

- ความคล่องตัวในการเข็น
- ความคล่องตัวในการเลี้ยว
- การนำเข้าเก็บในเนื้อที่จำกัด
- การกระจายน้ำหนัก - รับน้ำหนัก

ตารางที่ 4.32 วิเคราะห์การติดตั้งวางตำแหน่งล้อย

เงื่อนไขพิจารณา	ค่าความสำคัญ	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ความคล่องตัวในการเข็น	3	3	3
ความคล่องตัวในการเลี้ยว	3	3	2
การนำเข้าเก็บในเนื้อที่จำกัด	2	3	3
การกระจาย, รับน้ำหนัก	3	3	2
		12	10

หมายเหตุ 3 = ดีมาก, 2 = ดี, 1 = พอใช้

สรุป เลือกใช้แบบที่ 1 เพราะให้ความคล่องตัวในการเข็น, เลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) การยึดติดคล้อยกับโครงสร้าง

มีวิธีการที่อยู่ในข่ายพิจารณา ดังนี้

- การเชื่อม
- การขัด
- สกร

เงื่อนไขในการพิจารณา

- ความแข็งแรง
- ผลิตง่าย
- ราคาถูก

ตารางที่ 4.93 วิเคราะห์การยึดติดคล้อยกับโครงสร้าง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	การเชื่อม	การขัด	สกร
ความแข็งแรง	3	3	2	2
ผลิตง่าย	3	3	2	3
ราคาถูก	2	3	2	2
		9	6	7

สรุป

เลือกใช้การเชื่อม เพราะง่ายในการผลิต แข็งแรงและราคาถูก

ง). ความดังของเสียง

ความดังที่มนุษย์สามารถได้ยินได้ อยู่ในระหว่าง 80-120 เดซิเบล เครื่องเสียง  
ที่ใช้ไฟ 10 W ระยะ 3 ม. = 110 ;  $I = 0.1 \text{ W/m}^2$   
เครื่องเสียง 0.6 W. มี = 90;  $I = 0.6 \text{ W/m}^2$  เพราะฉะนั้นความดังจากเครื่องเสียง  
0.6 W สามารถใช้ได้ในห้องเรียนเพราะมี อยู่ในระดับที่มนุษย์ฟังได้

