

การออกแบบและสร้างโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้
Design and construction of mobile roof structure for shading purpose

ปริญญานิพนธ์

ของ

เอกลักษณ์ จันทะราช 53010371010

เกียรติศักดิ์ แก้ววัง 53010371011

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธีรพัฒน์ ขมภูคำ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

(อาจารย์ ดร.นุชิตา สุวแพทย)

มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพิธ บุปผโชติ)

หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ และน้อมรำลึกในพระคุณของบิดามารดาผู้ให้กำเนิด มีการเลี้ยงดูและสั่งสอน
อบรมข้าพเจ้า จนเติบโตเพื่อที่จะสร้างประโยชน์ให้แก่ประเทศชาติ และขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคน
ที่ให้ความสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และ
ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ ดร. นุชิตา สุวแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ดูแลให้คำแนะนำ
แนวทางการแก้ไขปรับปรุงอันเป็นประโยชน์ในการศึกษาทดลองตลอดจนคำปรึกษาต่างๆ ขอขอบคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร. สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์ ประธานกรรมการสอบ อาจารย์ ดร.ธีรพัฒน์ ชมภูคำ
กรรมการสอบ ที่ให้คำแนะนำแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนคณะอาจารย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่านที่กรุณาประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้ทำการวิจัย
จึงกราบขอบคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

หากเนื้อหาหรือข้อมูลต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์นี้มีผลประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าแก่
ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ท่านอื่นๆผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณงามความดีทั้งหลายให้แก่บุคคลทุกท่านที่
ได้กล่าวมา สุดท้ายนี้หากปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์
ต้องกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เกียรติศักดิ์ แก้ววัง

เอกลักษณ์ จันทะราช

ชื่อเรื่อง	การออกแบบและสร้างโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้
ผู้วิจัย	นายเอกลักษณ์ จันทะราช นายเกียรติศักดิ์ แก้ววัง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.นุชิตา สุวแพทย์
ปริญญา	วศ.บ. สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2557

บทคัดย่อ

จากการออกแบบและสร้างโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้ โครงสร้างที่ได้มีขนาด กว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.9 เมตร สูง 2 เมตร สามารถจอดรถจักรยานยนต์ได้ 1 คัน จากการทดสอบการใช้งานด้วยแบบสำรวจความพึงพอใจซึ่งให้ค่าคะแนน 5 คือมากที่สุด 4 คือมาก 3 คือปานกลาง 2 คือน้อย และ 1 คือน้อยที่สุด จากผลสำรวจพบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ค่อนข้างมาก และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านการออกแบบและสร้าง ในหัวข้อ ความทนทานของวัสดุ มีความพึงพอใจที่มากที่สุดอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.31 คะแนน และในหัวข้อ สามารถกันแดดรถจักรยานยนต์ได้อย่างเหมาะสม มีความพึงพอใจที่น้อยที่สุดอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 3.83 คะแนน ด้านการใช้งาน พบว่า ในหัวข้อ การเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่จอดรถ มีความพึงพอใจที่มากที่สุดอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.09 คะแนน และในหัวข้อ การพับเก็บของแขนพับ มีความพึงพอใจที่น้อยที่สุดอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 3.97 คะแนน และด้านความพึงพอใจในการใช้งาน พบว่าในหัวข้อ ช่องจอดรถจำนวน 1 ช่อง เพียงพอต่อการใช้งาน มีความพึงพอใจที่มากที่สุดอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.14 คะแนน และในหัวข้อ สามารถบังแดดและฝนได้ดี มีความพึงพอใจที่น้อยที่สุดอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 3.97 คะแนน เมื่อพิจารณาผลทั้งสามด้าน สามารถสรุปได้ว่า โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้นี้ ได้รับความพึงพอใจในระดับมากจากการทดสอบการใช้งาน

TITLE	Desing and construction of mobile roof structure for shading purpose
AUTHOR	Mr. Ekkaluck Chantharat Mr. Keattisak Kaewwang
ADVISOR	Dr. Nuchida Suwapaet
DEGREE	B.Eng. (Mechanical Engineering)
UNIVERSITY	Maharakham University YEAR 2014

Abstract

The mobile roof structure for shading purpose was designed and constructed. The dimension of the structure was 1.5 m wide, 1.9 m long, and 2 m high. It could be used as a parking space for 1 motorcycle. The satisfactory survey was used to measure the structure usages satisfaction. The rating scales were 5 as "very satisfied", 4 as "satisfied" 3 as "neither", 2 as "dissatisfied", and 1 as "very dissatisfied". The results showed that the overall satisfaction was rated at average "satisfied" scale. The result for each category was also discussed. For design and construct category, in the item of durability of the mobile roof structure was rated the highest satisfactory of 4.31 in average and being used properly as the parking space for motorcycle was rated the lowest satisfaction of 3.83 in average. For usage category, in the item of mobility of structure was rated the highest satisfactory of 4.09 in average and the easiness in moving the sliding support arms of roof structure was rated the lowest satisfaction of 3.97 in average. For functioning satisfaction category, in the item of adequate single motorcycle parking space was rated the highest satisfaction of 4.14 in average and the ability in shielding sunlight and rainfalls was rated the lowest satisfaction of 3.97 in average. When considered in all three categories, it could conclude that mobile roof structure for shading purpose was rated as satisfied in average from the usage satisfaction survey analysis.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
ขอบเขตการศึกษา	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
สถานที่ดำเนินการศึกษา	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหล็ก	3
เหล็ก	3
เหล็กกล้า	4
วัสดุผงหลังคา	5
ล้อในงานอุตสาหกรรม	6
ล้อไนลอนหรือโพลีเมอร์	6
ล้อโพลียูรีเทน	7
กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
3 วิธีดำเนินการศึกษา	9
สำรวจขนาดรถจักรยานยนต์	9
การออกแบบและเลือกวัสดุ	9
เสาโครงสร้าง	11
โครงสร้างหลังคา	12
แกนค้ำและบานพับหลังคา	13
หลังคาแผ่นโพลีคาร์บอเนต	14
ล้อสำหรับการเคลื่อนที่	15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ออกแบบกล่องควบคุมวงจรเพื่อใช้ในการควบคุมแสงแสงอาทิตย์	16
ขั้นตอนการดำเนินงาน	17
การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง	18
ขั้นตอนการทดสอบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้	18
 4 ผลการศึกษา	 19
โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้	19
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ	21
ความพึงพอใจด้านการออกแบบและสร้าง	25
ความพึงพอใจด้านการใช้งาน	26
ความพึงพอใจด้านความพึงพอใจในการใช้งาน	27
 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	 28
สรุปผลการทดสอบ	28
ข้อเสนอแนะ	28
 บรรณานุกรม	 29
 ภาคผนวก	 31
ภาคผนวก ก	32
ภาคผนวก ข	38
ภาคผนวก ค	42
ภาคผนวก ง	45
ภาคผนวก จ	47
 ประวัติย่อผู้วิจัย	 51

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 คุณสมบัติทางกลของเหล็ก SSC 400	5
2 ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านการออกแบบและสร้าง	23
3 ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านการใช้งาน	23
4 ค่าเฉลี่ยด้านคะแนนความพึงพอใจในการใช้งาน	24
5 ความพึงพอใจด้านการออกแบบและสร้าง	25
6 ความพึงพอใจด้านการใช้งาน	26
7 ความพึงพอใจด้านความพึงพอใจในการใช้งาน	27
8 ก 1 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Honda	33
9 ก 2 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Suzuki	34
10 ก 3 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Yamaha	34
11 ก 4 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Kawasaki	35

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แร่เหล็ก	3
2 เหล็กรูปพรรณ	4
3 แผ่นโพลีคาร์บอเนต	5
4 ล้อไถลแบบมีเบรก	6
5 ลูกล้อโพลียูรีเทน	7
6 โครงสร้างที่จอดรถจักรยานยนต์แบบเคลื่อนที่ได้	10
7 เสาโครงสร้าง	11
8 โครงสร้างหลังคา	12
9 แชนค้ำและพับหลังคา	13
10 แผ่นโพลีคาร์บอเนต	14
11 ล้อไถลแบบมีแป้นเบรก	15
12 ก่อถ่วงควบคุมวงจร	16
13 โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้	18
14 โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้	19
15 การพับเก็บหลังคาของโครงสร้างหลังคา	21
16 ด้านหน้าการพับเก็บหลังคาของโครงสร้างหลังคา	21
17 การทดสอบการใช้งานโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้	22
18 ก 1 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์ผู้หญิงแบบออโตเมติก	36
19 ก 2 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์แบบมินิมอเตอร์ไซค์	36
20 ก 3 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์ผู้หญิงแบบออโตเมติก	37
21 ก 4 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์ผู้ชาย	37
22 ข 1 ทดสอบการพับเก็บหลังคา ขั้นตอนที่ 1	39
23 ข 2 ทดสอบการพับเก็บหลังคา ขั้นตอนที่ 2	40
24 ข 3 ทดสอบการพับเก็บหลังคา ขั้นตอนที่ 3	41
25 ง 1 แบบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้	46

