



## โครงการระจกอลุมินิยม

เสนอ

มาสเตอร์ ดอน วิภา

จัดทำโดย

1.นาย จักรพงศ์	คุณสิงห์	สาขาวิชาโลหะการ	เลขที่ 2
2.นายสุสุทธิเกียรติ	สงเคราะห์ถิ่น	สาขาวิชาโลหะการ	เลขที่ 3
3.นายสุรศักดิ์	พรมคำ	สาขาวิชาโลหะการ	เลขที่ 7

ระดับชั้น ปวช.3 รหัสวิชา2013-5001 รายวิชาโครงการ

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2556

โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันในการเรียนการสอนรายวิชาภาคปฏิบัติตามหลักสูตรและในการเรียนซึ่งมีการเรียนเกี่ยวกับการตัดกระดาษการตัดอูมิเนียมและการประกอบซึ่งในปีการศึกษา.2556 โรงเรียนได้ไปสร้างศาลาที่ วัดคำ-ประมง อ.พรรณานิคม จ.สกลนคร ในการก่อสร้างยังขาดการติดตั้งกระจกและอูมิเนียม

ดังนั้น สมาชิกในกลุ่มจึงมีแนวคิดทำโครงการ ชื่อโครงการ งานติดตั้งประตูและหน้าต่างอูมิเนียม ศาลาอเนกประสงค์ เพื่อเป็นการสานต่อโครงการดังกล่าว

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจหลักการของการปฏิบัติงานของกระจกและอูมิเนียม
2. เพื่อให้ให้นักเรียนมีทักษะการทำงานกระจกและอูมิเนียม

#### 1.3 เป้าหมาย

##### เชิงปริมาณ

-งานประตู กระจก และอูมิเนียมศาลาอเนกประสงค์ 1 หลัง

##### เชิงคุณภาพ

-กระจกและอูมิเนียมมีความคงทนและทรงของศาลาอเนกประสงค์ใช้งานที่ทนต่อสภาพ

อากาศ

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ใช้ทักษะและความรู้ที่เรียนมา

ได้ศึกษาวิธีการทำการติดและติดกระจกและอูมิเนียม

## 1.5 การดำเนินงาน

กิจกรรม	ต.ค. 2556				พ.ย. 2556				ธ.ค. 2556				ม.ค. 2557				ก.พ. 2557				ม.ค. 2557				หมายเหตุ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
<b>1.ขั้นเตรียมการ</b> - ประชุมวางแผน - ศึกษาข้อมูล - จัดทำโครงการ - นำเสนอโครงการ		→																											
<b>2.ขั้นดำเนินการ</b> - จัดอุปกรณ์ - ลงมือปฏิบัติ - ทดสอบประสิทธิภาพ - จัดทำรูปเล่ม - สร้างสื่อเพื่อนำเสนอ											→																		
<b>3.ขั้นนำเสนอ</b> - ส่งรูปเล่มรายงาน - นำเสนอผลงาน คณะกรรมการ																													

ตารางที่ 1 แสดงวิธีการหรือขั้นตอนการดำเนินงาน

## บทที่ 2.เอกสารเกี่ยวข้อง

### 2.1 อะลูมิเนียม

**อะลูมิเนียม** (ภาษาอังกฤษสะกดได้ว่า aluminium หรือ aluminum ในอเมริกาเหนือ) คือธาตุเคมีในตารางธาตุที่มีสัญลักษณ์ Al และมีเลขอะตอม 13 เป็นโลหะหลังทรานซิชันที่มันวาวและอ่อนดัดง่าย และมีคุณสมบัติเด่น คือ ต่อด้านการออกซิเดชันเป็นเยียม (เนื่องจากปรากฏการณ์ passivation) แข็งแรง และน้ำหนักเบา มีการใช้อะลูมิเนียมในอุตสาหกรรมหลายประเภท เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย และอะลูมิเนียมสำคัญต่อเศรษฐกิจโลกอย่างมาก ชิ้นส่วน โครงสร้างที่ผลิตจากอะลูมิเนียมสำคัญต่ออุตสาหกรรมอากาศยาน และสำคัญในด้านอื่น ๆ ของการขนส่งและการสร้างอาคาร ซึ่งต้องการน้ำหนักเบา ความทนทาน และความแข็งแรง

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่พบบวกบริเวณเปลือกโลก เป็นธาตุที่พบบวกเป็นอันดับสามรองจากธาตุซิลิคอน คือพบประมาณ 7.5% โดยมวล อะลูมิเนียมในธรรมชาติอยู่ในรูปของสารประกอบชนิดต่าง ๆ เช่น บอกไซต์ ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ) ไครโอไลต์ ( $Na_3AlF_6$ ) แต่ในธรรมชาติอะลูมิเนียมพบในรูปแร่บอกไซต์เป็นหลัก อะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีสีขาวเงินมีความหนาแน่น  $2.699 \text{ g/cm}^3$  ที่  $320 \text{ C}$  นำไฟฟ้าได้ดี และนำได้ดีขึ้นเมื่อมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น มีความว่องไวในการป้องกันไม่ให้ผุกร่อน ต่อไป ทับทิม ไพรีน และบุศราคัมที่ใช้เป็นเครื่องประดับ เป็นพลอยประเภทคอร์ันดัมสูตรเคมี คือ  $Al_2O_3$  ซึ่งมีความแข็งแรงรองจากเพชร แต่มีสีต่างกัน เพราะมีธาตุอื่นที่เป็นมลทินต่างกัน ถ้ามีโครเมียมออกไซด์ปนอยู่จะมีสีชมพูถึงแดงเข้มเรียกว่า ทับทิม ถ้ามีไทเทเนียมและเหล็กออกไซด์ปนอยู่จะมีสีน้ำเงินเรียกว่า ไพรีน และถ้ามีเหล็กออกไซด์ปนอยู่จะมีสีเหลืองเรียกว่า บุศราคัมการเตรียม โลหะอะลูมิเนียม เตรียมได้จากการแยกบอกไซต์ที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า จะได้โลหะอะลูมิเนียมที่ขั้วแคโทดหรือขั้วลบ

#### 2.1.1 ประโยชน์

โลหะอะลูมิเนียมเป็นโลหะเศรษฐกิจที่สำคัญเพราะมีราคาถูก และใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น โลหะเจืออะลูมิเนียม ใช้ทำเครื่องบิน ยานอวกาศ กลอนประตู หน้าต่าง เครื่องใช้ต่าง ๆ ภายในบ้านนอกจาก นั้นอะลูมิเนียมยังใช้ทำสายไฟฟ้า ทำวัสดุห่อของในลักษณะของอะลูมิเนียมแผ่นบาง ใช้ทำกระป๋องน้ำอัดลม กระป๋องเบียร์ กระป๋องน้ำผลไม้ ชิ้นส่วนของเครื่องจักร อุปกรณ์เคมีและอื่น ๆ สารส้ม ( $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ) ซึ่งเป็นสารประกอบของอะลูมิเนียมใช้ในกระบวนการทำน้ำประปา การทำกระดาษ

#### 2.1.2 คุณสมบัติของอะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่อ่อนและเบาที่มีลักษณะไม่เป็นเงา เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันชั้นบาง ๆ ที่เกิดขึ้นเร็วเมื่อสัมผัสกับอากาศ โลหะอะลูมิเนียมไม่เป็นสารพิษ ไม่เป็นแม่เหล็ก และไม่เกิดประกายไฟ

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีแรงต้านการดึงประมาณ 49 ล้านปาสกาล (MPa) และ 400 MPa ถ้าทำเป็น โลหะผสม อะลูมิเนียมความหนาแน่นเป็น 1/3 ของเหล็กกล้าและทองแดง อ่อนสามารถตัดได้ง่าย สามารถกลึงและหล่อแบบได้ง่าย และมีความสามารถต่อต้านการกร่อนและ

ความทนเนื่องจากชั้นออกไซด์ที่ป้องกัน พื้นหน้ากระจกเงาที่เป็นอะลูมิเนียมมีการสะท้อนแสงมากกว่า โลหะอื่น ๆ ในช่วงความยาวคลื่น 200-400 nm (UV) และ 3000-10000 nm (IR ไกล) ส่วนในช่วงที่มองเห็นได้ คือ 400-700 nm โลหะเงินสะท้อนแสงได้ดีกว่าเล็กน้อย และในช่วง 700-3000 (IR ใกล้) โลหะเงิน ทองคำ และทองแดง สะท้อนแสงได้ดีกว่า อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ตัดได้ง่ายเป็นอันดับ 2 (รองจากทองคำ) และอ่อนเป็นอันดับที่ 6 อะลูมิเนียมสามารถนำความร้อนได้ดี จึงเหมาะสมที่จะทำหม้อหุงต้มอาหาร การประยุกต์เมื่อวัดในทั้งปริมาณและมูลค่า การใช้อะลูมิเนียมมีมากกว่าโลหะอื่น ๆ ยกเว้นเหล็ก และมีความสำคัญในเศรษฐกิจโลกทุกด้าน