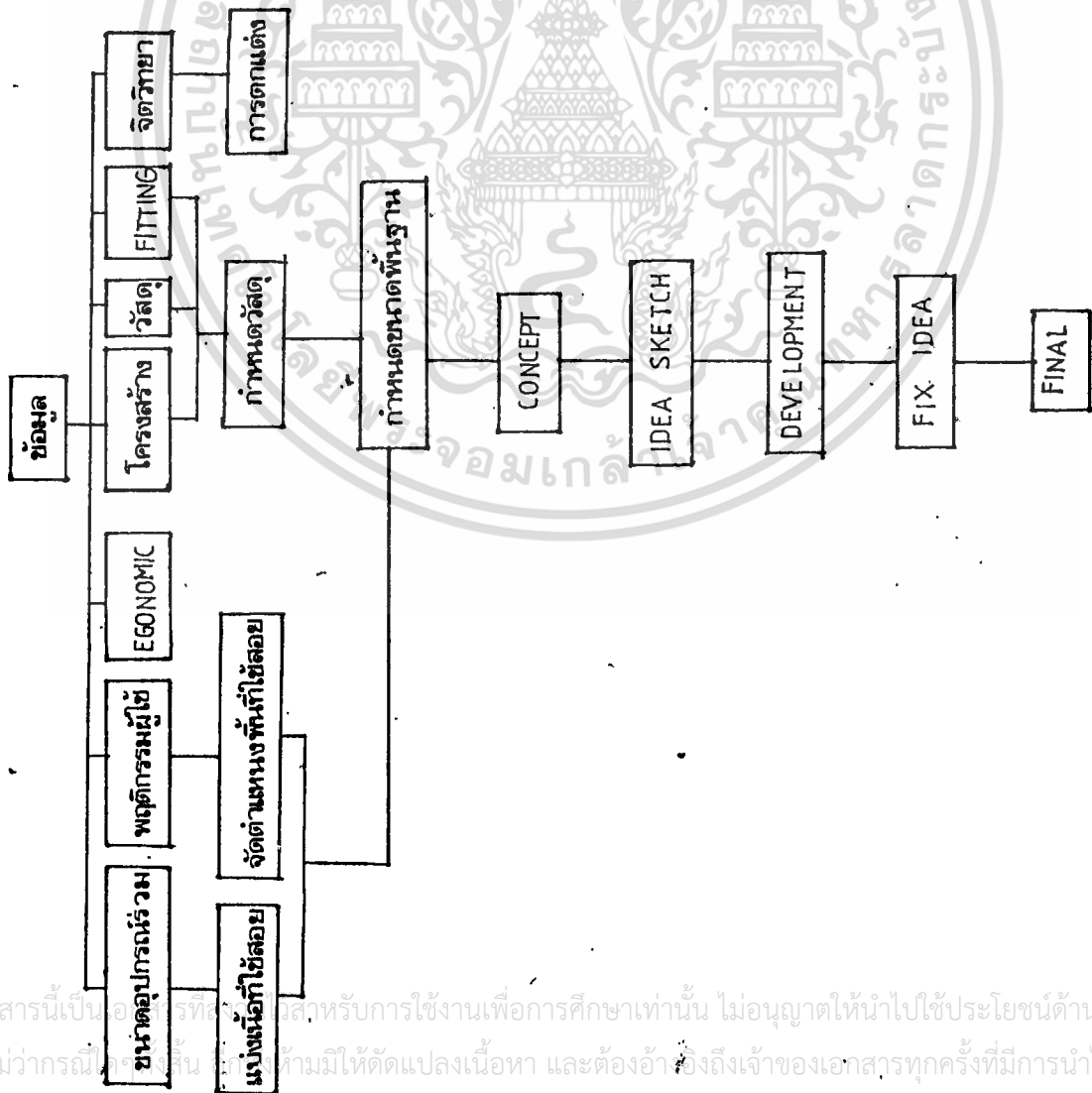


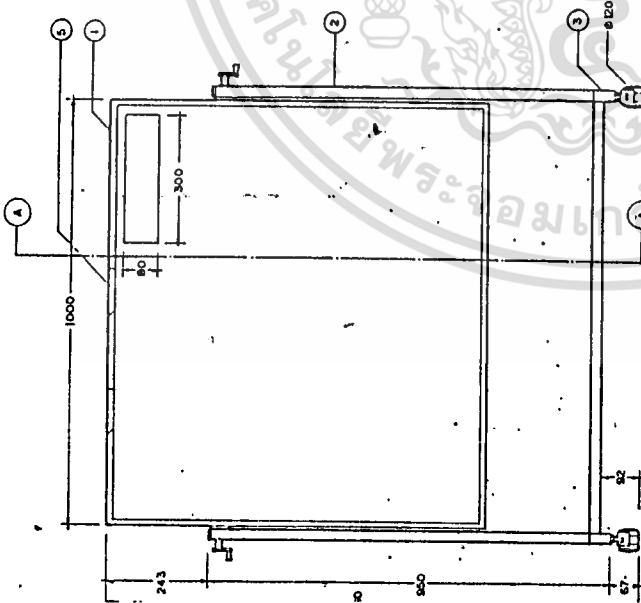
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการออกแบบและการนำเสนอแบบ

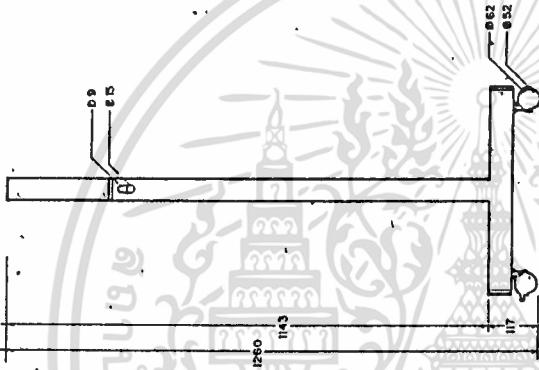
5.1 SKETCH DESIGN

เป็นการออกแบบโดยใช้แนวความคิดจากข้อมูลพื้นฐาน, ข้อมูลทางเทคนิค และการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน, ข้อมูลทางเทคนิค ซึ่งสามารถเขียนแผนผังการดำเนินงานได้ดังนี้