บทที่ 1

บทนำ

หลักการและเหตุผล

เนื่องจากปัจจุบันนิสิตนักศึกษาในมหาวิทยาลัยมหาสารคามมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและนักศึกษาส่วนมากมีรถส่วนตัว คือ รถยนต์และรถจักรยานยนต์ทำให้พื้นที่จอดรถในมหาวิทยาลัยไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะที่จอดรถที่มีร่มเงา ในบางวันพื้นที่จอดรถที่มีร่มเงาเต็มทำให้นิสิตนักศึกษาต้องนำรถไปจอดข้างถนนที่มีร่มเงา ซึ่งเป็นการกีดขวางการจราจรของรถที่ผ่านไปมาซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ที่สัญจรผ่านไปมาด้วย

ผู้ทำวิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้เพื่อเป็นการสร้างร่มเงาให้กับรถจักรยานยนต์หรืองานเอนกประสงค์อื่นๆ โดยมีจุดเด่นคือ สามารถที่จะใช้พื้นที่ที่จอดรถกลางแจ้งที่ได้ก็สำหรับโครงสร้างหลังคาแบบเคลื่อนที่ได้ดังกล่าว เพื่อเป็นการลดปัญหาการจอดรถข้างถนนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้รถใช้ถนนที่สัญจรผ่านไปมา และยังช่วยเป็นร่มเงาเอนกประสงค์ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานโดยการติดตั้งแผงแสงอาทิตย์ไว้บนหลังคาเพื่อนำไฟฟ้าที่ได้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อย่างคุ้มค่า

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อออกแบบและสร้างโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้
2. เพื่อทดสอบความพึงพอใจจากการใช้งานของโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

ขอบเขตการศึกษา

1. โครงสร้างเป็นเหล็กรูปพรรณโดยใช้เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมเป็นเสาและโครงหลังคาสามารถจอดรถจักรยานยนต์ได้ 1 คัน
2. หลังคาทำด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตออกแบบให้สามารถใช้ประโยชน์หรือติดตั้งชุดโครงสร้างแผงแสงอาทิตย์จำนวน 2 แผง
3. สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยล้อที่มีที่ล็อกล้อ จำนวน 6 ล้อ

4. สามารถจอดรถจักรยานยนต์ได้ 1 คัน และสามารถใช้เป็นร่มเงาสำหรับการทำงาน
เอนกประสงค์อื่นๆ

5. สถานที่ทดสอบคือ ลานจอดรถกลางแจ้งติกปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้มีพื้นที่จอดรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้นและมีร่มเงาไว้ทำกิจกรรมต่างๆในตอนกลางวันได้
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับชุดพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้

สถานที่ดำเนินการศึกษา

อาคารปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นิยามศัพท์เฉพาะ

แป คือส่วนที่ใช้วางรับหลังคา โดยแปนั้นจะวางห่างหรือถี่ขึ้นอยู่กับความกว้างยาวของ
หลังคา แปจะถ่ายน้ำหนักจากหลังคาให้ จันทัน

จันทันเอกคือ ส่วนที่รับน้ำหนักมาจากแปแล้วถ่ายน้ำหนักลงสู่เสา โดยทั่วไปจันทันจะวางทุก
ระยะประมาณ 1 เมตร โดยระยะห่างของจันทันขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัสดุหลังคาและระยะแปด้วย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหล็ก

เหล็กเป็นวัสดุพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาสังคมและความเป็นอยู่ของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คำว่า เหล็ก ที่เรียกกันทั่วไปนั้น เป็นคำที่ใช้เรียกเหมารวมถึง เหล็ก (iron) และ เหล็กกล้า (steel) ซึ่งในความเป็นจริงนั้นวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันหลายประการ ที่มา:(<http://www.pichitmetal.com>: เว็บไซต์)

2.1.1 เหล็ก (iron)

เหล็กมีสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์คือ Fe ซึ่งย่อมาจาก Ferrum ในภาษาละติน เหล็กเป็นแร่ธาตุโลหะชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ มีสีแดงอมน้ำตาล แม้เหล็กสามารถดัดได้ พบมากในชั้นหินใต้ดินบริเวณที่ราบสูงและภูเขา อยู่ในรูปก้อนสินแร่เหล็ก ปะปนกับโลหะชนิดอื่นๆ และหิน เมื่อนำมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยกรรมวิธีการ “ถลุง” โดยใช้ความร้อนสูงถึง 3000 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 1649 องศาเซลเซียส เนาให้สินแร่เหล็กหลอมละลายกลายเป็นของเหลว และแยกแร่อื่นที่ไม่ต้องการออกไป ก่อนนำโลหะนั้นไปหลอมแบบหล่อเหล็ก เพื่อให้ได้เป็นเหล็กออกมา

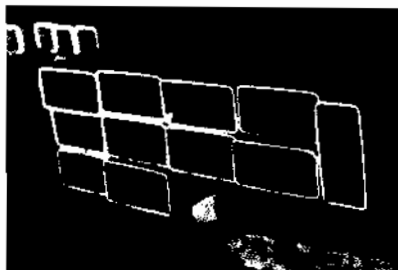


ภาพประกอบ 1 แร่เหล็ก ที่มา:(<http://www.pichitmetal.com>: เว็บไซต์)

2.1.2 เหล็กกล้า (steel)

ปกติเหล็กที่ได้จากเตาถลุงจะมีความเปราะและไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์ จึงต้องนำมาผ่านกระบวนการเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กให้ดีขึ้น ดังนั้น เหล็กกล้า จึงเป็นโลหะที่ไม่ได้มีอยู่ตามธรรมชาติ แต่ถูกผลิตขึ้นเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติโดยรวมของเหล็กให้ดีขึ้นและให้เหมาะสมต่อ

สภาพการใช้งาน เช่น ให้แข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้มาก ทนทานต่อแรงกระแทกหรือสภาวะทางธรรมชาติ มีความยืดหยุ่นดี ไม่ฉีกขาดหรือแตกหักง่าย เป็นต้น คำว่า “เหล็กกล้า” โดยทั่วไปจะหมายถึง “เหล็กกล้าคาร์บอน (carbon steel)” ซึ่งประกอบด้วยธาตุหลักๆ คือ เหล็ก (Fe) คาร์บอน (C) แมงกานีส (Mn) ซิลิคอน (Si) และธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย



ภาพประกอบ 2 เหล็กรูปพรรณ ที่มา:(<http://www.pichitmetal.com>: เว็บไซต์)

2.1.3 เหล็กรูปพรรณ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ คือเหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ใช้ในงานโครงสร้าง การขึ้นรูปเย็น คือ การแปรรูปโดยไม่ใช้ความร้อน ให้เป็นเหล็กโครงสร้าง

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (hot-roll structural steel section)
2. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น (Cold form structural steel section)
3. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณเชื่อมประกอบ (Welded structural steel section)

2.1.3.1 เหล็ก SM 400

เหล็กมาตรฐานและชั้นคุณภาพ มอก.1227-2539 ชั้นคุณภาพ SM 400 มีมาตรฐานและชั้นคุณภาพที่มีสมบัติใกล้เคียงกับ JIS G 3106 เป็นเหล็กที่เหมาะสมสำหรับโครงสร้างเชื่อมประกอบ เหล็ก SM 400 โดยมีสมบัติทางกลที่สำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตาราง 1 คุณสมบัติทางกลของเหล็ก SM400 ที่มา:(<http://www.samchaisteel.com>: เว็บไซต์)

ความต้านแรง ดึงที่ จุดความต้านแรงดึง		ความยืดต่ำสุด(%)	
ครากต่ำสุด(MPa)	(MPa)	หนาไม่เกิน5mm	หนาเกิน5mm
245	400-540	21	17

2.2 วัสดุผนังหลังคา

แผ่นโพลีคาร์บอเนต



ภาพประกอบ 3 แผ่นโพลีคาร์บอเนต ที่มา: (<http://www.thaisecondhand.com>: เว็บไซต์)

แผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate Sheet) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ผลิตจากเม็ดพลาสติก (Poly) ผสมด้วยสารที่มีคุณสมบัติทำให้แผ่นมีความยืดหยุ่นตัวหรือขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และคลายตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง แผ่นโพลีคาร์บอเนตจึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศได้ดีกว่าพลาสติกชนิดอื่นเนื่องจากตัวแผ่นวัสดุมีคุณสมบัติโดดเด่นหลายประการรวมกันทั้งมีความแข็งแรง ทนทาน มีความโปร่งใสแต่สามารถป้องกันรังสี UV ได้ดี และยังสามารถนำไปตัดโค้งได้ตามต้องการแผ่นโพลีคาร์บอเนตจึงมีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆรวมทั้งในการก่อสร้าง