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีแรงต้านการดึงต่ำ แต่สามารถนำไปผสมกับธาตุต่าง ๆ ได้ง่าย เช่นทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม แมงกานีส และซิลิกอน (เช่น duralumin) ในปัจจุบันวัสดุเกือบทั้งหมดที่เรียกว่า อะลูมิเนียมเป็น โลหะผสมของอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมบริสุทธิ์พบเฉพาะเมื่อต้องการความทนต่อการกัดกร่อนมากกว่าความแข็งแรงและความแข็ง

เมื่อรวมกับกระบวนการทางความร้อนและกลการ (thermo-mechanical processing) โลหะผสมของ อะลูมิเนียมมีคุณสมบัติทางกลศาสตร์ที่ดีขึ้น โลหะผสมอะลูมิเนียมเป็นส่วนสำคัญของเครื่องบินและจรวด เนื่องจากมีอัตราความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง

อะลูมิเนียมสามารถสะท้อนแสงที่มองเห็นได้ดีเยี่ยม (99%) และสามารถสะท้อนแสงอินฟราเรดได้ดี (95%) อะลูมิเนียมชั้นบาง ๆ สามารถสร้างบนพื้นผิวเรียบด้วยวิธีการควบแน่นของไอสารเคมี (chemical vapor deposition) หรือวิธีการทางเคมี เพื่อสร้างผิวเคลือบออปติคัล(optical coating) และกระจกเงา ผิวเคลือบเหล่านี้จะเกิดชั้นอะลูมิเนียมออกไซด์ที่บางยิ่งกว่า ที่ไม่สึกกร่อนเหมือนผิวเคลือบเงิน กระจกเงาเกือบทั้งหมดสร้างโดยใช้อะลูมิเนียมชั้นบางบนผิวหลังของแผ่นกระจกลอย (float glass). กระจกเงาในกล้องโทรทรรศน์สร้างด้วยอะลูมิเนียมเช่นกัน แต่เคลือบข้างหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนภายใน การหักเห และการสูญเสียจากความใส กระจกเหล่านี้เรียกว่า first surface mirrors และเกิดความเสียหายได้ง่ายกว่ากระจกเงาตามบ้านทั่วไปที่เคลือบข้างหลัง ตัวอย่างการนำเอาอะลูมิเนียมไปใช้งาน เช่น การขนส่ง (รถยนต์ เครื่องบิน รถบรรทุก ตู้รถไฟ เรือทะเล จักรยาน ฯลฯ) ภาชนะ (กระป๋อง, ฟอยล์ ฯลฯ) การบำบัดน้ำ การรักษา ประสิทธิภาพของปลา เช่น Gyrodactylus salarisงานก่อสร้าง (หน้าต่าง ประตู รางข้าง ลวด ฯลฯ) สินค้าสำหรับผู้บริโภคที่มีความคงทน (เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ครัว ฯลฯ) ไฟฟ้าไฟฟ้า (ชิ้นส่วนและลวดอะลูมิเนียมมีความหนาแน่นน้อยกว่าทองแดง และราคาถูกกว่าด้วย แต่มีความต้านทานไฟฟ้ามากกว่าด้วย มีหลายพื้นที่ ที่ห้ามใช้ลวดอะลูมิเนียมสำหรับสายไฟตามบ้าน เนื่องจากความหนาแน่นสูงกว่าและขยายในความร้อนมากกว่า)เครื่องจักรกลแม่เหล็กที่ทำจากเหล็กกล้าเอ็มเคเอ็ม (MKM steel) แอลไนโก (Alnico) แม้ว่าตัว

อะลูมิเนียมเองจะใช้วัตถุดิบหลักก็ตามอะลูมิเนียมความบริสุทธิ์สูง (SPA ย่อจาก Super purity aluminium, 99.980% to 99.999% Al) ใช้ในอิเล็กทรอนิกส์และซีดี. อะลูมิเนียมผง ใช้เป็นตัวเคลือบเงินในสี เกล็ด อะลูมิเนียมมีอยู่ในสีพื้น เช่น สีเคลือบเนื้อไม้(primer) — เมื่อแห้ง เกล็ดจะซ้อนทับกันเป็นชั้นกันน้ำ อะลูมิเนียมแอโนไดส์ (anodised) คงทนต่อการออกแซดเชชั่นเพิ่มเติม และใช้ในการก่อสร้างในด้านต่าง ๆ รวมถึงการทำฮีตซิงก์ ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ที่ต้องทำความเย็นของชิ้นส่วนภายใน (เช่น ทรานซิสเตอร์ ซีพียู- สารกึ่งตัวนำโดยทั่วไป) มีฮีตซิงก์ที่ทำจากอะลูมิเนียม เนื่องจากผลิตง่าย และนำความร้อนได้ดี ฮีตซิงก์ทองแดงเล็กกว่า แต่แพงกว่าและผลิตยากกว่าด้วยอะลูมิเนียมออกไซด์ หรือ อะลูมินา, พบในธรรมชาติในรูปของแร่กะรุน (ทับทิม และนิล), และใช้ในการผลิตกระจก ทับทิมและนิลสังเคราะห์ใช้ในเครื่องเลเซอร์ เพื่อผลิตแสงความถี่เดียว(coherent light)อะลูมิเนียมออกไซด์ด้วยพลังงานสูง ทำให้ใช้ในเชื้อเพลิงแข็งสำหรับจรวด เฮอร์ไมต์(thermite) และสารประกอบอื่น ๆ สำหรับทำดอกไม้ไฟนอกจากนี้ อะลูมิเนียมยังเป็นตัวนำยิ่งยวด ที่อุณหภูมิวิกฤต 1.2 องศาเซลวิน

### 2.1.3 คุณสมบัติของอะลูมิเนียม(Aluminium)

อะลูมิเนียม AA5083, AA6061, AA7075, AA5052, AL6063, AL1100อะลูมิเนียม (Aluminium) สัญลักษณ์คือ Al ความหนาแน่น 2.7 กก./ค.ม3. จุดหลอมเหลว 658 องศาเซลเซียส ความเค้นแรงดึงของอะลูมิเนียมหล่อ 9-12Kp/mm2 (9-12 กก./ตร.มม.) ความเค้นแรงดึงของอะลูมิเนียมอบเหนียว 7Kp/mm2(7 กก./ตร.มม.) ความเค้นแรงดึงของอะลูมิเนียมรีดแข็ง 13-20 Kp/mm2(13-20 กก./ตร.มม.) อัตรายืดตัว 3-35% ขึ้นอยู่กับธาตุประกอบอัลลอยด์ และการอบร้อน เกรดอะลูมิเนียม สามารถแสดงคุณสมบัติได้หลากหลาย จากรูปลักษณะที่สวยงาม, ความสะดวกในการผลิต, ความต้านทานการกัดกร่อนที่ดี, อัตราความแข็งแรงต่อ

## 2.2 ประเภทของอะลูมิเนียม

น้ำหนักสูง, เชื่อมได้ดี และค่าความต้านทานการแตกหักสูง เลือกรุ่นอะลูมิเนียมที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของงาน และสภาวะการใช้งาน

### 2.2.1 เกรดอะลูมิเนียม ประเภท 1xxx

เกรดของอะลูมิเนียมประเภทนี้มีเหล็ก และซิลิกอนเป็นธาตุหลัก (1050, 1060, 1100, 1145, 1200, 1230, 1350, อื่นๆ) ซึ่งเป็นประเภทที่ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี, สภาพการนำความร้อน และนำไฟฟ้าสูง, คุณสมบัติทางกลต่ำ และใช้งานได้ดี สามารถเพิ่มความแข็งแรงระดับปานกลางได้โดยอาจได้รับจากกระบวนการเพิ่มความเครียด

### 2.2.2 เกรดอะลูมิเนียม ประเภท 2xxx

เกรดของอะลูมิเนียมประเภทนี้ (2011, 2014, 2017, 2018, 2124, 2219, 2319, 201.0; 203.0; 206.0; 224.0; 242.0; อื่นๆ) ต้องการกระบวนการอบร้อนเพื่อให้ได้คุณสมบัติสูงสุด ในสภาวะกระบวนการอบร้อนนี้ ค่าคุณสมบัติทางกลจะคล้ายกัน หรือบางทีอาจสูงกว่าในบรรดาเหล็กคาร์บอนต่ำ และในบางชนิดการทำกระบวนการอบร้อนซ้ำ จะทำให้สามารถเพิ่มคุณสมบัติทางกลได้ การอบร้อนนี้จะเพิ่มค่าจุดคราก แต่จะทำ

ให้เสียสภาพการยึดตัว ซึ่งจะทำให้ค่าต้านทานแรงดึงไม่ดี อลูมิเนียมอัลลอยด์ประเภท 2xxx ไม่ใช่ตัวต้านทานการกัดกร่อนที่ดีเหมือนกับอลูมิเนียมอัลลอยด์ประเภทอื่น และภายใต้สภาวะการกัดกร่อนแบบต่างๆอาจจะทำให้เกิดการกัดกร่อนตามขอบเกรนได้ เกรดอลูมิเนียมประเภท 2xxx จะมีประโยชน์ต่อส่วนที่ต้องการความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงสุด 150°C (300°F) แต่ยกเว้นเกรด 2219 อลูมิเนียมอัลลอยด์เกรดนี้มีขีดจำกัดในการเชื่อม แต่อัลลอยด์บางชนิดในประเภทนี้จะมีรูปแบบการแปรรูปที่ดีเยี่ยม ส่วนอลูมิเนียมเกรด 2021 เป็นเกรดที่ได้รับความนิยมสูงสุดในการใช้ผลิตอากาศยาน