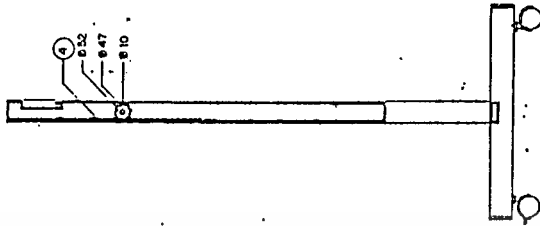




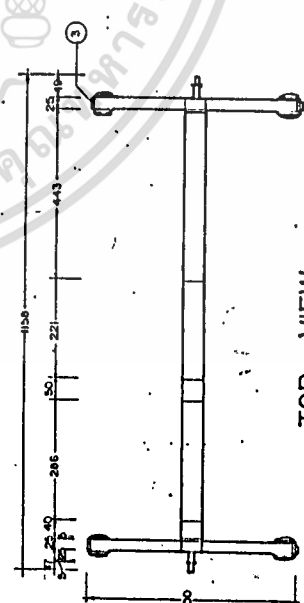
FRONT VIEW  
SCALE 1:7.5 UNIT M.M



SIDE VIEW  
SCALE 1:20 UNIT M.M



SECTION A-A  
SCALE 1:7.5 UNIT M.M



TOP VIEW  
SCALE 1:7.5 UNIT M.M

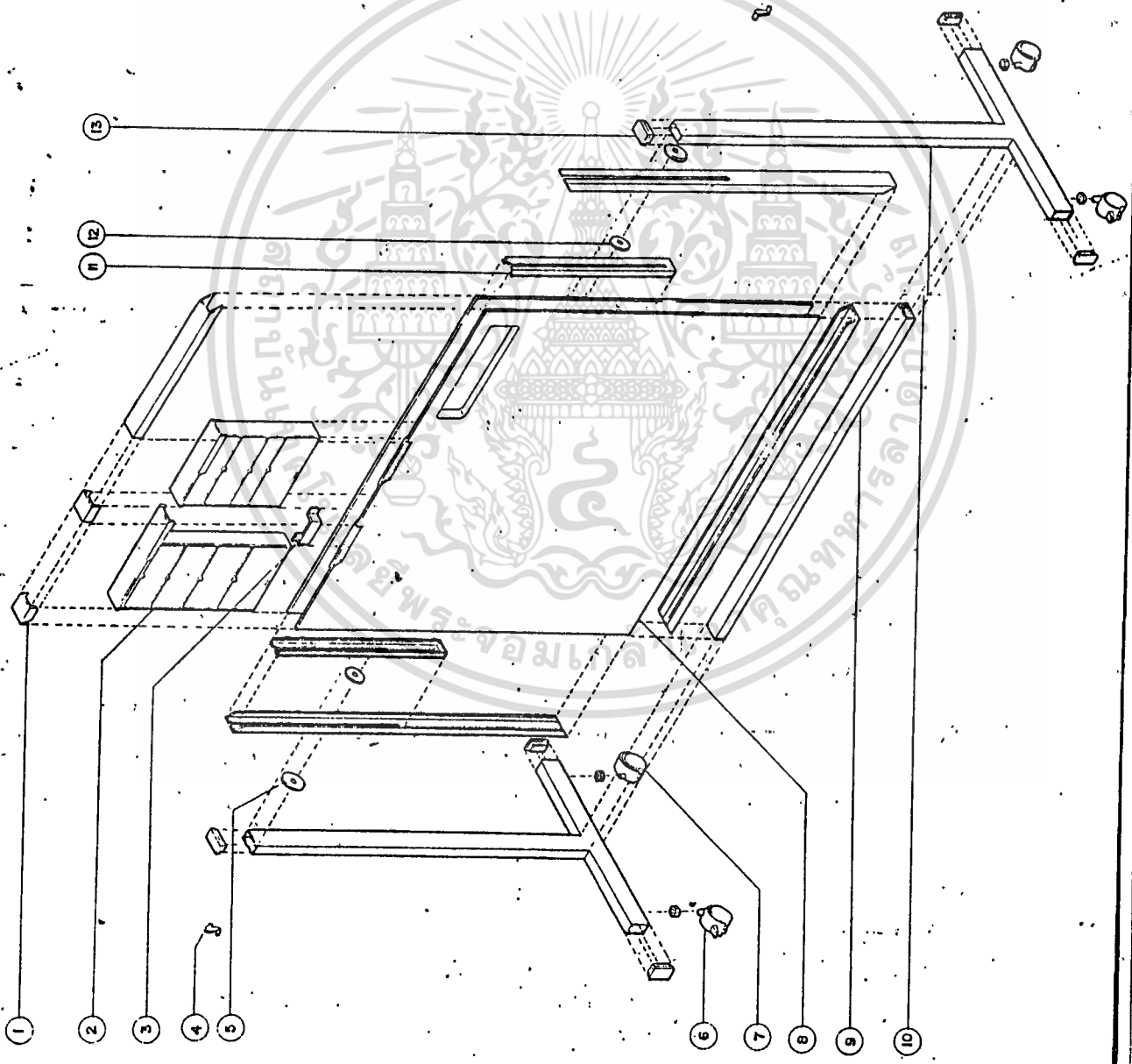
- 1) วัสดุประเภท 4 ขน
- 2) เหล็กเส้นขนาด 1" x 2"
- 3) ทราย 1" x 2"
- 4) ทรายหยาบ 45 ขน.
- 5) วัสดุผิว 170 / 45°

INJECTION VIEW

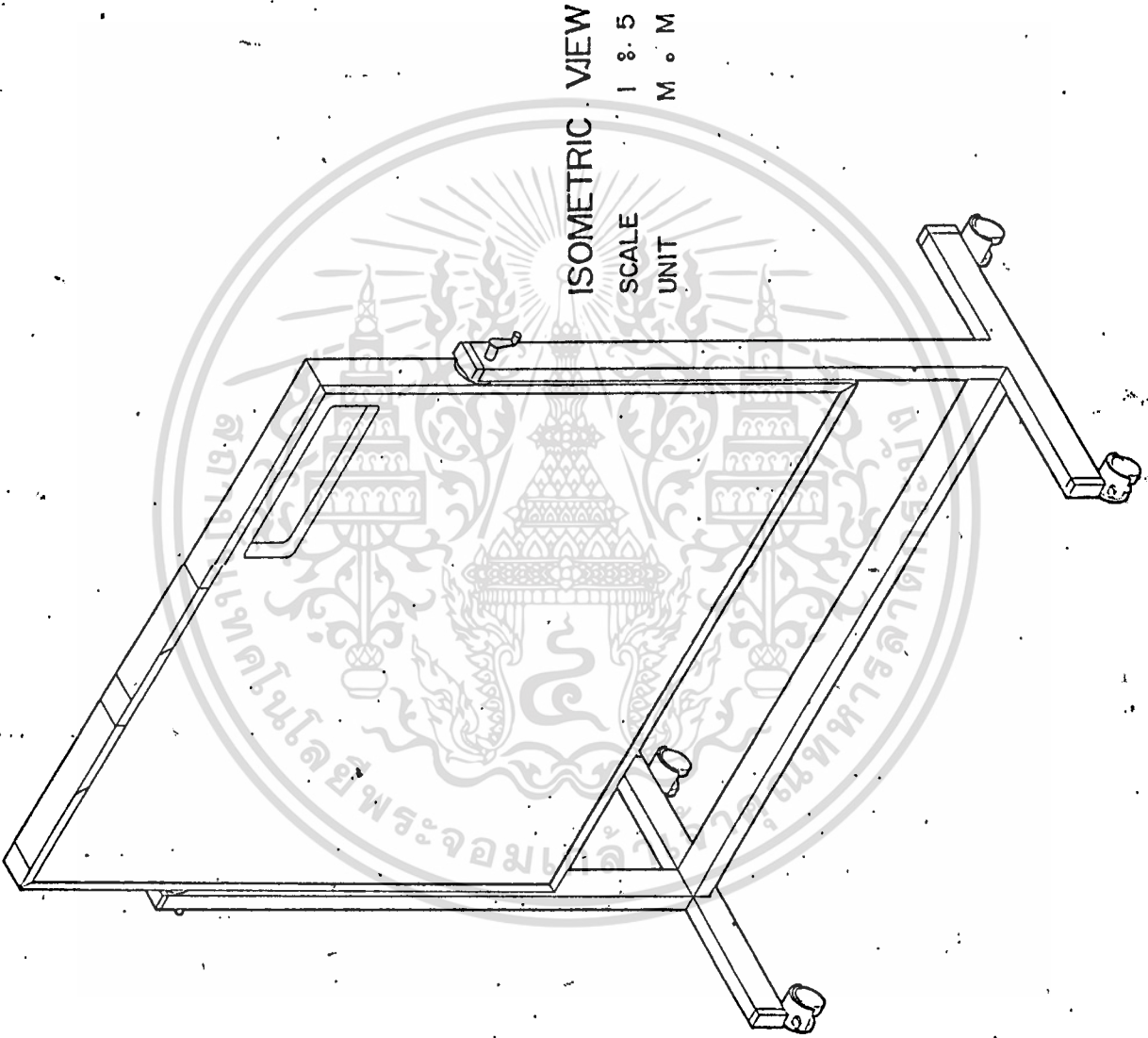
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ASSEMBLY**  
SCALE 1:8.75 UNIT M.M