2.3 สื่อนำงานอุตสาหกรรม

สื่อนำงานอุตสาหกรรมมีอยู่สองชนิดตัวอย่างคือ ลูกกลิ้งไนลอนหรือโพลีเอสเตอร์ ลูกกลิ้งโพลียูรีเทน

2.3.1 ลูกล้อไนลอนหรือโพลีเมอร์



ภาพประกอบ 4 ลูกล้อไนลอนแบบมีเบรค ที่มา:(<http://www.pc-wheel.com>: เว็บไซต์)

เส้นใยสังเคราะห์ไนลอนเป็นโพลิเมอร์แบบกึ่งผลึกที่มีคงความแข็งแรงสูงแม้จะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงและมีความเหนียวทนทานต่อการสึกหรอและการขีดข่วน ตลอดจนทนทานต่อสารเคมีต่างๆจึงเหมาะสมกับโครงสร้างในการออกแบบในครั้งนี้เพราะโครงสร้างที่จอดรถจักรยานยนต์แบบเคลื่อนที่ได้มีน้ำหนักไม่มากนักจึงสามารถใช้ล้อไนลอนได้

2.3.2 ลูกล้อโพลียูรีเทน



ภาพประกอบ 5 ลูกล้อโพลียูรีเทน ที่มา:(<http://www.pc-wheel.com>: เว็บไซต์)

เป็นล้อที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนย้ายที่มีน้ำหนักมากทนทานต่อการสึกหรอ ซึ่งมีความแข็งแรงสูงกว่าและรับน้ำหนักได้มากกว่าเมื่อเทียบกับล้อไนลอนหรือโพลีเมอร์

2.4 การออกแบบที่จอดรถ

2.4.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

จากกฎกระทรวง ฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ได้มีใจความที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดเฉพาะสำหรับที่จอดรถยนต์เท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อ 2 ที่จอดรถ 1 คัน ต้องเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า และต้องมีลักษณะและขนาดดังนี้

1) ในกรณีที่จอดรถขนานกับแนวทางเดินรถหรือทำมุมกับแนวทางเดินรถน้อยกว่าสามสิบองศา ให้ความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร

2) ในกรณีที่จอดรถตั้งฉากกับแนวทางเดินรถ ให้ความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 5.00 เมตร แต่ทั้งนี้ จะต้องไม่จัดให้มีทางเข้าออกของรถเป็นทางเดินรถทางเดียว

3) ในกรณีที่จอดรถทำมุมกับแนวทางเดินรถมากกว่าสามสิบองศา ให้ความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 5.50 เมตร

ข้อ 3 ที่จอดรถแต่ละคัน ต้องมีเครื่องหมายแสดงลักษณะและขอบเขตของที่จอดรถไว้ให้ปรากฏบนพื้น และต้องมีทางเดินรถเชื่อมต่อโดยตรงกับทางเข้าออกของรถและที่กลับรถ

ข้อ 4 ระยะความสูงสุทธิระหว่างพื้นที่ที่ใช้จอดรถ ทางเดินรถ และทางลาดขึ้นลงของรถกับส่วนที่ต่ำสุดของชั้นที่ถัดไปของอาคาร ต้องไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร

ส่วนของพื้นที่ที่ใช้จอดรถต่างระดับกันจะเหลื่อมกันได้ไม่เกิน 1.00 เมตร และเฉพาะส่วนที่เหลื่อมกันจะมีความสูงน้อยกว่า 2.10 เมตรก็ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิฑูรย์ เลิศฤทธิสีหิธรและ ธวัชชัย เหล่าศิริหงษ์ทอง (2543 : 89) ทำการศึกษา การจัดการจราจรโดยแบ่งการจัดการจราจรเป็น 2 รูปแบบ คือ การจัดการจราจรแบบเดินรถสวนทางและการจัดการจราจรแบบเดินรถทางเดียว ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการใช้บริการที่จอดรถ การให้บริการที่จอดรถการกำหนดขีดเพื่อประเมินผลการออกแบบและการคัดเลือกเครื่องมือและใช้เครื่องมือเพื่อการออกแบบ จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการจราจรแบบเดินรถสวนทางดีกว่าแบบเดินรถทางเดียวในแง่ของความจุและการใช้เวลาภายในที่จอดรถในขณะที่การจัดการจราจรแบบเดินรถทางเดียวดีกว่าแบบเดินรถสวนทางในแง่ของความปลอดภัย โดยรวมแล้วผู้ศึกษาได้สรุปว่า การจัดการจราจรแบบเดินรถสวนทางจะดีกว่าการจัดการจราจรแบบเดินรถทางเดียว

ลมชาย ปฐมศิริ (2544:55) ทำการศึกษาข้อมูลจากมหาวิทยาลัยของรัฐบาลและเอกชน ทั้งสิ้น 16 มหาวิทยาลัย ในเรื่องมาตรการที่มหาวิทยาลัยใช้ในการจัดการพื้นที่จอดรถ อาทิเช่น การจัดการขณะผ่านเข้าพื้นที่ เช่น การห้ามเข้า รับบัตรผ่าน การติดสติ๊กเกอร์ การจัดการพื้นที่จอดรถ และการจัดสรรพื้นที่จอดรถตามเวลา เป็นต้น จากผลการศึกษาพบว่า มหาวิทยาลัยที่ตั้งอยู่ในเขตเมืองหรือมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ มีแนวโน้มว่าจะใช้มาตรการเข้มงวดมาก ส่วนมหาวิทยาลัยซึ่งตั้งอยู่ตามชานเมือง มาตรการที่นิยมนำมาใช้มากที่สุด คือ การสำรองที่จอดรถให้กับบุคลากรหรือนักศึกษาของตน

วรุฒิ อัจฉริยศรีพงศ์ อนันตชัย ปัญญาภิรมย์ และ สมชาย ปฐมศิริ (2543 : 83) ทำการศึกษาการจอดรถภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยมหิตลสาธิต จากการศึกษาต้องการทำความเข้าใจลักษณะและพฤติกรรมจอดรถภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งขั้นตอนการศึกษาก็เริ่มด้วยการกำหนดพื้นที่ที่จะศึกษา การสำรวจรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาในการสำรวจ และผลการศึกษา ก็จะบอกถึงปริมาณจราจรในช่วงระยะเวลาการศึกษาอัตราส่วนของรถแต่ละประเภทเมื่อเทียบกับทั้งหมดปริมาณจราจรสะสม ปริมาณที่จอดรถเมื่อเทียบกับปริมาณจราจรสะสม ต้นทางและปลายทางของรถที่เข้าออกพื้นที่ศึกษา ระยะเวลาการจอดรถซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของโซนนั้นๆ และอัตราการหมุนเวียนจอดในแต่ละพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อการวางแผนป้องกันปัญหาที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตได้

อาติยา เครือวรรณ และ คงขวัญ ศรีสันต์ (2550:39) สำรวจลักษณะการออกแบบจุดจอดรถจักรยานยนต์บนถนนในปัจจุบัน พบว่าขนาดช่องจอดภายในมหาวิทยาลัยมหาสารคามมีขนาดความกว้าง 0.75 – 1.0 เมตร ความยาว 1.5 – 1.7 เมตร และทำมุม 62 – 125 องศา กับขอบถนน สำรวจลักษณะของรถจักรยานยนต์ที่มีผู้ใช้ภายในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม สามารถสรุปได้ว่าขนาดของรถจักรยานยนต์ โดยทั่วไปมีขนาด กว้าง 0.7 เมตร ยาว 1.9 เมตร สูง 1.0 เมตร สร้างแนวทางการออกแบบที่จอดรถโดยแสดงลักษณะของช่องจอดและสร้างสมการคำนวณช่องจอดรถจักรยานยนต์ เมื่อจอดรถทำมุม 45 60 90 องศา กับขอบทางสำหรับช่องจอดกว้าง 0.75 0.85 0.95 เมตร