### 2.2.3 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 3xxx

เกรดของอลูมิเนียมประเภทนี้ (3003, 3004, 3105, 383.0; 385.0; A360; 390.0) โดยปกติแล้วจะไม่สามารถใช้การอบร้อนได้ แต่มีค่าความแข็งแรงมากกว่าประเภท 1xxx อยู่ 20% เพราะว่าข้อจำกัดของปริมาณแมกนีเซียม (สูงสุดที่ 1.5%) ที่สามารถเพิ่มเข้าไปในอลูมิเนียมได้ ซึ่งแมกนีเซียมจะถูกใช้เป็นธาตุหลักในอัลลอยด์บางชนิดเท่านั้น

### 2.2.4 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 4xxx

เกรดของอลูมิเนียมประเภทนี้ (4032, 4043, 4145, 4643, อื่นๆ) มีซิลิกอนเป็นธาตุหลัก ซึ่งสามารถเพิ่มได้ในปริมาณที่เพียงพอ (สูงสุด 12%) ที่จะทำให้เกิดการลดช่วงการหลอมเหลว ด้วยเหตุนี้ อลูมิเนียม-ซิลิกอนอัลลอยด์จึงถูกใช้ทำเป็นลวดเชื่อม และใช้ในการเชื่อมประสานอลูมิเนียม ในช่วงการหลอมเหลวต่ำ แทนการใช้โลหะ อลูมิเนียมอัลลอยด์ที่บรรจุซิลิกอนมากพอจะทำให้เห็นเป็นสีเทาดำเหมือนถ่าน เมื่อเสร็จสิ้นการอโนดิกออกไซด์ (anodic oxide) จะถูกนำไปใช้ และด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่ต้องการสำหรับการใช้งานด้านสถาปัตยกรรม

### 2.2.5 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 5xxx

ธาตุหลักของอัลลอยด์ประเภทนี้คือ แมกนีเซียม เมื่อถูกใช้เป็นธาตุหลัก หรือใช้ร่วมกับแมงกานีส จะทำให้มีค่าความแข็งแรงปานกลาง และสามารถทำการชุบแข็งได้ แมกนีเซียมจะส่งผลมากกว่าแมงกานีสในเรื่องของความแข็งแรง (แมกนีเซียม 0.8% เท่ากับ แมงกานีส 1.25%) และยังสามารถเพิ่มได้ในปริมาณมากอีกด้วย อลูมิเนียมอัลลอยด์ในประเภทนี้ (5005, 5052, 5083, 5086, อื่นๆ) ใช้ในงานเชื่อมได้ดี และต้านทานการกัดกร่อนจากน้ำได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการผลิตจะจำกัดอยู่ที่การขึ้นรูปเย็น และใช้อุณหภูมิในการดำเนินงานที่ 150°F สำหรับแมกนีเซียมอลูมิเนียมอัลลอยด์ เพื่อหลีกเลี่ยงความอ่อนแอที่เกิดจากการแตกร้าวเนื่องจากการกัดกร่อนภายใต้แรงเค้น (stress-corrosion cracking)

### 2.2.6 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 6xxx

อลูมิเนียมอัลลอยด์ในประเภท 6xxx คือ (6061, 6063) ประกอบไปด้วยซิลิกอน และแมกนีเซียม ในปริมาณที่มากพอในการขึ้นรูป magnesium silicide (Mg<sub>2</sub>Si) ซึ่งทำให้สามารถทำกระบวนการอบร้อนได้ แต่ก็มีค่าความแข็งแรงไม่เท่ากับประเภท 2xxx และ 7xxx โดยประเภท 6xxx นี้จะสามารถทำการขึ้นรูปได้ดี, เชื่อมง่าย, แปรรูปง่าย และต้านทานการกัดกร่อนได้ดี ด้วยความแข็งแรงปานกลาง เกรดอลูมิเนียมในประเภทนี้สามารถทำการ heat-treatable ได้นี้ อาจจะขึ้นรูปในแบบ T4 temper (แก้ปัญหการอบร้อนได้ แต่ไม่สามารถ

เร่งการอบร้อนได้) และเพิ่มความแข็งหลังจากการขึ้นรูปแบบคุณสมบัติ T6 โดยการเร่งการอบร้อน

### 2.2.7 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 7xxx

ตั้งกะสีประมาณ 1 ถึง 8% เป็นธาตุหลักในประเภท 7xxx อลูมิเนียมอัลลอยด์ (7075, 7050, 7049, 710.0, 711.0, อื่นๆ) และเมื่อทำการรวมกับแมกนีเซียมในปริมาณเล็กน้อย ผลที่ได้คือจะมีค่าความแข็งแกร่ง ตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงสูงมาก ส่วนธาตุอื่นๆเช่น ทองแดง และ โครเมียม ก็ถูกเพิ่มเข้าไปในปริมาณเล็กน้อยเหมือนกัน อัลลอยด์ประเภท 7xxx ถูกใช้ทำเป็นโครงสร้างลำตัวของอุปกรณ์มือถือ และชิ้นส่วนที่มีความเค้นสูง อลูมิเนียมอัลลอยด์ความแข็งแกร่งสูง 7xxx จะแสดงการลดความต้านทานต่อการแตกร้าว เนื่องจากการกัดกร่อนภายใต้แรงเค้น (stress-corrosion cracking) และถูกใช้ใน temper ที่มีอายุเกินมาเล็กน้อย เพื่อให้ได้การรวมกันของความแข็งแกร่ง, ความต้านทานการกัดกร่อน และค่าความต้านทานการแตกหัก

### 2.2.8 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 8xxx

ประเภท 8xxx (8006; 8111; 8079; 850.0; 851.0; 852.0) สงวนไว้สำหรับการผสมกับธาตุอื่นๆ นอกเหนือจากที่ใช้สำหรับประเภท 2xxx ถึง 7xxx เหล็ก และนิกเกิลถูกใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่ง โดยไม่มีการสูญเสียสภาพการนำไฟฟ้า และถูกใช้อย่างแพร่หลายเช่นอัลลอยด์ตัวนำ 8017 อลูมินัม-ลิเทียม อัลลอยด์ 8090 มีความแข็งแรง และความแข็งสูงเป็นพิเศษ เพราะถูกพัฒนาให้ใช้กับงานอากาศยาน และอลูมิเนียมอัลลอยด์ในประเภท 8000 สอดคล้องกับของระบบ Unified Numbering A98XXX

### 2.2.10 เกรดอลูมิเนียม ประเภท 9xxx

ประเภทนี้ยังไม่มีใช้ ฐานข้อมูลของ KEY to METALS ได้รวบรวมข้อมูลโลหะจากทั่วโลกมาไว้ในเครื่องมือค้นหาเพียงชิ้นเดียว ที่ทั้งง่าย และรวดเร็วในการเข้าถึงคุณสมบัติทางกล, ส่วนประกอบทางเคมี, ตารางตัวอ้างอิงโยง และอื่นๆ ที่ได้เตรียมไว้ให้กับผู้ใช้งานด้วยข้อมูลจำนวนมากอย่างไม่เคยมีมาก่อน คลิกลิงก์ด้านล่างเพื่อศึกษาเพิ่มเติมจากวิธีการใช้งาน หรือทดลองใช้งานฐานข้อมูลของKEY to METALS อลูมิเนียม เป็น โลหะที่มีน้ำหนักเบาเป็นอันดับสี่ โลหะผสมของอลูมิเนียมใช้กันมากในการสร้างเครื่องบิน อลูมิเนียมหนักเพียงหนึ่งในสามของเหล็ก และสามารถนำไฟฟ้าได้ดี ในผิวโลกมีอลูมิเนียมมากกว่าโลหะอื่นๆ ในดินเหนียวอลูมิเนียมเกือบหนึ่งในสี่โดยน้ำหนัก แต่การแยกอลูมิเนียมบริสุทธิ์จากดินทำได้ไม่ง่ายขึ้น เขามักแยกอลูมิเนียมจากแร่ ชื่อ บอกไซต์ (Bauxite) ซึ่งมีอลูมิเนียมมากกว่าดิน แร่นี้มีมากในทวีปอเมริกา (ประเทศแคนาดามีมากที่สุด) และในออสเตรเลีย ในประเทศอื่นก็มีบ้างเหมือนกันอลูมิเนียมมีอยู่ในรัตนชาติบางชนิด เช่น พลอยและทับทิม เป็นต้น แร่กากกะรุน (Emery) คือออกไซด์ของอลูมิเนียมเรารู้จักอลูมิเนียมมานานกว่า 140 ปี แต่เนื่องจากราคาแพงจึงมิได้มีผู้ใช้กันแพร่หลาย ทรายจนกระทั่งถึงสมัยที่อาจผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในราคาต่ำจากน้ำตก โลหะนี้จึงมีราคาถูกเพราะการแยกอลูมิเนียมจากแร่ทำได้โดยวิธีไฟฟ้าได้ดีกว่าอย่างอื่น อลูมิเนียมมีสีขาวเหมือนเงิน เนื้อเป็นมันวาวงดงามไม่หมองง่าย อาจถึงเป็นเส้นลวดขนาดเล็กยิ่งกว่าเส้นผม หรือ ดีแปะเป็นแผ่นบางๆ ที่บางมากราวกับกระดาษได้้อลูมิเนียมไม่สึกกร่อนโดยง่าย และจะทำปฏิกิริยากับกรดและด่างบางชนิดเท่านั้น เมื่อผสมโลหะอื่นบางชนิดลงไปเนื้ออลูมิเนียม จะได้