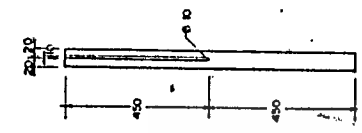
หมายเลข	รายการ	วัสดุ	จำนวน
1	กรอบกระดาษ	อลูมิเนียม	1
2	กรอบไม้เคลือบด้วยสีทึบ	P.S. 1/2	2
3	กรอบบรรจุฟิล์มกระจก		
4	ไม้ทาบ	อลูมิเนียม	2
5	ยางรอง	ยางลบ	2
6	ลวด สแตนเลส	PHENOLIC	2
7	ลวด โพลีเอทิลีน	PHENOLIC	2
8	กระดาษ	เหล็กถลุง	2
9 10	โครงขา	โลหะผสม	1
11	สกรูเฟือง	P.S.	2
12	เฟือง	P.S.	2
13	รูยางปิด	ยางลบ	๔



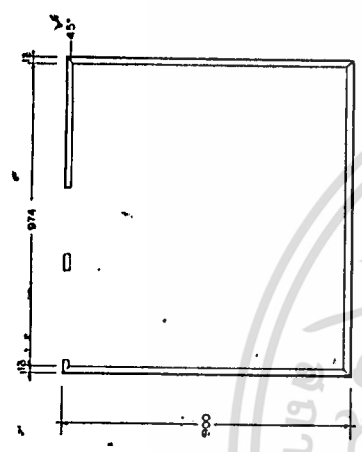
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ได้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



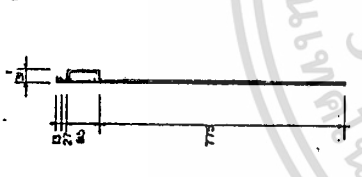
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



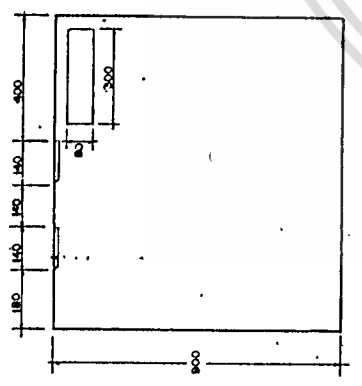
SIDE VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M



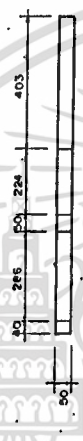
FRONT VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M



SIDE VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M



FRONT VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M



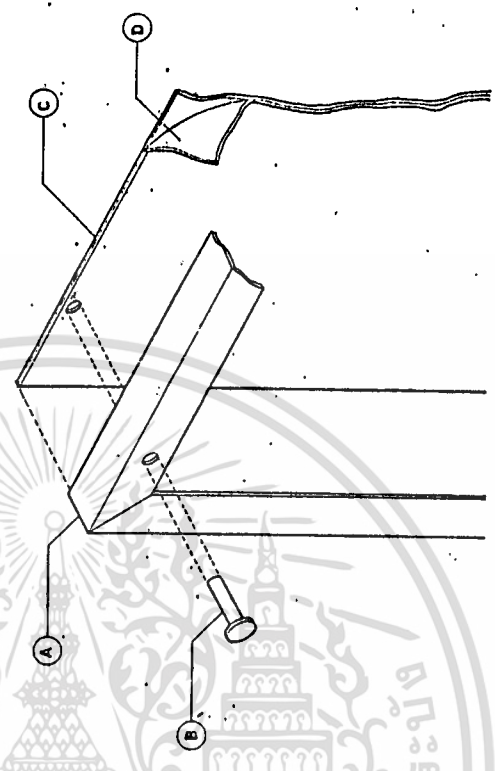
TOP VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M



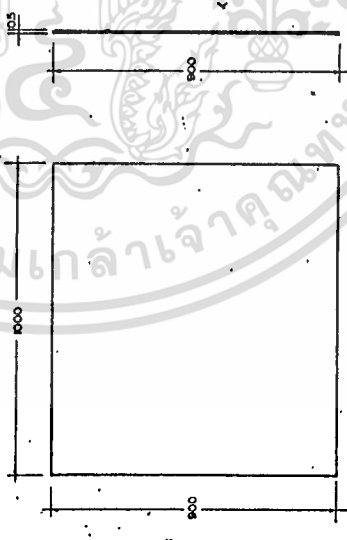
TOP VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M