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

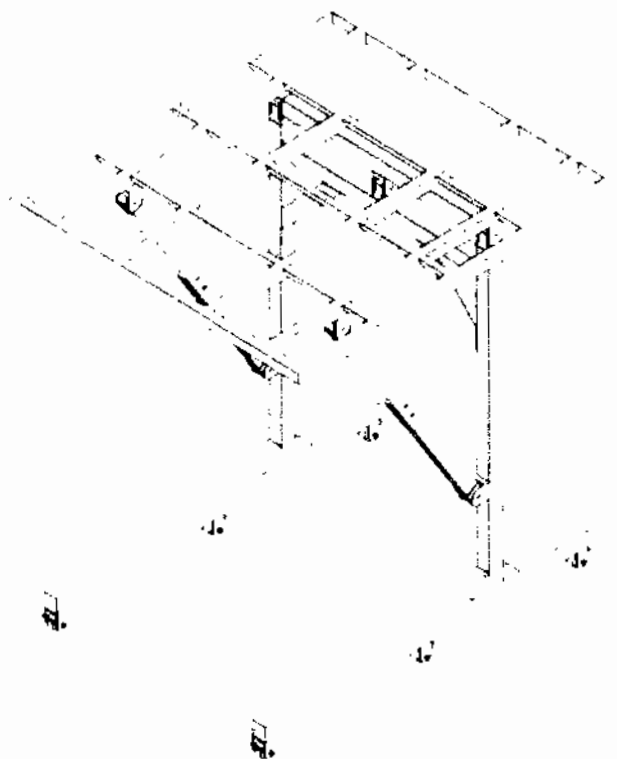
เพื่อให้การดำเนินการศึกษาและการออกแบบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1. สำรวจขนาดรถจักรยานยนต์

1. วัดขนาดรถจักรยานยนต์คละรุ่นจำนวน 100 คัน
2. หาค่าเฉลี่ยของขนาดของรถจักรยานยนต์
3. ขนาดเฉลี่ยของรถจักรยานยนต์ที่ได้จากการสำรวจ จะเป็นค่าเริ่มต้นในการออกแบบโครงสร้างเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

3.2. การออกแบบและเลือกวัสดุ

จากการสำรวจและวัดขนาดรถจักรยานยนต์คละรุ่นจำนวน 100 คัน โดยมีขนาดเฉลี่ยอยู่ที่ ความยาวเฉลี่ย 1.83 เมตร ความกว้างหน้าตรง 6.7 เมตร ความกว้างตอนล้อคอ 6.4 เมตร จึงได้ออกแบบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้ โดยโครงสร้างหลักจะใช้เหล็กเป็นโครงสร้างที่มีขนาดโดยรวม กว้าง 1.5 เมตร ยาว 1.9 เมตร และสูง 2 เมตร



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

จากการวัดขนาดของรถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้สามารถจอด
รถจักรยานยนต์ได้ 1 คัน (ภาคผนวก ข)

3.2.1 โครงสร้างเสา

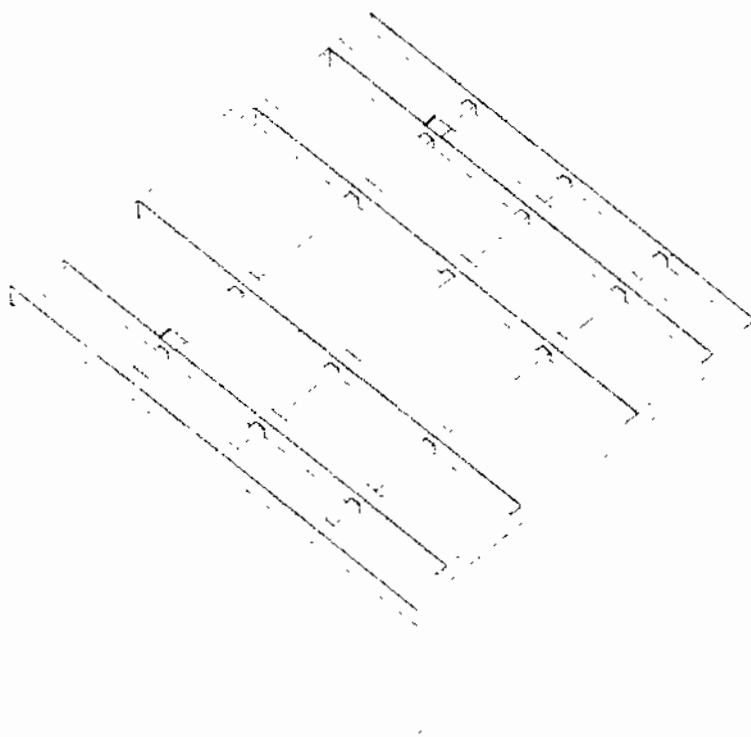
๕

ภาพประกอบ 7 เสาโครงสร้าง

ใช้เหล็กรูปพรรณหรือเหล็กกล่อง 3x3 นิ้ว ทำโครงสร้างเสาจำนวน 2 เสา ซึ่งมีความสูง 1.8 เมตร



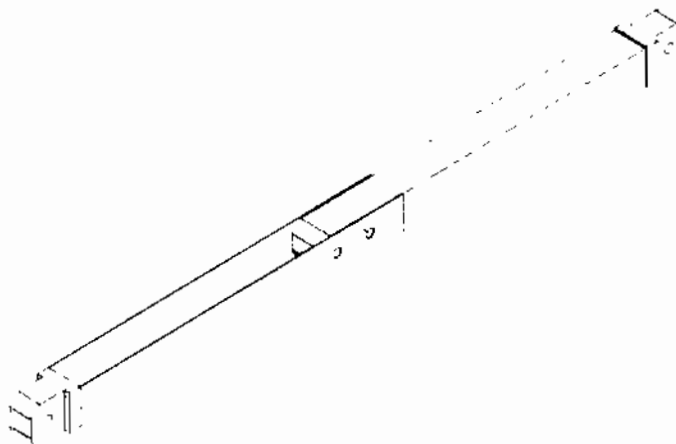
3.2.2 โครงสร้างหลังคา



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างหลังคา

ใช้เหล็กรูปพรรณหรือเหล็กกล่อง 1x1 นิ้ว ทำโครงสร้างหลังคา ซึ่งจะเป็นโครงสร้างที่รองรับหลังคา

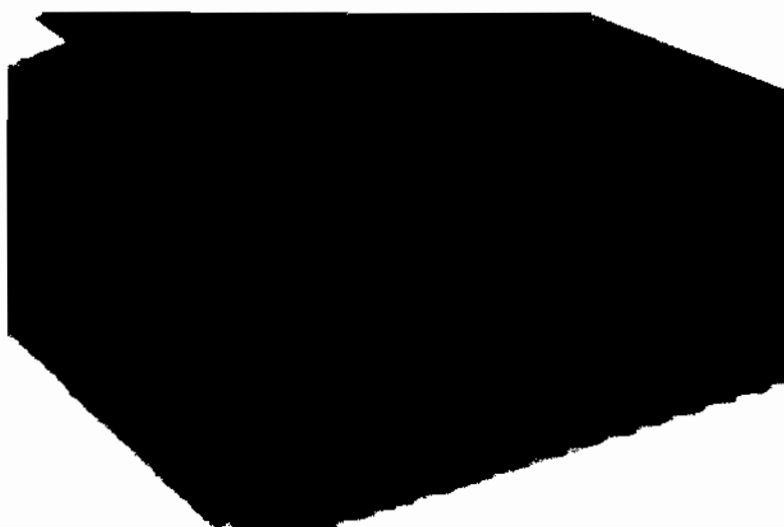
3.2.3 แขนค้ำและบานพับหลังคา



ภาพประกอบ 9 แขนค้ำและพับหลังคา

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการพับเก็บหลังคา เพื่อให้เคลื่อนย้ายได้ง่ายและสะดวกในการดูแลรักษา
แสงอาทิตย์

3.2.4 หลังคา

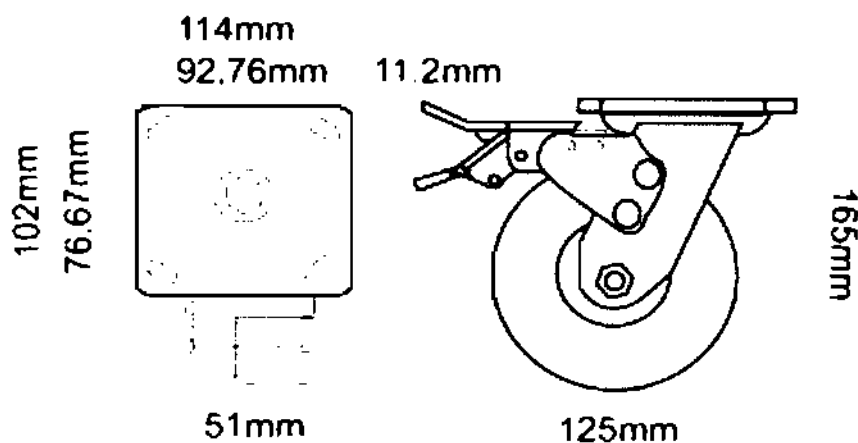


ภาพประกอบ 10 แผ่นโพลีคาร์บอเนต ที่มา:(<http://www.thaisecondhand.com>: เว็บไซต์)