โลหะผสมซึ่งแข็งแรง ทนทาน และเหนียวกว่าอลูมิเนียมบริสุทธิ์มาก ใช้ทำสิ่งของเครื่องใช้ได้อย่างดี เราใช้อลูมิเนียมทำเครื่องครัว เพราะอลูมิเนียมนำความร้อนได้ดี ทำความสะอาดได้ง่าย กับเป็นเงางามอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังใช้ทำส่วนประกอบในเครื่องใช้ไฟฟ้า เพราะอลูมิเนียมสามารถนำไฟฟ้าได้ดี เครื่องบิน ทยานพาหนะหลายชนิด เช่น รถไฟ รถโดยสาร และรถยนต์ ก็นิยมใช้อลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากน้ำหนักเบา แข็งแรงทนทาน ที่มาของอลูมิเนียม อลูมิเนียมเป็นโลหะที่เกิดเป็นสารประกอบ อลูมิเนียมออกไซด์ ส่วนมากพบในดินเหนียว และดินต่างๆ วัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการผลิตอลูมิเนียม คือสินแร่ โบไซต์หรือ บอกไซต์(Bauxite)มีลักษณะเหมือนดินแดง หรือดินลูกรัง แต่มีความแข็งกว่าในสินแร่บอกไซต์จะมีดินเหนียวบริสุทธิ์ ( $Al_2O_3$  = อลูมิเนียมออกไซด์ )ปนอยู่ประมาณ 55-60% เหล็กออกไซด์( $Fe_2O_3$ ) ไม่เกิน 24% และน้ำในโมเลกุลสินแร่ประมาณ 12-31% แร่ซิลิกา( $SiO_2$ ) ไม่เกิน 4% แหล่งแร่บอกไซต์ที่สำคัญๆ คือที่ประเทศ ฝรั่งเศสตอนใต้ ฮังการี รัสเซีย สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย อลูมิเนียม คือแร่ทางธรรมชาติ อลูมิเนียม พบมากบนพื้นผิวเปลือกโลก อลูมิเนียม มี คุณสมบัติอะลูมิเนียม หรือ คุณสมบัติที่แข็งแรงในระดับหนึ่ง เนื่องจาก อลูมิเนียม เป็นโลหะประเภทหนึ่ง มีคุณสมบัติ อะลูมิเนียม ลักษณะมันวาว ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ขึ้นรูปได้ง่าย คุณสมบัติอะลูมิเนียม มีน้ำหนักเบา และ

### 2.3 อุปกรณ์เสริมในการติดตั้งอลูมิเนียม

เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในหลายๆอุตสาหกรรมชั้นนำ อลูมิเนียม บริสุทธิ์เองนั้นไม่แข็งแรง จำเป็นต้องผสมโลหะชนิดอื่นเพื่อเสริมความแข็งแรงในตัว เช่น การผสมอัลลอย ทองแดง สังกะสี เป็นต้น



ภาพที่ 1 ที่จับหน้าต่าง

อลูมิเนียม จัดเป็นแร่ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แทนเหล็กในบางผลิตภัณฑ์ เนื่องจากตัว อลูมิเนียม มี น้ำหนักที่เบาและไม่เป็นสนิม อะลูมิเนียม อลูมิเนียมจึงถูกพบใช้บ่อยในหลายๆอุตสาหกรรมเช่น อุตสาหกรรมการบิน งานก่อสร้าง และเครื่องมือบางประเภท อาทิเช่น อุปกรณ์อะลูมิเนียม อลูมิเนียม



ภาพที่ 2 กรประตู

อลูมิเนียม เป็น โลหะที่มีลักษณะอ่อน ไม่เป็นสนิม อลูมิเนียม สามารถนำมาผสม โลหะชนิดอื่นเพื่อเสริมความแข็งแรงในตัวเอง ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ต่างๆ อลูมิเนียม ถูกแบ่งออกเป็นหลายๆซีรีส์เพื่อกำหนดสูตรการผสมและง่ายต่อการจำแนกว่า อลูมิเนียม ชนิดไหนเหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมประเภทใด ความแข็งหรืออ่อนนั้นขึ้นอยู่กับซีรีส์นั้นๆเช่น อลูมิเนียม สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ อลูมิเนียม สำหรับการทำเครื่องกระป๋อง อลูมิเนียมสำหรับการใช้งานทางการแพทย์ เป็นต้น อะลูมิเนียม อลูมิเนียมเป็นวัสดุที่มีราคาแพงและเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปคล้ายกับแร่ประเภทอื่นๆที่ย่อมมีวันหมด และใช้เวลาในการสร้างตัวเอง ทั้งนี้ถ้าสามารถลดการขุดถลุงแร่อะลูมิเนียม อลูมิเนียมได้ก็จะสามารถช่วยอนุรักษ์โลกได้



ภาพที่3 กรหน้าต่าง

ข้อดีของ อะลูมิเนียม ประโยชน์อะลูมิเนียม ก็เป็นโลหะ ซึ่งขึ้นชื่อในเรื่องของความแข็งแรง มีน้ำหนักเบา เหมาะกับการนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด ไม่เป็นสนิม มีภาพพจน์เป็นโลหะสมัยใหม่ แต่ด้วยราคาที่สูงรองจากสแตนเลสทำให้การใช้ อะลูมิเนียม ประโยชน์อะลูมิเนียม อลูมิเนียมใน

การผลิตสินค้าสักชิ้นต้องคำนวณการใช้งานอย่างรอบคอบเพื่อให้ใช้งานในปริมาณที่น้อยที่สุด แต่ถึงอย่างไร อะลูมิเนียม ก็มีข้อเสียคือ เป็นวัสดุเปราะบาง ที่ต้องอาศัยความระมัดระวังอย่างสูงในงานติดตั้งและขนส่ง เมื่อได้รับความเสียหายแล้วจะไม่สามารถซ่อมแซมให้เหมือนใหม่ได้อีก และแม้จะเป็นวัสดุที่ไม่เป็นสนิม แต่สามารถทำปฏิกิริยากับไอทะเลก่อกำให้เกิดคราบฝ้าและกัดกร่อนได้คล้ายการเกิดสนิม การใช้งานของ อะลูมิเนียมในอัตราส่วนที่น้อยเกินไปจะทำให้ชิ้นงานไม่แข็งแรงและเป็นอันตรายได้ในระยะยาวและที่สำคัญ อะลูมิเนียม อลูมิเนียม เป็นวัสดุที่มีราคาแพงและเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปคล้ายกับแร่ประเภทอื่นๆ ที่ย่อมมีวันหมดและใช้เวลาในการสร้างขึ้นมาใหม่ อะลูมิเนียม อลูมิเนียม เป็นวัสดุที่เป็นโลหะซึ่งมีความสามารถในการนำพาความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน อีกทั้งยังเป็นที่ยกเก็บความร้อนชั้นดี ซึ่งในกรณีของงานประตูและหน้าต่างนั้น ความร้อนจะถูกเก็บสะสมไว้ที่บริเวณวงกบและตัวบาน ประตูหน้าต่าง และจะค่อยๆ ซึมเข้าสู่ภายใน ให้อุ่นจากผิวอะลูมิเนียม อลูมิเนียม ดังกล่าวสามารถส่งผลให้อุณหภูมิภายในไม่เกิดความเสถียร เครื่องปรับอากาศจะทำงานหนักขึ้นเนื่องจากยังมีความร้อนสะสมภายในห้อง อันจะส่งผลต่อการประหยัดพลังงานที่น้อยลง