กระดานด้านหน้า

DETAIL OF PART I



- (A) ครอบด้านบน
- (B) ขนาด 88 x 5
- (C) แผ่นเหล็ก
- (D) VENEER 0.2



FRONT VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M



TOP VIEW  
SCALE 1:10 UNIT M.M

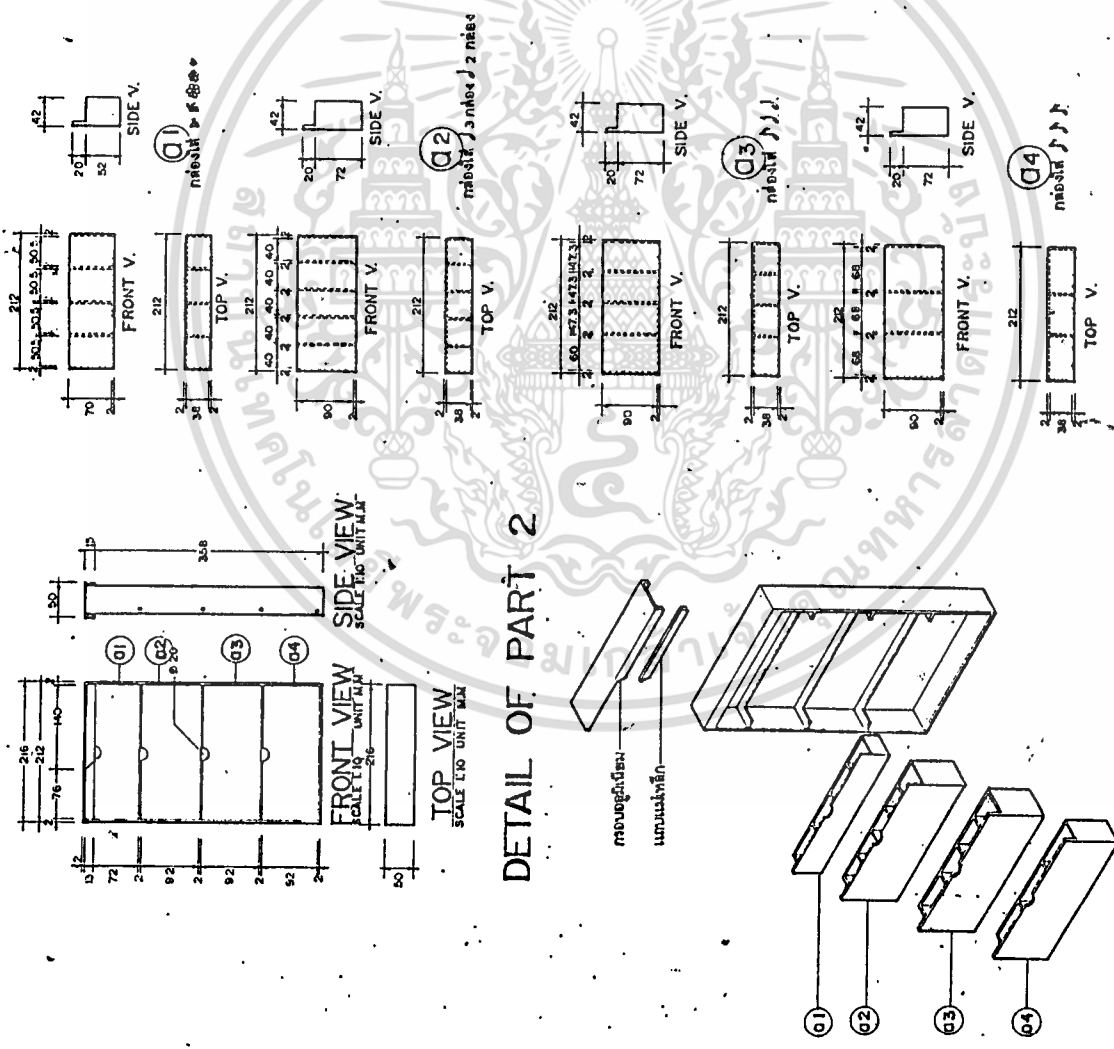
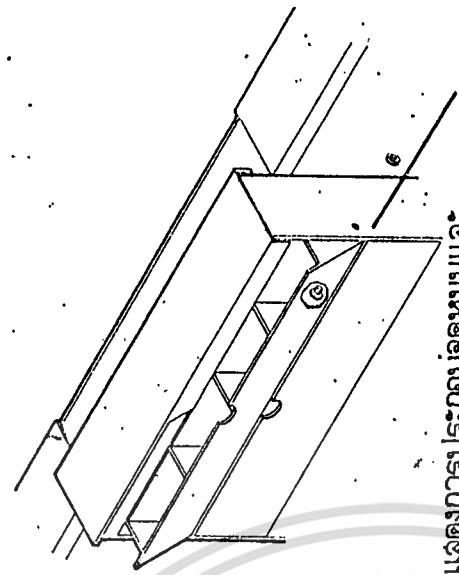
กระดานด้านหลัง

DETAIL OF PART 8

แสดงการประกอบกรอบนิ่มม แผ่นเหล็ก VENEER 18 I

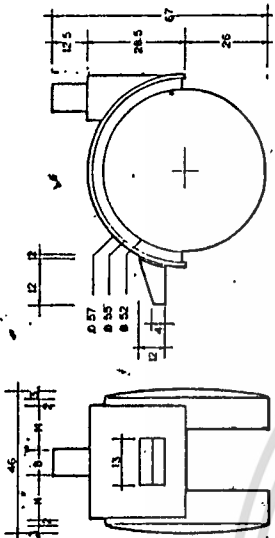
แสดงการประกอบจุดหมุนและ  
การเขวมนกมองตัวโน้ต, ลัญญลักษณ์สำเร็จรูป