ผู้วิจัยได้เลือกใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนต โดยมีข้อมูลแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ทนต่อแรงกระแทกและยากต่อการแตกหัก ซึ่งหากเทียบแล้วจะมีความแข็งแรงมากกว่า 80-200 เท่าหรือ มากกว่าอะคริลิกถึง 15 เท่า
2. มีความโปร่งแสงดีเยี่ยมแสงสามารถส่องผ่านได้ถึง 25-88 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นกับสี และความหนาของแผ่นโพลีคาร์บอเนตที่นำไปใช้
3. ตัววัสดุสามารถทนความร้อนได้สูงรวมทั้งยังสามารถช่วยกรองรังสี UV ได้เนื่องจากถูกเคลือบด้วยสารดูดซับแสง UV ประเภทความหนาแน่นสูง

3.2.5 ล้อสำหรับการเคลื่อนที่



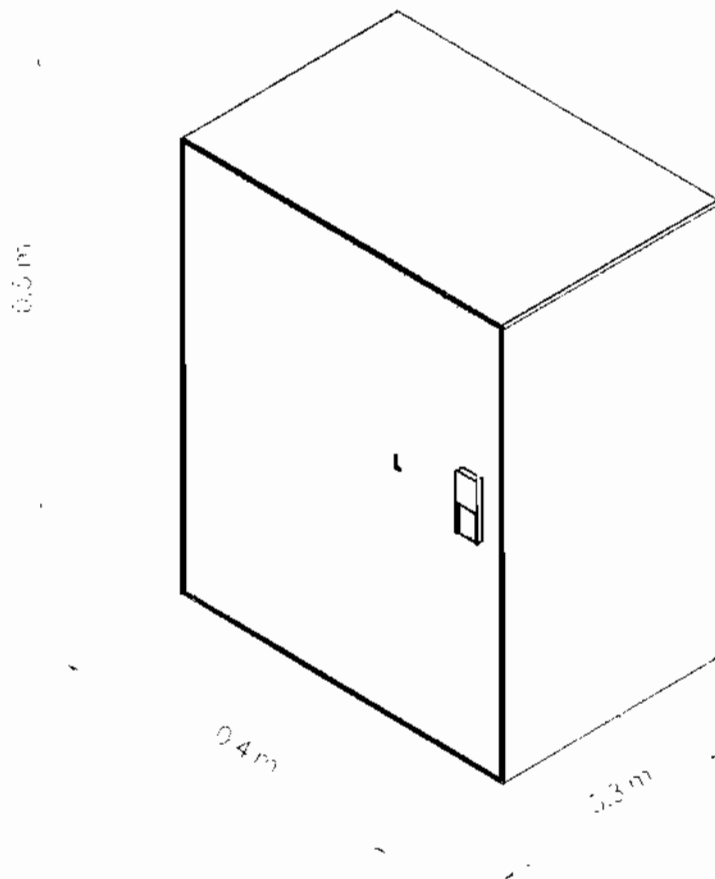
ภาพประกอบ 11 ล้อในล้อแบบมีแป้นเบรก ที่มา: (<http://www.happymove.co.th>; เว็บไซต์)

ข้อมูลแสดงรายละเอียดล้อไนลอน (Nylon) แบบมีแป้นเบรก

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 เมตร
2. ขนาดล้อหน้ากว้าง 0.051 เมตร
3. ความสูง 0.14 เมตร
4. รับน้ำหนัก 0.27 กิโลกรัม

ซึ่งน้ำหนักโดยประมาณของโครงสร้างทั้งหมดรวมกับน้ำหนักของแผงแสงอาทิตย์ 2 แผง มีค่าเท่ากับ 72.4 กิโลกรัม (ดังแสดงในภาคผนวก ค) ดังนั้นถ้าใช้ล้อ 6 ล้อในการออกแบบ จึงเพียงพอในการรับน้ำหนักดังกล่าว

3.2.6 ออกแบบกล่องควบคุมวงจรเพื่อใช้ในการควบคุมแผงแสงอาทิตย์



ภาพประกอบ 12 กล่องควบคุมวงจรจำนวน 2 กล่อง

ในกล่องควบคุมที่ 1 จะมีอุปกรณ์ดังนี้

1. ตัวควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่
2. แบตเตอรี่
3. อินเวอร์เตอร์

ในกล่องควบคุมที่ 2 จะมีอุปกรณ์ดังนี้

1. ชุดอุปกรณ์สายชาร์จเอนกประสงค์

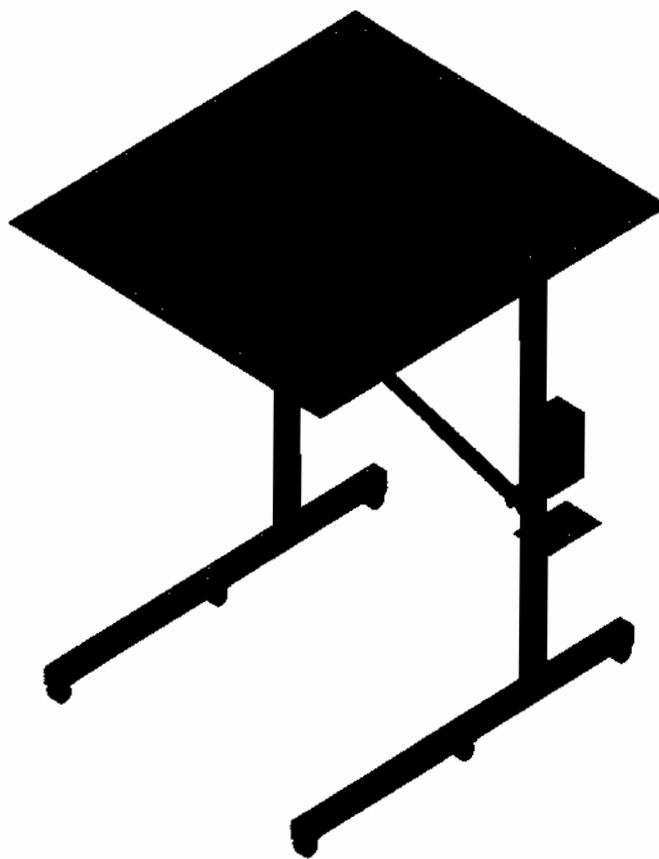
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้ออกแบบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้แล้ว จากนั้นก็เริ่มจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ และสร้างที่จอดรถจักรยานยนต์แบบเคลื่อนที่ได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนแรกทำการวัดขนาดของเสาและฐานเพื่อที่จะตัดและเชื่อมต่อกัน โดยโครงสร้างจะใช้เหล็กกล่องขนาด 3x3 นิ้ว เป็นเสายาว 1.80 เมตร จำนวน 2 เสา และฐานยาว 1.90 เมตรจำนวน 2 ฐาน
2. ใช้เหล็กขนาด 2x2 นิ้ว ใช้ทำจันทันเอก และ 1x1 นิ้ว ใช้ทำแปในโครงสร้างของหลังคา เพื่อให้ได้ความแข็งแรงและเพื่อติดแผ่นหลังคาและแผงแสงอาทิตย์
3. ใช้เหล็กฉวยขนาด 2x2 นิ้ว ใช้ทำเป็นตัวจับหลังคาและเป็นตัวค้ำของหลังคา
4. ติดตั้งล้อแบบมีเบรกไว้ตรงปลายทั้งสองด้าน และตรงกลางของฐานโดยมีระยะห่างที่เท่าๆกัน
5. ติดตั้งกล่องควบคุม และกล่องสำหรับไว้แบตเตอรี่ของชุดพลังงานแสงอาทิตย์โดยติดตั้งไว้ข้างเสาด้านนอกของทั้งสองด้าน

3.4 การประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง

เมื่อนำชิ้นส่วนโครงสร้างมาประกอบกัน จะสามารถแสดงตามรูปประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

3.5 ขั้นตอนการทดสอบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

ทำการสำรวจโดยใช้แบบสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้งานโดยจะสำรวจประเด็นที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของที่นั่งจอดรถ ความแข็งแรง การพับเก็บ และการเคลื่อนย้าย ซึ่งจะมีการสำรวจจาก นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวนไม่น้อยกว่า 100 คน แบบสำรวจได้แสดงในภาคผนวก ง

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

จากการออกแบบ ผู้วิจัยได้สร้างและประกอบโครงสร้างเข้าด้วยกันซึ่งแสดงได้ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

ในการพับเก็บหลังคาสามารถนั้นได้แสดงดังภาพประกอบ 15 และ ภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 15 การพับเก็บหลังคาของโครงสร้างหลังคา



ภาพประกอบ 16 ด้านหน้าการพับเก็บหลังคาของโครงสร้างหลังคา

4.2 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากการทดสอบการออกแบบและสร้างโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้ โดยเก็บข้อมูลจากแบบสำรวจความพึงพอใจ ของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยทดสอบเป็นคู่จำนวน 50 คู่ เป็นนิสิตชายจำนวน 82 คน และเป็นนิสิตหญิงจำนวน 12 คน

จากแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจ น้ำหนักคะแนนของความพึงพอใจจะเริ่มจากน้อยที่สุด (1) น้อย (2) ปานกลาง (3) มาก (4) และมากที่สุด (5)



ภาพประกอบ 17 การทดสอบการใช้งานโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านการออกแบบและสร้าง

ประเด็นความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย
1.1 ขนาดและรูปร่างที่จอดรถจักรยานยนต์	4.08
1.2 สามารถกันแดดรถจักรยานยนต์ได้อย่างเหมาะสม	3.83
1.3 วัสดุที่เลือกใช้	4.03
1.4 การออกแบบโดยรวม	4.07
1.5 ความทนทานของวัสดุ	4.31
1.6 คุณภาพของวัสดุที่ใช้	4.15
1.7 ความเหมาะสมของช่องจอดรถจักรยานยนต์	4.05

จากตาราง 2 พบว่า โดยภาพรวมผู้ทดสอบมีความพึงพอใจมากโดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดอยู่ที่ด้านความทนทานของวัสดุคือ 4.31 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ด้านสามารถกันแดดรถจักรยานยนต์ได้อย่างเหมาะสมคือ 3.83 คะแนน

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านการใช้งาน

ประเด็นความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย
2.1 การพับเก็บของแขนพับ	3.97
2.2 การเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่จอดรถ	4.09
2.3 ความสะดวกสบายในการนำมาใช้งาน และจัดเก็บ	4.00
2.4 ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.01
2.5 การรับน้ำหนักของล้อ	4.06
2.6 ความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.02

จากตาราง 3 พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มากโดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดอยู่ที่ด้านการเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่จอดรถคือ 4.09 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ด้านการพับเก็บของแขนพับคือ 3.97 คะแนน

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยด้านคะแนนความพึงพอใจในการใช้งาน

ประเด็นความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย
3.1 สามารถบังคับ และผ่อนได้ดี	3.97
3.2 สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย	4.12
3.3 ขั้นตอนในการนำมาใช้งาน และจัดเก็บไม่ยุ่งยาก	4.06
3.4 สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย	4.05
3.5 ช่องจอดรถจำนวน 1ช่องเพียงพอต่อการใช้งาน	4.14

จากตาราง 4 พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มากโดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดอยู่ที่ด้านช่องจอดรถจำนวน 1ช่องเพียงพอต่อการใช้งานคือ 4.14 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดอยู่ที่ด้านสามารถบังคับ และผ่อนได้ดีคือ 3.97 คะแนน

ตาราง 5 ความพึงพอใจด้านการออกแบบและสร้าง

ประเด็นความพึงพอใจ	มากที่สุด (%)	มาก (%)	ปานกลาง (%)	น้อย (%)	น้อยที่สุด (%)	รวม (%)
1.1 ขนาดและรูปร่างที่ จอดรถจักรยานยนต์	27	56	15	2	0	100
1.2 สามารถกันแดด รถจักรยานยนต์ได้อย่าง เหมาะสม	32	41	24	7	0	100
1.3 วัสดุที่เลือกใช้	21	48	25	2	0	100
1.4 การออกแบบ โดยรวม	27	54	18	1	0	100
1.5 ความทนทานของ วัสดุ	47	38	14	1	0	100
1.6 คุณภาพของวัสดุที่ใช้	35	47	16	2	0	100
1.7 ความเหมาะสมของ ช่องจอดรถจักรยานยนต์	30	46	23	1	0	100

ในหัวข้อด้านการออกแบบและสร้าง ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ ความทนทานของวัสดุที่ใช้ คือ 47 เปอร์เซนต์ เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดวัสดุที่สร้างโครงหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้ อย่างเหมาะสม จึงทำให้ดูมั่นคงและแข็งแรง และค่าเฉลี่ยน้อยสุดอยู่ที่ ความสามารถกันแดดรถจักรยานยนต์ ได้อย่างเหมาะสมคือ 41 เปอร์เซนต์ ที่ได้คะแนนในส่วนนี้น้อย อาจเป็นเพราะว่าแสงแดดแต่ละช่วงเวลา จะทำให้เกิดร่มเงาไม่เหมือนกัน ร่มเงาจะอยู่ตรงกลางโครงสร้างมากที่สุดในช่วงเวลา 11.30 นาฬิกา- 13.30 นาฬิกา ส่วนในเวลาอื่นร่มเงาก็จะเคลื่อนย้ายไปตามดวงอาทิตย์ในเวลานั้นๆ

ตาราง 6 ความพึงพอใจด้านการใช้งาน

ประเด็นความพึงพอใจ	มากที่สุด (%)	มาก (%)	ปานกลาง (%)	น้อย (%)	น้อยที่สุด (%)	รวม (%)
2.1 การพับเก็บของ แขนพับ	32	40	26	2	0	100
2.2 การเคลื่อนที่ของ โครงสร้างที่จอดรถ	29	51	20	0	0	100
2.3 ความสะดวกสบาย ในการนำมาใช้งาน และ จัดเก็บ	29	45	23	3	0	100
2.4 ความปลอดภัยใน การใช้งาน	29	45	24	2	0	100
2.5 การรับน้ำหนักของ ล้อ	28	51	20	1	0	100
2.6 ความสะดวกสบาย ในการใช้งาน	25	49	24	2	0	100

ในหัวข้อด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ด้านการเคลื่อนที่ของโครงสร้างคือ 51 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้มีล้อที่สำหรับเคลื่อนย้าย จำนวน 6 ล้อ สามารถรับน้ำหนักทั้งหมดของโครงสร้างได้จึงทำให้เคลื่อนย้ายได้ดี และค่าเฉลี่ยต่ำสุด อยู่ที่ด้านการพับเก็บของแขนพับคือ 40 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากโครงสร้างหลังคามีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากเมื่อรวมกับแผงแสงอาทิตย์ แขนพับนั้นจึงจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ และแข็งแรง เพื่อที่จะรับน้ำหนักของโครงสร้างหลังคาจึงทำให้การพับเก็บยาก

ตาราง 7 ความพึงพอใจด้านความพึงพอใจในการใช้งาน

ประเด็นความพึงพอใจ	มากที่สุด (%)	มาก (%)	ปานกลาง (%)	น้อย (%)	น้อยที่สุด (%)	รวม (%)
3.1 สามารถบังคับ และฝนได้ดี	31	44	25	4	0	100
3.2 สามารถเคลื่อนย้าย ได้ง่าย	35	44	19	2	0	100
3.3 ขั้นตอนในการ นำมาใช้งาน และจัดเก็บ ไม่ยุ่งยาก	33	49	17	1	0	100
3.4 สามารถใช้งานได้ อย่างปลอดภัย	28	52	17	3	0	100
3.5 ช่องจอดรถจำนวน 1ช่องเพียงพอต่อการใ้ งาน	21	59	16	4	0	100

ในหัวข้อด้านความพึงพอใจในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ช่องจอดรถจำนวน 1 ช่องเพียงพอต่อการใช้งานคือ 59 เปอร์เซนต์ เนื่องจากช่องจอดรถจักรยานยนต์มีความกว้าง 1.5 เมตร สูง 2.2 เมตร จึงเพียงพอที่จะจอดรถจักรยานยนต์ 1 คัน โดยค่าเฉลี่ยของความยาวอยู่ที่ 183.57 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ด้านความสามารถบังคับและฝนได้ดีคือ 44 เปอร์เซนต์ เนื่องจากร่มเงาของหลังคาจะเปลี่ยนไปตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ และโครงสร้างหลังคามีขนาดเล็ก จึงทำให้บางช่วงเวลาในช่องจอดรถมีแดดส่องเข้ามา