ภาพที่ 4 กุญแจ

อุปกรณ์อะลูมิเนียม ประตู หน้าต่าง ที่มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้ ประตู และ หน้าต่าง อะลูมิเนียม นั้นขึ้นอยู่กับระบบของ ประตู หน้าต่าง อะลูมิเนียม เช่น ระบบ ประตู หน้าต่าง บานเปิด ระบบหน้าต่าง บานกระทุ้ง บาน ประตู สวิง ประตู หน้าต่าง บานเลื่อน หน้าต่าง บานยก ประตู บาน เลื่อนแขวน หน้าต่าง บานแง้มและเปิด หน้าต่าง บานแง้ม พร้อม กับบานเลื่อน ประตูบานพับ และยังสามารถประยุกต์ใช้กับระบบอื่นๆ อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์อะลูมิเนียม มือจับ หงอนไก่ อุปกรณ์อะลูมิเนียม มือจับ กั้นหอยเล็ก และ อุปกรณ์อะลูมิเนียม มือจับ กั้นหอยใหญ่ อุปกรณ์อะลูมิเนียม ตัวล็อก ฟังบานเลื่อน อุปกรณ์อะลูมิเนียม บานพับ อุปกรณ์อะลูมิเนียม แขนก้ำ ยัน และ อุปกรณ์อะลูมิเนียม แขนก้ำ กั้นลม เป็นต้น อุปกรณ์อะลูมิเนียม อุปกรณ์อะลูมิเนียม สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้หลากหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นในด้านของดีไซน์รูปลักษณ์ที่ทันสมัย ความเหมาะสม ประโยชน์การใช้งาน อุปกรณ์อะลูมิเนียม คือ อุปกรณ์ สำหรับ ประตู หน้าต่าง อะลูมิเนียม โดยในท้องตลาดนิยมเรียกว่า อุปกรณ์อะลูมิเนียม ทั้งนี้ อุปกรณ์อะลูมิเนียม บาง

รุ่น สามารถใช้ร่วมกับ ประตู หน้าต่าง ไม้ และ ประตู หน้าต่าง uPVC ได้ โดย อุปกรณ์อะลูมิเนียม ไม่ได้ถูกจำกัดการใช้งานเฉพาะกับงาน ประตู หน้าต่าง อลูมิเนียม เท่านั้น อุปกรณ์อะลูมิเนียม มีมากมายหลายชนิด เช่น อุปกรณ์อะลูมิเนียม มือจับ ต่างๆ เช่น อุปกรณ์อะลูมิเนียม มือจับ ล็อคกันหอย อุปกรณ์อะลูมิเนียม มือจับ แบบกดล๊อค เป็นต้น

## 2.4 ประเภทของกระจกตามกระบวนการผลิตด้วยกรรมวิธีต่างๆ

1. กระจกธรรมดา (Float Glass)
2. กระจกอบความร้อน (Heat Treated Glass)
3. กระจกเคลือบผิว หรือกระจกสะท้อนแสง (Surface Coated Glass)
4. กระจกตัดแปลง
5. กระจกอื่นๆ

### 2.4.1 กระจกธรรมดา (Float Glass)

เป็นกระจกพื้นฐานที่เกิดขึ้นจาก กระบวนการผลิตโดยตรง แบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่ กระจกใส และกระจกสี ซึ่งมี รายละเอียดและข้อพิจารณาในการนำไปใช้งาน ดังนี้

กระจกใส (Clear Glass) คือ กระจกโปร่งแสงที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนและให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ไม่บิดเบี้ยว กระจกชนิดนี้จะยอมให้แสงผ่านประมาณ 75-92 % ของแสงที่ตกกระทบซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของกระจก กระจกใสยังเป็นกระจกพื้นฐานสำหรับนำไปผลิตเป็นกระจกประเภทต่างๆ เช่น กระจก นิรภัยเทมเปอร์ กระจกนิรภัยหลายชั้น กระจกฉนวนกันความร้อนและกระจก เคลือบผิว เป็นต้น ทั้งนี้คุณภาพของกระจกเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของกระจกใสนำมาผลิตด้วย

กระจกสี (Tinted Glass) กระจกสีหรือกระจกดูดกลืนความร้อน (Heat Absorbing Glass) ผลิตขึ้น โดยการผสมโลหะออกไซด์เข้าไปในส่วนผสม (Batch Mix) ในขั้นตอนการผลิตกระจกทำให้กระจกมีสีส้ม รวมถึงคุณสมบัติในการดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบผิวกระจกและลดปริมาณแสงที่ผ่านกระจก ปริมาณแสงที่จะทะลุผ่านกระจกสีขึ้นอยู่กับความเข้มของสี ความหนาและสีของกระจก

### 2.4.2 กระจกอบความร้อน (Heat Treated Glass)

กระจกอบความร้อนเป็นกระจกใส หรือกระจกที่นำไปผ่านกระบวนการปรับแต่งคุณภาพของเนื้อกระจก เพื่อให้มีความ แข็งแกร่งมากขึ้น หรือรับแรงกระทำจากภายนอกได้มากขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้ กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Glass) กระจกนิรภัยเทมเปอร์เป็นการนำกระจกไปผ่านกระบวนการเทมเปอร์ริง (Tempering) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยใช้หลักการเกี่ยวกับการทำคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete) คือการสร้างให้เกิดชั้นของแรงอัด (Compressive Stress) ขึ้นที่ผิวแก้วเพื่อต้านแรงจากภายนอก วิธีการนี้ทำได้ โดยการให้ความร้อนกับกระจกที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัว (Softening Point) ของแก้ว เล็กน้อยที่ประมาณ 650-700 องศาเซลเซียส และทำให้ผิวกระจกเกิด การเย็นตัวอย่างรวดเร็ว โดยการใช้ลม

เย็นเป่า (Air Quenching) ผลของความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวนอกกับส่วนกลางของแผ่นกระจกจะทำให้เกิด เป็นชั้นของแรงอัดขึ้นที่ผิวนอกของแผ่นกระจกทั้ง 2 ด้าน โดยจะประกบชั้น ส่วนกลางเหมือน ลักษณะแซนด์วิช (Sandwich) และชั้นที่ผิวนี้จะช่วยต้านแรง จากภายนอกทำให้กระจกที่ผ่านกระบวนการเทมเปอร์ริงแล้วมีความแข็งแรง เพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่า อย่างไรก็ตามก่อนกระบวนการเทมเปอร์ริง จะต้องตัดกระจกให้ได้ขนาดที่ต้องการก่อน เพราะถ้าตัดหลังจากการผ่านกระบวนการ เทมเปอร์ริงแล้วกระจกจะแตกละเอียดหมดทั้งแผ่น กระจกฮีตสเตรงเทน (Heat Strengthen Glass) เป็นกระจกที่ได้จากกระบวนการผลิตที่คล้ายกับ กระจกนิรภัยเทมเปอร์คือ ให้ความร้อนกับกระจก แล้วปล่อยให้กระจกเย็นตัวลง แต่ต่างจากกระจกนิรภัยเทมเปอร์ตรงที่การผลิตฮีตสเตรงเทนจะปล่อยให้ กระจกเย็นตัวลงอย่างช้าๆ จึงทำให้มีความแข็งแรง น้อยกว่ากระจกนิรภัยเทมเปอร์ ในการใช้งานจึงต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดในเรื่องความแข็งแรงของกระจกด้วย

### 2.4.3 กระจกเคลือบผิว (Surface Coated Glass)

กระจกเคลือบผิวเป็นกระจกธรรมดา ที่นำไปผ่านกระบวนการเคลือบ โลหะบนผิวกระจกเพื่อให้เกิดการสะท้อนแสงและ ความร้อนจากแสงอาทิตย์สำหรับนำไปใช้งานในด้านการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีความสวยงามมากขึ้น กระจกเคลือบผิวแบ่งตามรูปแบบ ของการเคลือบผิว 2 ชนิด ได้แก่

- แบ่งตามชื่อบริษัทผู้ผลิตเครื่องเคลือบผิวกระจกที่ใช้ในเมืองไทยได้ 2 แบบ ดังนี้
  - แบบแอร์โค (AIRCO) เป็นวิธีการเคลือบโดยใช้ไทเทเนียมบริสุทซ์ (Ti) เป็นโลหะหลักในการเคลือบ สามารถเคลือบให้ได้สีส้ม ฟ้าดำ และคุณสมบัติในการประหยัดพลังงานที่แตกต่างกันตามชื่อรหัสการเคลือบต่างๆ ดังนี้ TE - Titanium Earth, TS - Steel Blue, SS - Silver, TBU - Blue
  - แบบเลย์โบลด์ (LEYBOLD) เป็นวิธีการเคลือบโดยใช้ดีบุกบริสุทซ์ (Sn) เป็นโลหะหลักในการเคลือบ โดยมีคุณสมบัติในการประหยัดพลังงาน ใกล้เคียงกับแบบแอร์โคแต่ให้สีส้มที่แตกต่าง ไปจากแบบแอร์โค ตามชื่อรหัสการเคลือบต่างๆ ดังต่อไปนี้ SL - Silver, AS - Antique Silver, BR - Bronze, SB - Sapphire Blue

- แบ่งตามเทคนิคในการเคลือบผิวกระจกได้ 2 แบบ ดังนี้

การเคลือบแบบสูญญากาศ (Vacuum Deposition or Soft Coating) โดยการพ่น โลหะออกไซด์บางชนิดบนผิวด้านใดด้านหนึ่งของแผ่น กระจก กระแสไฟฟ้าจะทำปฏิกิริยาทำให้โลหะเกาะบนผิวกระจก การเคลือบด้วยวิธีการนี้สารที่เคลือบจะถูกขูดขีดออกได้ง่าย แต่สารที่เคลือบกระจกสามารถเคลือบไปทุกอนุของผิวกระจกกระจกที่ผ่านการ เคลือบโลหะออกไซด์แล้วจะนำมาผ่านกระบวนการเทมเปอร์ริงหรือ ฮีตสเตรงเทนไม่ได้ เนื่องจากความร้อนในกระบวนการเทมเปอร์ริงหรือ ฮีตสเตรงเทนจะทำลายโลหะออกไซด์ที่เคลือบ