1 : 2





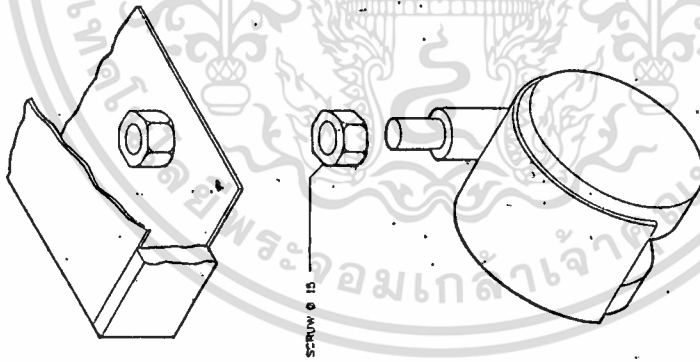




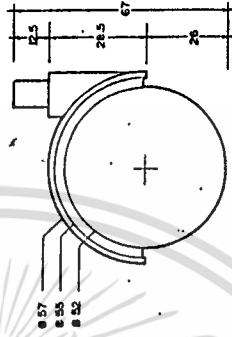
L SIDE VIEW  
SCALE 1:1 UNIT MM

FRONT VIEW  
SCALE 1:1 UNIT MM

ลวดมีเบรค  
DETAIL OF PART 6



แสดงการประกอบลวดติดกับโครงขา

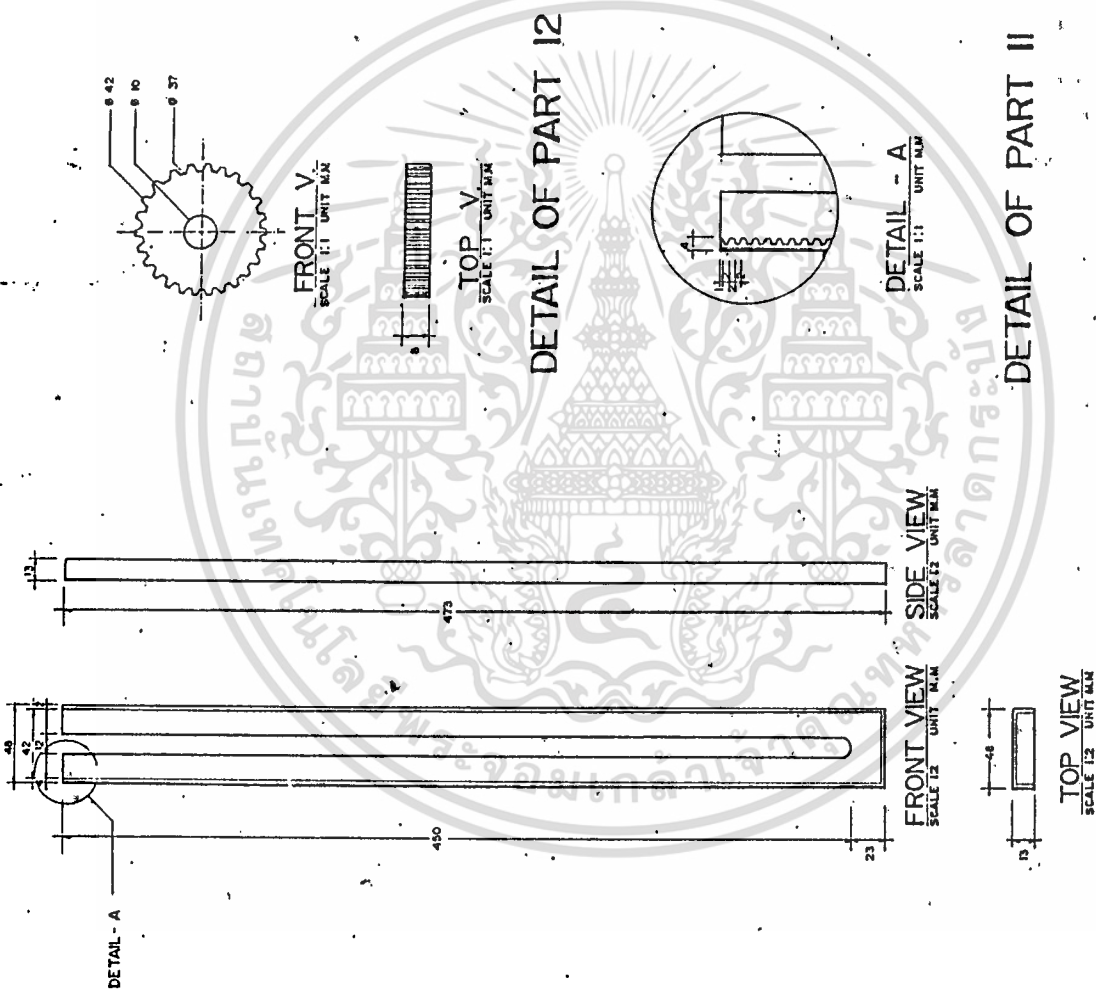


L SIDE VIEW  
SCALE 1:1 UNIT MM

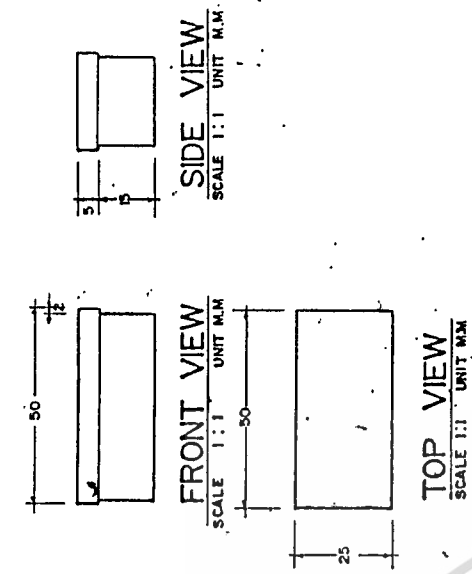
ลวดมีเบรค  
DETAIL OF PART 7

FRONT VIEW  
SCALE 1:1 UNIT MM

TOP VIEW  
SCALE 1:1 UNIT MM

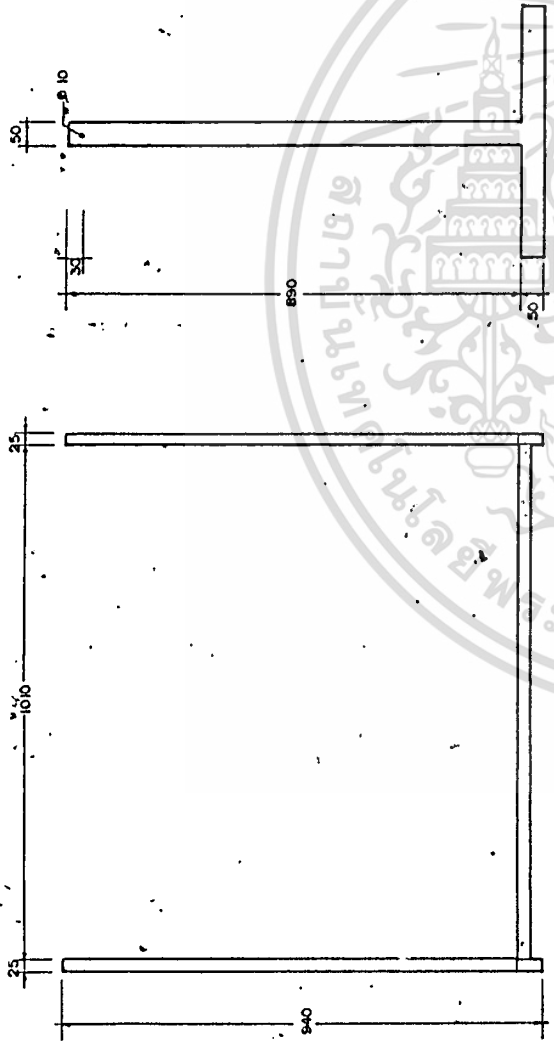


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



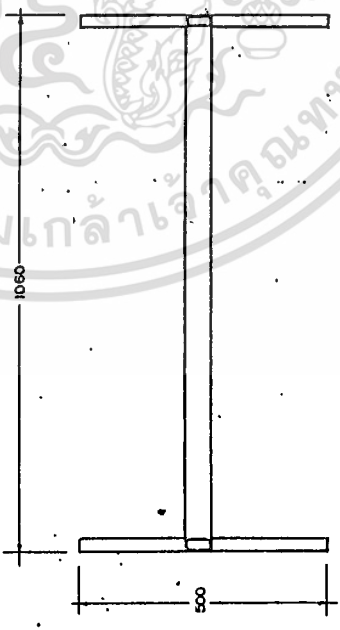
ยี่างครอบ UNIT

DETAIL OF PART 13



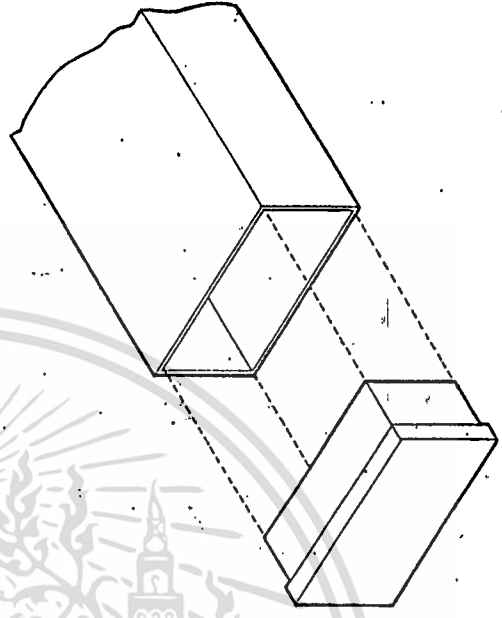
FRONT VIEW  
SCALE 1:7.5 UNIT M.M.

SIDE VIEW  
SCALE 1:7.5 UNIT M.M.



TOP VIEW  
SCALE 1:7.5 UNIT M.M.

DETAIL OF PART 9



แสดงการประกอบเข้ากับโครงขา 18.1



สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ระดับประถมศึกษา เพื่อหาปัญหา แนวทางแก้ปัญหาและการออกแบบให้ได้อุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ที่มีประสิทธิภาพและช่วยให้การสอนสัมฤทธิ์ผลสูงสุด

ปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาดนตรี (สากล) จะกล่าวได้โดยสรุปได้ดังนี้

1. ขาดอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสอนวิชาดนตรีศึกษา (สากล)
2. อุปกรณ์ชนิดราคาถูก ยิ่งขาดการวิเคราะห์ให้เหมาะสมตรงข้ามกับอุปกรณ์ที่ผ่านการวิเคราะห์อย่างดีจะมีราคาแพง
3. อุปกรณ์บางชนิดมีขีดความสามารถที่ใช้ในการสอนได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควร
4. อุปกรณ์ส่วนมากยังขาดการนำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์มาเกี่ยวข้อง

ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้แก้ปัญหาโดย นำปัญหามาวิเคราะห์และสังเคราะห์นำไปเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ให้เหมาะสมความวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยจะศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง หลักสูตรดนตรี (สากล) วิธีการสอนดนตรี (สากล) จิตวิทยาเด็ก ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ประโยชน์ใช้สอยกับวัสดุส่วนของร่างกายรวมทั้งเรื่องวัสดุและกรรมวิธีเกี่ยวกับการผลิต ที่เป็นไปได้ด้วย

วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร การสัมภาษณ์ และศึกษาจากข้อจริง ที่เกี่ยวกับดนตรี (สากล) จากสถานที่คือโรงเรียนเอกชนทั้งในกรุงเทพฯ และเชียงใหม่ เมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยจะนำมาสรุปวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อออกแบบอุปกรณ์ตามผลการสังเคราะห์

ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ประเภทดนตรีที่ใช้สอนคือ ดนตรีสากล
2. หลักสูตร/เนื้อหาวิชาดนตรีศึกษา (สากล) ที่นักเรียนระดับประถมต้องเรียน คือ บรรทัด 5 เส้น, ลักษณะและอัตราตัวโน้ตสากล, เครื่องหมาย และเครื่องดนตรีที่ควรรู้จัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 2. ด้านทำด้วยเหล็กแผ่นเคลือบ POLYESTER  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีลารนำไปใช้

ด้านหน้ามีบรรทัด 5 เส้นสำเร็จรูปใช้สวนไม้คสาทและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำไว้สำเร็จรูปติดแม่เหล็ก เวลาสอนก็นำมาติดส่วนด้านหลังเป็นกระดานไม่มีเส้น เพื่อให้ครูสอนในระดับตอนต้นในลักษณะง่าย ๆ ตามหลักการสอนของครูแต่ละคน การใช้สัญลักษณ์แทนตัวไม้ เป็นต้น

4. อุปกรณ์สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยใช้ล้อ 4 ล้อ ซึ่งสามารถหยุดอยู่ที่ใดก็ได้โดยใช้เบรค ซึ่งทำไว้ 2 ล้อ ด้านหน้าซ้ายและขวา
5. อุปกรณ์สามารถปรับระดับความสูงจากพื้น 36 - 45 ซม.ตามความต้องการในการสอนในแต่ละระดับชั้น
6. อุปกรณ์สามารถปรับความเอียงได้ตามความต้องการ เพื่อให้การมองของนักเรียนสมบูรณ์ขึ้น
7. ในเรื่องสี สีของโครงสร้างและกรอบกระดานใช้สีของวัสดุจริง สีกระดานใช้สีขาว โดยใช้ POLYESTER สีของไม้และสัญลักษณ์ใช้สีดำและสีแทนตัวไม้ซึ่งใช้สอนในระดับชั้นต้น ใช้สีแดง เหลือง เขียว แสด น้ำเงิน ม่วง

#### 6.2 ข้อเสนอแนะวิทยานิพนธ์

ข้อเสนอแนะนี้เป็นผลจากประสบการณ์ในการวิจัยและออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนวิชาคณิตศึกษา(สากล) ซึ่งผู้วิจัยเองไม่สามารถนำมาปฏิบัติได้ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจที่จะพัฒนาและศึกษาต่อไป ซึ่งพอจะสรุปได้เป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. ควรลดขอบเขตการศึกษาให้แคบลง คือการวิจัยให้เฉพาะเจาะจง เช่น เรื่องไม้ เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่ลึกซึ้งกว่านี้ ซึ่งจะเป็ประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนคณิตศึกษา(สากล)
2. นำระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการสร้างอุปกรณ์ให้มากขึ้น
3. ศึกษาด้านโครงสร้างให้ทันสมัยและผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ง่ายขึ้น

บรรณานุกรม

- กองบริการอุตสาหกรรม .การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์  
กระต่ายบางปะอิน, 2518.
- ขนิษฐา วิเศษสาธิต .จิตวิทยาการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: โครงการตำราคณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ , สจล. 2526
- ณรุทธิ์ สุทธจิตต์ .ทฤษฎีกรรมการสอนดนตรี. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531  
. กิจกรรมดนตรีสำหรับเด็ก. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531
- ปานจิต เครื่องกำแหง .จิตวิทยาพัฒนาการ. พิษณุโลก : วิทยาลัยพยาบาลพุทธชินราช  
2520.
- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ .พลาสติก. กรุงเทพฯ : กองบริการอุตสาหกรรม, 2518
- ปานจิต เครื่องกำแหง .จิตวิทยาพัฒนาการ. พิษณุโลก : วิทยาลัยพยาบาลพุทธชินราช,  
2520
- ศรัณย์ คำวิสุข .จิตวิทยาพัฒนาการ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิทักษ์อักษร, 2525
- สุชา จันท์เอม .จิตวิทยาพัฒนาการ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520
- สาคร คนทโชติ .การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไอเดียน, 2528  
. การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไอเดียน, 2529
- สรรพลีธี คุ่มประพันธ์ .ดนตรีที่รัก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มูลนิธิโกลด์คีมทอง, 2532
- Wesley E. Woodson. .Human Factor Design Handbook. New York McGrow  
Hill Book Company , 1981.

ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวพีรยา อินทะพันธ์

ที่อยู่ปัจจุบัน: 112 ซอยเจดีย์ปล้อง ต. โขตนา ค. ซ่างเผือก อ. เมือง จ. เชียงใหม่

เกิดวันที่ 27 ธันวาคม 2510

ชื่อบิดา นายประยูร อินทะพันธ์

ชื่อมารดา นางทัศนาวา อินทะพันธ์

ประวัติการศึกษา

จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษา จากโรงเรียนดาราวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่(2525)

จบการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จาก

แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาริทยาเขตเทคนิคภาคพายัพ(เจ็ดยอด)

จังหวัด: เชียงใหม่ (2529)

ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้