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

โครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้ ที่ได้ออกแบบและสร้างมีขนาดความกว้าง 1.5 เมตร ความสูง 2 เมตร และความยาว 1.9 เมตร ซึ่งโครงสร้างนี้สามารถเป็นที่จอดรถจักรยานยนต์ได้ 1 คัน จากการทดสอบการใช้งานด้วยแบบสำรวจความพึงพอใจ จากผู้ทดสอบจำนวน 50 คู่ โดยเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้ 5 คือ มากที่สุด 4 คือ มาก 3 คือ ปานกลาง 2 คือ น้อย 1 คือ น้อยที่สุด จากผลสำรวจพบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างมาก เมื่อสำรวจในแต่ละด้านพบว่าในด้านการออกแบบและสร้าง หัวข้อความทนทานของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยคะแนนมากที่สุดอยู่ที่ 4.31 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนน้อยที่สุดอยู่ที่ สามารถกันแดดรถจักรยานยนต์ได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 3.83 คะแนน ในด้านการใช้งานค่าเฉลี่ยที่มากที่สุดอยู่ที่ การเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่จอดรถ โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 4.09 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนน้อยที่สุดอยู่ที่ การพับเก็บของแขนพับ โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 3.97 คะแนน ในด้านความพึงพอใจในการใช้งาน ค่าเฉลี่ยที่มากที่สุดอยู่ที่ ช่องจอดรถจำนวน 1 ช่อง เพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 4.14 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนน้อยที่สุดอยู่ที่ สามารถบังแดดและฝนได้ดี โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 3.97 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยทั้งมากที่สุดและน้อยที่สุด มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โครงสร้างหลังคานี้มีความเหมาะสมในการใช้งานทั้งสามด้านคือ ด้านการการออกแบบและสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านความพึงพอใจในการใช้งาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรออกแบบให้มีน้ำหนักเบากว่านี้เพื่อที่จะสะดวกในการเคลื่อนย้ายและพับเก็บของโครงสร้าง
2. ควรมีการประยุกต์ใช้งานในการใช้แสงแสงอาทิตย์ชนิดอื่นๆอีกต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฎกระทรวง ฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติ ควบคุม อาคาร พ.ศ.
2522 กฎกระทรวง. <<http://law.longdo.com/law/179/sub13854>> 27 สิงหาคม
2556.
- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเหล็ก Pichit Metal Co.,Ltd. <<http://www.pichitmetal.com>>
27 สิงหาคม 2556.
- ตารางคุณสมบัติทางกลของเหล็ก SSC 400 <<http://www.samchaisteel.com>>
27 สิงหาคม 2556.
- วิฑูรย์ เลิศฤทธิสีหิทธิพร และธวัชชัย เหล่าศิริหงษ์ทอง ทำการศึกษา การจัดการจราจรโดย
แบ่งการจัดการจราจรเป็น 2 รูปแบบ คือ การจัดการจราจรแบบเดินรถสวนทางและการ
จัดการจราจรแบบเดินรถทางเดียว. 2543 หน้า 89
- วรวิทย์ อัจฉริยศรีพงศ์ และคณะ ทำการศึกษากการจอดรถภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย
มหิดล ศาลายา. จากการศึกษาต้องการทำความเข้าใจ ลักษณะและพฤติกรรมการจอดรถ
ภายในพื้นที่ศึกษา ที่มหาวิทยาลัยใช้ในการจัดการพื้นที่จอดรถ. 2543 หน้า 83
- สมชาย ปฐมศิริ และคณะ ทำการศึกษามหาวิทยาลัยของรัฐบาลและเอกชนทั้งสิ้น 16 มหาวิทยาลัยใน
เรื่องมาตรการที่มหาวิทยาลัยใช้ในการจัดการพื้นที่จอดรถ. อาทิเช่น การจัดการขณะผ่านเข้า
พื้นที่ เช่น การห้ามเข้า รับบัตรผ่าน การติดสติ๊กเกอร์. 2544 หน้า 55
- อาติยา เครือวรรณ และคงขวัญ ศรีสันต์ ทำการสำรวจลักษณะการออกแบบจุดจอดรถจักรยานยนต์บน
ถนนในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในปัจจุบันพบว่าขนาดช่องจอดภายในมหาวิทยาลัย
มหาสารคามมีขนาดความกว้าง 0.75 – 1.0 เมตร ความยาว 1.5 – 1.7 เมตร และทำมุม 62 –
125 องศา กับขอบถนน สำรวจลักษณะของรถจักรยานยนต์ที่มีผู้ใช้ภายในมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม กรณีศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2550 หน้า 39

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การสำรวจข้อมูลสำหรับออกแบบช่องที่จอดรถจักรยานยนต์



ตาราง ก 1 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Honda

ลำดับ ที่	รุ่นรถจักรยานยนต์	จำนวน (คัน)	ค่าเฉลี่ย ความยาวทั้งหมด (cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้างหน้า ตรง(cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้างล้อ คอ(cm)
1	Wave 110 i	11	190	71	70
2	Wave R125	6	190	71	70
3	Wave 100	15	190	70	68
4	Click	2	190	69	67
5	Click i	6	190	69	67
6	Click 125 i	9	190	69	67
7	Scoopy i	10	185	69.5	66
8	MSX 125	4	176	75	77
9	Soinc 125	2	180	60	60
10	C8R 150	1	197	69.5	68
11	Dreem	1	192	70	67
12	Nicc	1	187	67	65
13	Icon	1	186	66.5	66
14	CB 400	1	205	80	87
15	Chaly	1	164	51	54
	รวม	71	187.47	68.5	67.93

ตาราง ก 2 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Suzuki

ลำดับ ที่	รุ่นรถจักรยานยนต์	จำนวน (คัน)	ค่าเฉลี่ย ความยาวทั้งหมด (cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้างหน้า ตรง(cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้างล้อ คอ(cm)
1	RC	1	170	63	52
	รวม	1	170	63	52

ตาราง ก 3 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Yamaha

ลำดับ ที่	รุ่นรถจักรยานยนต์	จำนวน (คัน)	ค่าเฉลี่ย ความยาวทั้งหมด (cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้าง หน้าตรง(cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้างล้อ คอ(cm)
1	Mio 115	4	180	67.5	64
2	Mio 125 i	3	185	70	74
3	Nouvo 135	1	198	70	68
4	Nouvo MX	1	196	69	68
5	X1R 135	1	195	67	65
6	Fitano	1	180	68.5	67
7	Sparx 110	1	189	67	64
8	Spark 115	1	194	75.5	72
9	Fino	8	187	74	70
10	Spark 135	1	195	70.5	67
11	TTX	1	188	74.5	60
12	Fresh	1	187	67.5	55
	รวม	24	189.5	70.08	66.12

ตาราง ก 4 ขนาดและรุ่นรถจักรยานยนต์ Kawasaki

ลำดับ ที่	รุ่นรถจักรยานยนต์	จำนวน (คัน)	ค่าเฉลี่ย ความยาวทั้งหมด (cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้าง หน้าตรง(cm)	ค่าเฉลี่ย ความกว้างล้อ คอ(cm)
1	KSR	2	157	68	72
2	Ninja 250	1	200	71.5	69
3	GTO	1	190	66	70

ในการออกแบบรูปแบบที่จอดรถจักรยานยนต์ เราจำเป็นต้องรู้จักขนาดของรถจักรยานยนต์ ก่อนถึงจะได้ขนาดของช่องจอด เพื่อให้สะดวกในการเข้า – ออก จากการสำรวจลักษณะของรถจักรยานยนต์ที่มีผู้ใช้อยู่ในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม รถจักรยานยนต์จะแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ รถจักรยานยนต์ผู้หญิงจะมีลักษณะมีกะบังลมหน้าและรถจักรยานยนต์ผู้ชายจะไม่มีกะบังลมหน้า จากการสำรวจขนาดรถจักรยานยนต์จำนวน 100 คัน จึงสรุปได้ดังนี้ ความยาวเฉลี่ยทั้งหมดคือ 183.57 เซนติเมตร ความกว้างหน้าตรง 67.52 เซนติเมตร ความกว้างตอนล้อคอ 64.09 เซนติเมตร ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลนี้ไปเป็นมาตรฐานในการออกแบบช่องจอดรถสำหรับโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้



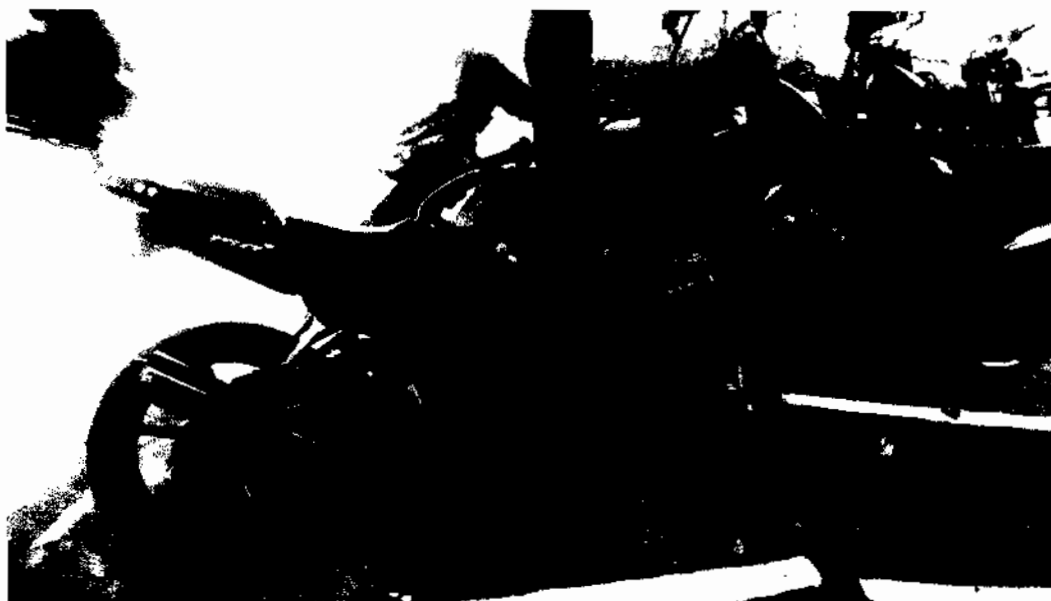
ภาพประกอบ ก 1 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์ผู้หญิงแบบออโตเมติก