การเคลือบแบบไพโรลิติก (Pyrolytic Deposition or Hard Coating) กรรมวิธีนี้กระจกจะถูกเคลือบในขณะที่กระจกยังอยู่ในลักษณะที่เป็น ของเหลว โลหะออกไซด์จะกระจายแทรกซึมลงในเนื้อกระจกด้วย แม้ วิธีนี้

โลหะออกไซด์ไม่สามารถกระจากไปทุกพื้นผิวของกระจกอย่าง สม่ำเสมอกัน แต่ก็สามารถทำให้กระจกที่เคลือบแบบไพโรลิติกมีความแข็งแรงทนทานกว่ากระจกที่เคลือบแบบสุญญากาศ

กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Solar Reflective Glass) กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์เป็นกระจกธรรมดาที่เคลือบผิวด้วยโลหะออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติด้านการสะท้อนแสง ทำให้สามารถสะท้อนพลังงานจาก แสงอาทิตย์ที่แผ่รังสีได้บางส่วน มีค่าการสะท้อนแสงค่อนข้างสูง ความโปร่งแสงค่อนข้างน้อย มีสีน้ำตาลขุ่นหลายสีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบการเคลือบ และสีของกระจกที่เป็นวัตถุดิบที่นำมาเคลือบ

กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (Low-E Glass) กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำเป็นกระจกเคลือบสารโลหะ โดยมีโลหะเงินบริสุทธิ์เป็นองค์ประกอบสำคัญเพื่อให้ได้ผิวเคลือบที่มีค่าการคายรังสี (Emissivity) ที่ต่ำมาก โดยที่กระจกยังคงมีลักษณะใส ไม่ทึบแสง ให้ค่าแสงส่งผ่านมาก และมีค่าการสะท้อนแสงน้อย หมายความว่ากระจกนั้นมีความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนออกจากผิวกระจกน้อยมาก ทำให้กระจกชนิดนี้ถูกนำไปใช้ทำเป็นกระจกฉนวนกันความร้อนได้เป็นอย่างดี โดยยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ (Short Wave Radiation) ผ่านเข้ามาในอาคาร ในขณะที่สะท้อนรังสีคลื่นยาวหรือรังสีความร้อน (Long Wave Radiation) ออกพอสมควร ซึ่งจะปลดการสะสมความร้อนในอาคาร ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการทำความเย็นให้กับอาคาร ในการเคลือบกระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำสามารถเคลือบได้ทั้งกรรมวิธี เคลือบแบบสุญญากาศและเคลือบแบบไพโรลิติก

**2.4.4 กระจกตัดแปลง** กระจกตัดแปลงเป็นกระจกที่นำมาตัดแปลงด้วยกระบวนการ (Process) ต่างๆ เพื่อตอบสนองการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ กระจกฉนวนกันความร้อน (Insulated Glass) ในการนำกระจกมาตัดแปลงด้วยกระบวนการต่างๆ เพื่อใช้เป็นกระจกฉนวนกันความร้อนมีองค์ประกอบในการพิจารณา คือ ความสามารถที่จะเป็นฉนวน กันอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างกระจกทั้ง 2 ด้าน ซึ่งถูกคั่นโดยอากาศแห้ง เนื่องจากอากาศแห้งซึ่งบรรจุอยู่ในช่องว่างระหว่างกระจกเกิดจากการดูดความชื้นของสารดูดความชื้น (Desiccant) ในตัวขอบอลูมิเนียม อากาศแห้งที่ทำหน้าที่ ป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นด้านใดด้านหนึ่งของกระจก จากการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะไม่มีผลกระทบต่อความสามารถในการเป็น ฉนวนของอากาศแห้ง แต่ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาฟาเรนไฮต์ (ประมาณลบ 7 องศาเซลเซียส) จะมีผลทำให้สารดูดความชื้นไม่สามารถทำหน้าที่ ได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เกิดฝ้าหรือเนว่น้ำภายในช่องอากาศแห้ง ดังนั้นผู้ออกแบบ จะต้องพิจารณาถึงสภาพอากาศ ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการดูดความชื้นของ สารดูดความชื้นในกระจกฉนวนกันความร้อนให้เหมาะสมด้วย

กระจกฉนวนกันความร้อนผลิตโดยการนำกระจกอย่างน้อย 2 แผ่น ตัดให้ได้ขนาดตามความต้องการมาประกบกัน โดยมีอลูมิเนียมซึ่งบรรจุสารดูดความชื้น คั่นกลาง หลังจากนั้นปิดรอยที่ขอบกระจก ผลก็คืออากาศภายในช่องระหว่าง กระจกจะกลายเป็นอากาศที่แห้ง ไม่มีความชื้นเหลืออยู่ ซึ่งมีคุณสมบัติในการกันความร้อน กระจกฮีตมิเรอร์ (Heat Mirror) ลักษณะของกระจกฮีตมิเรอร์เป็นระบบของกระจกสองชั้น (Double Glazing) ที่เคลือบสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำทั้ง 2 ด้านของฟิล์มที่อยู่ระหว่างช่องว่างอากาศ โดยที่

ช่องว่างอากาศทั้งสองข้างจะกลายเป็นช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี (Reflective Air Space) ซึ่งจะทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกชนิดนี้ (U-Value) อาจมีค่าต่ำถึง 1.4 วัตต์/ตารางเมตร.เคลวิน (0.25 บีทียู/ตารางฟุต.ชั่วโมง.องศา ฟาร์เรนไฮต์) กระจกฮีตสตอป (Heat Stop) กระจกฮีตสตอปมีลักษณะเป็นกระจกสองชั้น ประกอบขึ้นด้วยกระจก สะท้อนแสงที่เคลือบด้วยสารที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำเป็นกระจกด้านนอก และ กระจกด้านในใช้กระจกใส สารที่เคลือบนั้นสามารถป้องกันความร้อนอินฟราเรด (Infrared) ให้ผ่านเข้ามาเพียง 5% ช่องว่างตรงกลางใส่ก๊าซอาร์กอน ซึ่งเป็นก๊าซ เขื่อยมีคุณสมบัติในการนำความร้อนต่ำ ทำให้กระจกชนิดนี้มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่ำ โดยแสงผ่านกระจกชนิดนี้เข้ามาประมาณ 60%

กระจกนิรภัยหลายชั้น (Laminated Glass) กระจกนิรภัยหลายชั้น เป็นกระจกที่ผลิตขึ้นด้วยวัตถุดิบประสงค์ เพื่อให้ความปลอดภัยแก่ผู้ใช้โดยการนำกระจกตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไปมาผนึกเข้าด้วยกัน โดยมี แผ่นฟิล์ม โพลีไวนิลบิวทีเรต (Polyvinyl Butyrate; PVB) ที่เหนียวและแข็งแรงซ่อน อยู่ระหว่างกลางทำหน้าที่ยึดกระจกให้ติดกันเมื่อกระจกชนิดนี้ถูกกระแทกจนแตก แผ่นฟิล์มโพลีไวนิลบิวทีเรตจะช่วยยึดไม่ให้เศษกระจกหลุดกระจายจะมีเพียงรอบ แตกหรือร้าวคล้ายใยแมงมุมเท่านั้น กระจกนิรภัยหลายชั้นเป็นกระจกที่ให้ความปลอดภัยสูง นิยมใช้เป็นกระจกบังลมของรถยนต์ หน้าต่างอาคารสูงหรือกระจกกัน กระจุน เป็นต้น เป็นวัสดุตกแต่งอาคารที่ความรู้สึกสว่าง สวยงาม การเลือกหามาใช้ทำได้โดยง่าย มีจำหน่ายอยู่ทั่วไป มีขนาดความหนาหลายขนาดแล้วแต่จะทำไปใช้ในงานประเภทไหน เราจะแยกประเภทกระจกจากการผลิตแล้วกันนะครับ การผลิตกระจกแผ่นเราสามารถแบ่ง ได้ 2 ขั้นตอนคือ อุตสาหกรรมกระจกแผ่น และอุตสาหกรรมกระจกต่อเนื่อง โดยเราจะเริ่มจากอุตสาหกรรมกระจกแผ่น แยกได้เป็น 2 อย่าง คือ กระจกใสธรรมดา และกระจกสี

## 2.5 คุณสมบัติของกระจก

2.5.1 กระจกใส (Clear Float Glass) กระจกใสคือกระจกโปร่งแสงที่สามารถมอง ผ่านได้อย่างชัดเจนให้ภาพสะท้อนที่สมบูรณ์ ไม่บิดเบี้ยว สามารถมองเห็นจากภายนอก เข้ามาภายในได้อย่างชัดเจนมีการตัดแสงประมาณ 8% สำหรับกระจกใสหนา 12 มิลลิเมตร และตัดแสงได้มากขึ้นตามความหนาของกระจกผิวกระจกไม่ร้อนเพราะกระจก ดูดกลืนความร้อนได้น้อยมาก

### ข้อแนะนำ

- สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก ซึ่งเหมาะกับการใช้งานประเภทแสดงสินค้า แต่อาจไม่เหมาะกับส่วนที่ต้องการความเป็นส่วนตัว เพราะคนภายนอกสามารถมองเห็นเข้ามาภายในได้อย่างชัดเจน
- กระจกใสมีค่าการสะท้อนแสงน้อยจึงเหมาะสำหรับห้องที่ต้องการมองออกไปภายนอก เพราะสามารถมองเห็นภาพทิวทัศน์ได้อย่างชัดเจน

2.5.2 กระจกสี (Tinted Float Glass) ผลิตขึ้นโดยการผสมโลหะออกไซด์เข้าไปใน ส่วนผสม ในขั้นตอนการผลิตกระจก ทำให้กระจกมีสี สัน ผิวกระจกจะร้อน เนื่องจากสีของเนื้อกระจกที่เกิดจากการเติมโลหะออกไซด์ต่างๆ เป็นตัวดูดความร้อน ทำให้ความร้อน จากกระจกแผ่เข้ามาภายในอาคาร กระจกสีตัด

แสงไม่ให้เข้ามาภายในอาคารมากและมีการบังแดดได้มากกว่ากระจกใสสามารถ สกัดกั้นความร้อนจาก แสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกระจกสีได้มากกว่ากระจกใส ปริมาณการดูดกลืนความร้อนขึ้นอยู่กับส่วนผสมของ เนื้อกระจก ช่วยลดความจ้าของแสงที่ส่งผ่านกระจกสีทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลและเกิดความสบายตาในการ มอง

### ข้อแนะนำ

- ไม่ควรให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศเป่ากระทบผิวหน้าของกระจกโดยตรงเพราะจะ ทำให้ กระจกสูญเสียพลังงานมาก
- ไม่ควรติดผ้าม่านที่มีความหนาทึบหรือวางตู้เหล็ก หรือสิ่งของอื่นๆ ชิดกับกระจก หรือติด ตั้ง ปิดบังกระจก โดยไม่มีการถ่ายเทความร้อน เพราะอาจทำให้กระจกสะสมความร้อนเพิ่มขึ้น และเป็นสาเหตุให้กระจกสี แตกร้าวได้ง่าย
- ไม่ควรทาสีหรือติดแผ่นกระดาษใดๆลงบนผิวกระจก
- ควรจะต้องมีการตัดหรือฝนขอบกระจกให้เรียบ เพื่อให้ขอบกระจกมีความทนทานต่อการ แตกร้าวจากแรงดึงและแรงเค้นที่ผิวและขอบของกระจกอุตสาหกรรมกระจกต่อเนื่อง คือการนำกระจก Float Glass นำมาประยุกต์ให้เกิด การใช้งานที่ได้ประโยชน์มากขึ้น

## 2.6 กระจกตัดแปลง

### 2.6.1 กระจกกึ่งนิรภัย (Heat Strengthened Glass)

กระจกกึ่งนิรภัย ผลิตจากกรรมวิธีการผลิตที่ทันสมัย โดยการนำแผ่นกระจกธรรมดา ผ่านกระบวนการอบ ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียส จากนั้นผ่านกระบวนการ ทำให้เนื้อกระจกเย็นลงอย่าง ช้าๆ โดยใช้ลมเป่าไปยังกระจกทั้ง 2 ด้าน ทำให้ได้กระจกซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษแข็งแกร่งกว่ากระจกธรรมดา 2 เท่า จึงสามารถรับแรงอัดของลมได้ดีกว่ากระจกธรรมดาที่มีความหนาเดียวกันคุณสมบัติกระจกกึ่งนิรภัย คือแข็งแกร่งกว่ากระจกธรรมดา 2 เท่า สามารถรับแรงอัดของลมได้ดีกว่ากระจกธรรมดาที่มีความหนา เดียวกัน จึงสามารถนำไปใช้ในการติดตั้งกระจกกับ โครงสร้างอาคารสูง เหมาะสำหรับการป้องกันการแตก ของกระจกเนื่องจากความร้อน ลักษณะการแตกเหมือนการแตกของกระจกธรรมดา คือ แตกเป็นแผ่นไม่ หลุด

### 2.6.2 กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Glass)

หรือที่เรียกทั่วไปว่ากระจกอบเป็นกระจกที่นิยมใช้เป็นกระจกนิรภัย เพราะเมื่อกระจกเทมเปอร์แตกมันจะ แตกเป็นเกล็ดเล็ก ๆ คล้ายเม็ดข้าวโพดและไม่มีคมจึงเกิดอันตรายน้อย ซึ่งต่างจากการแตกของกระจก



ธรรมดาที่แตกเป็นเสี่ยง จึงแหลมคมทำให้เป็นอันตรายมากกว่า นอกจากนี้กระจกเทมเปอร์ยังแข็งแกร่งกว่า กระจกธรรมดาหลายเท่าความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นของกระจกเทมเปอร์เกิดจากกระบวนการผลิต โดยการอบแผ่น กระจกด้วยความร้อนสูงและใช้ลมเป่าให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว ทำให้บริเวณเนื้อกระจกภายนอกเย็นตัวเร็วกว่า เนื้อในของกระจกขณะที่เนื้อกระจกภายนอกเย็นตัวแล้วเนื้อในของกระจกที่ค่อย ๆ เย็นจะเกิดความเค้นขึ้น ส่งผลให้กระจกเทมเปอร์มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นถ้าดูด้วยสายตาปกติ ปราศจากเครื่องมือพิเศษ ต้องดูเนื้อ กระจกแล้ว กระจกเทมเปอร์ก็จะดูเหมือน กระจกธรรมดาทั่วไป แต่สิ่งที่แตกต่าง คือ ความแข็งแรง ที่มี มากกว่า กระจกธรรมดา (Float Glass) ประมาณ 5 เท่าตัว เราจึงเรียกกระจกชนิดนี้ว่า กระจกนิรภัยเทมเปอร์ เหมาะสำหรับใช้งานในสภาพ ที่เสี่ยงต่อการกระทบกระแทก หรือร้อนจัด หนาวจัด

### 2.6.3 กระจกลามิเนต (Laminated Glass)

Lamsafe กระจกนิรภัยหลายชั้น ซึ่งเกิดจากการนำเอากระจกตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไปมา ประกบติดกันโดยมี แผ่นฟิล์ม PVB ที่มีคุณสมบัติเหนียวกั้นกลางซึ่งทำหน้าที่ยึดแผ่นกระจกให้ ติดกัน เหมาะสำหรับงานที่ ต้องการความแข็งแรง และความปลอดภัยสูง คุณสมบัติพิเศษอีก ประการของ Lamsafe คือสามารถช่วยลด แสง UV และเสียงรบกวนได้ดีสร้างความเป็นส่วนตัวแก่ผู้อยู่อาศัยมั่นใจในความปลอดภัยคุณสมบัติพิเศษที่ ได้ผ่านขบวนการผลิตด้วยเทคนิคสูงกระจก Lamsafe ช่วยยึดกระจกให้ติดแน่น เมื่อเกิดการแตกเศษกระจก ยังคงยึดติดกับแผ่นฟิล์มไม่ร่วงหล่นลงมาช่วยลดอันตราย จึงเหมาะกับการใช้งานบริเวณที่ลาดเอียงหรือ บริเวณที่อยู่เหนือศีรษะ เช่น อาคารสูงและ หลังคา เป็นต้นรูปแบบการใช้งาน

- กระจกหน้าต่างอาคาร,ผนังภายใน
- ประตูทางเข้าอาคาร,ประตูภายในอาคาร
- ตู้กระจกแสดงสินค้า และสถานที่ที่มีความเสี่ยงต่อการโจรกรรม เช่น พิพิธภัณฑ์,ร้าน เครื่องเพชร , พलय เป็นต้น
- กระจกที่ติดตั้งอยู่เหนือศีรษะ หรือผนังลาดเอียง เช่น หลังคา
- ผนังห้องประชุม เพื่อลดเสียงรบกวนจากภายนอก
- ธนาคาร ที่ทำการ ไปรษณีย์ และสถานที่ ที่ต้องการรักษาความปลอดภัยต่าง ๆ
- ราวบันได ราวระเบียง ราวเฉลียง ซึ่งใช้ป้องกันการพลัดตกจากที่สูง
- กระจกกันกระสุน (.38 ชูปเปอร์อัด โนมัด, .357 แมกนัม รีโอริโอ, .44 แมกนัม รีโอริโอ, .30 -06 ปืนกลไรเฟิล)

### 2.6.4 กระจกฉนวนความร้อน (Insulating Glass Units)

กระจกฉนวนความร้อน ผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยการนำกระจก 2 แผ่น มา ประกบกันโดยมี เพรมอลูมิเนียมกั้นกลาง ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่นำสมัยด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เป็นกระจกที่ช่วยในด้าน

การประหยัดพลังงานป้องกันการถ่ายเทความร้อนระหว่าง ภายในกับภายนอกอาคารคุณสมบัติสามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกก่อให้ เกิดบรรยากาศสบายแก่ผู้อยู่อาศัยป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก ก่อให้เกิดบรรยากาศ เป็นส่วนตัวของผู้อยู่อาศัย สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก จึงช่วยลด ภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและพลังงาน ไม่ทำให้เกิดฝ้าหรือหยดน้ำ แม้ว่าอุณหภูมิภายในกับภายนอกแตกต่างกันมากรูปแบบการใช้งาน

- ใช้กับอาคารสูงระฟ้า อาคารสำนักงาน และอาคารพาณิชย์ทั่วไป ที่ต้องการควบคุมสภาพ แวดล้อมภายในด้านเสียง อุณหภูมิ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล สนามบิน สำนักงาน เป็น ต้น
- ใช้ในสถานที่ต่างๆ ที่ต้องการประหยัดค่าใช้จ่าย และพลังงาน
- ใช้ในสถานที่ต่างๆ ที่ต้องการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก และภายใน เช่น ห้องบันทึก เสียง เป็นต้น
- ใช้กับตู้แช่ที่ต้องการสินค้าด้านใน

#### ข้อแนะนำ

- ควรเก็บกระจกภายในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ไม่มีแสงแดดส่องผ่านโดยตรง
- ไม่ควรใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียสเนื่องจากอาจทำให้อายุการใช้งาน

#### สิ่งลง

- ไม่ควรให้ลมจากเครื่องปรับอากาศกระทบกระจกโดยตรง

### บทที่ 3

#### 3.1 การเตรียมก่อนเริ่มโครงการ

##### 3.1.1 การประชุมและวางแผนการดำเนินงาน

- 3.1.2 การคิดคำนวณหาพื้นที่ที่จะติดตั้งกระจกและอลูมิเนียม
- 3.1.3 มอมหมายหน้าที่ของสมาชิกของกลุ่ม
- 3.1.4 แต่งตั้งคณะกรรมการและประธาน
- 3.1.5 จัดหาอุปกรณ์และวัสดุ
- 3.1.6 จัดประชุมเพื่อวางแผนของการทำงาน
- 3.1.7 จัดทำบัญชีปฏิบัติงานของโครงการ ค่าใช้จ่าย

### 3.2 การดำเนินการ

- 3.2.1 ประชุมเรื่องการดำเนินโครงการ
- 3.2.2 ศึกษาปัญหาและศึกษาแนวทางแก้ไข
- 3.2.3 จัดหาวัสดุและอุปกรณ์และไปในสถานที่ที่จัดทำ
- 3.2.4 ลงมือปฏิบัติงาน

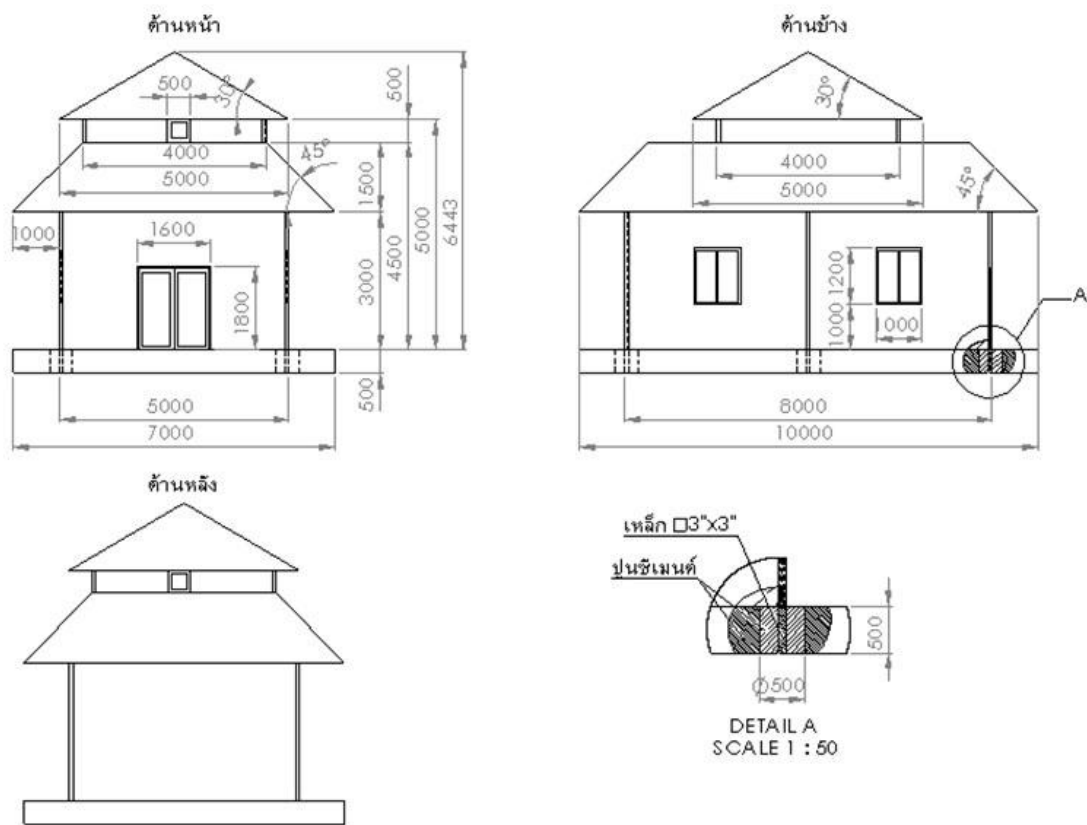
### 3.3 ค่าใช้จ่าย

ลำดับ	รายการ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/ คุณลักษณะเฉพาะ/คุณภาพ	ราคาต่อหน่วย		จำนวนหน่วย	จำนวนเงิน		หมายเหตุ
			บาท	สต.		บาท	สต.	
1	ดอกกรีนเวส							
2	ดอกสว่าง							
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
<b>รวมค่าใช้จ่าย</b>								

## 3.3.1 ตารางค่าใช้จ่าย

## บทที่ 4 การออกแบบและการทดสอบ

## 4.1 แบบแปลน



#### 4.2 ตารางบันทึกการทดสอบ

ลำดับ	รายการ	วิธีการแก้ไข	ผลการทดสอบ
1	บานหน้าต่างอลูมิเนียมเลื่อนไม่สะดวก	ใช้อุปกรณ์ปรับบานปรับบานใหม่	บานหน้าต่างสามารถเลื่อนได้สะดวก
2	คำนวณความสูงของหน้าต่างสูงเกินไปจึงทำให้สูงไม่พอ	เสริมเหล็กให้พอดีกับอลูมิเนียม	ทำให้พอดีกับอลูมิเนียม

บทที่ 5

#### สรุปผลการดำเนิน

##### 5.1 สรุปผลการดำเนิน

จากการทำงานเกี่ยวกับงานกระฉกและอลูมิเนียม หลังจากที่ทำเสร็จแล้วจึงมีการทดลองมีข้อสรุปดังนี้

1. ประดูและหน้าต่างอุมิเนียมใช้งานได้อย่างดีและมีความสวยงามและทันสมัย
2. นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของการวัด การตัดกระจากการตัดอุมิเนียมและรู้การทำงานเป็นทีม มีความสามัคคีในทีม

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากสถานที่ก่อสร้างอยู่ห่างจากโรงเรียนจึงส่งผลต่อการทำงานอย่างมากคือทำให้งานล่าช้า
2. ห่างไกลจากร้านค้าอุปกรณ์จึงทำให้การสั่งซื้อของล่าช้า

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. อยากให้ศึกษาแบบให้เข้าใจก่อนทำงาน
2. คิดวางแผนในการทำงานอย่างต่อเนื่อง

<http://namtomza26.myreadyweb.com/page-4727.html>

<http://netra.lpru.ac.th/~weta/ch-2/index.html>

**ภาคผนวก**





### ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย จักรพงษ์ คุณสิงห์

เกิดเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พุทธศักราช 2538

ที่อยู่ 92 หมู่ 4 ตำบล ดันผึ่ง อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160

โทรศัพท์ 088-537-8681

ระดับการศึกษา ประถมศึกษา โรงเรียน บ้านโนนขมื่น มัธยมศึกษา โรงเรียนลำปลาหางวิทยา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชางานเชื่อมโลหะ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.  
นครพนม

คติพจน์

ตั้งใจแต่ยังไม่ถึง

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นาย สุรศักดิ์ พรหมคำ

เกิดเมื่อวันที่ 13

ที่อยู่ หมู่ ตำบล ต้นผึ้ง อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160

โทรศัพท์ 089-396-9940

ระดับการศึกษา ประถมศึกษา โรงเรียนบ้าน มัชฌมศึกษา โรงเรียน

ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชางานเชื่อมโลหะ โรงเรียนอัสสัมชัญเทคนิคนครพนม อ.ท่าอุเทน จ.  
นครพนม

คติพจน์ จงทำแต่ทำความดี