ภาพประกอบ ก 2 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์แบบมินิมอเตอร์ไซค์



ภาพประกอบ ก 3 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์ผู้หญิงแบบออโตเมติก

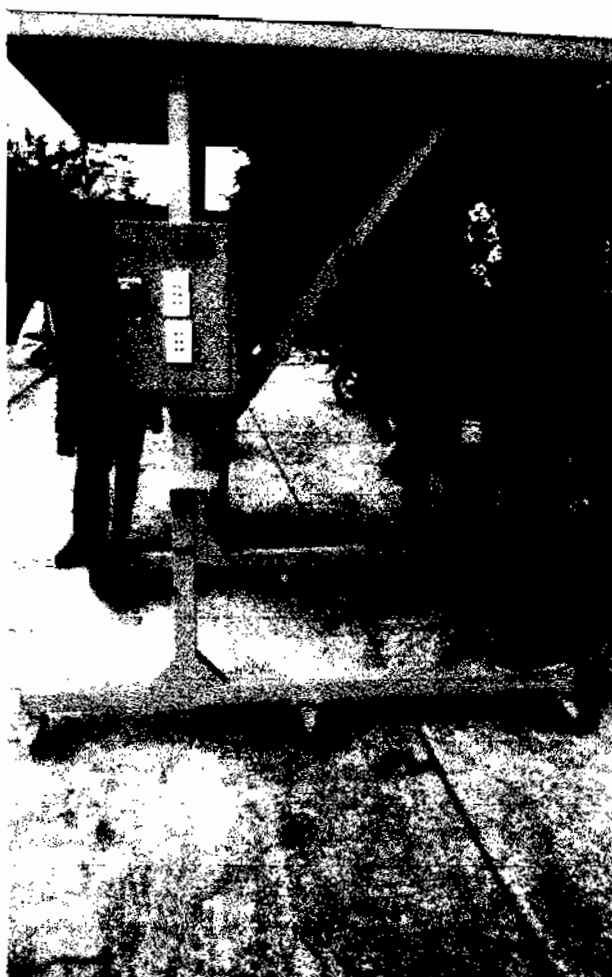


ภาพประกอบ ก 4 ภาพด้านข้างรถจักรยานยนต์ผู้ชาย

ภาคผนวก ข

ภาพการทดสอบการใช้งานโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

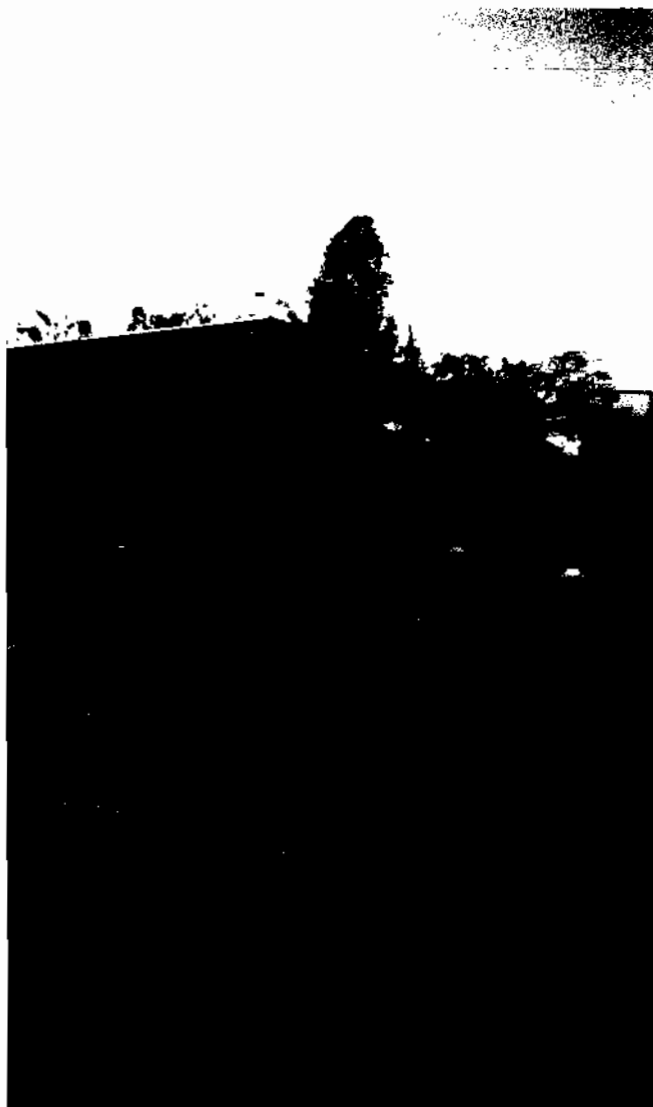




ภาพประกอบ ข 1 ทดสอบการพับเก็บหลังคา ขั้นตอนที่ 1



ภาพประกอบ ข 2 ทดสอบการพับเก็บหลังคา ขั้นตอนที่ 2

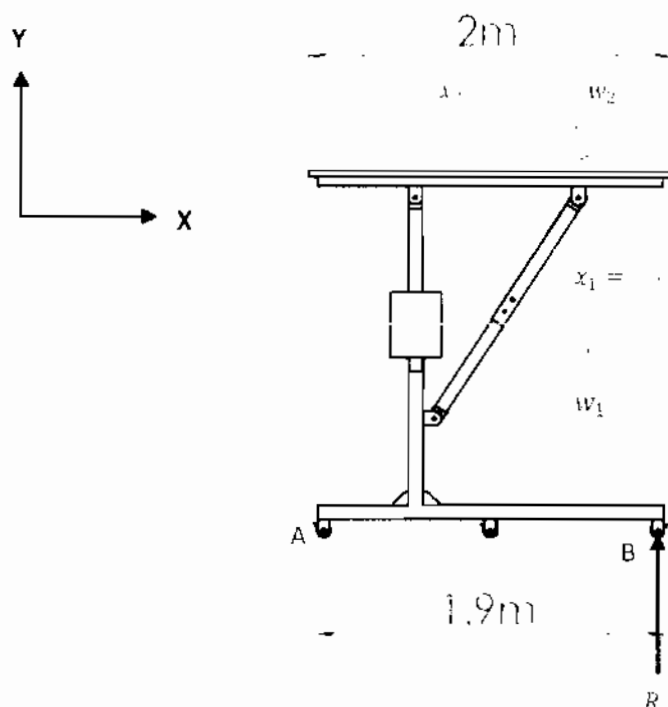


ภาพประกอบ ข 3 ทดสอบการหับเก็บหลังคา ขั้นตอนที่ 3

ภาคผนวก ค
วิธีการคำนวณสมดุลโครงสร้าง



วิธีการคำนวณสมดุลของโครงสร้าง



ให้ w_1 = น้ำหนักโครงสร้างหลังคาทั้งหมดคือ 64.73 kg

w_2 = น้ำหนักแผงแสงอาทิตย์ 2 แผงคือ 7.6 kg

ดังนั้น

$$w_1 = 635 \text{ N} \quad ; \quad w_2 = 74.56 \text{ N}$$

หาระยะ x_1

$$x_1 = \frac{A_1 \bar{x}_1 + A_2 \bar{x}_2 + A_3 \bar{x}_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$= \frac{(0.1448 \times 0.95) + (0.1427 \times 0.538) + (0.0965 \times 0.95)}{(0.1448 + 0.1427 + 0.0965)}$$

$$x_1 = 0.796 \text{ m}$$

ดังนั้น น้ำหนักของโครงสร้างจะอยู่ที่ตำแหน่ง 0.796 m จากแกน Y

หาระยะ x_2 คือระยะที่จะวางแผงแสงอาทิตย์ได้ไกลที่สุดที่จะไม่ทำให้โครงสร้างล้ม

$$(\sum F_y = 0) ;$$

$$R = w_1 + w_2$$

$$R = 635 + 74.56$$

$$R = 709.56 \text{ N}$$

$$(\sum M_A = 0) ; R \times 1.9 = w_1 x_1 + w_2 x_2$$

$$709.56 \times 1.9 = 635 \times 0.796 + 74.56 \times x_2$$

$$x_2 = \frac{(709.56 \times 1.9) - (635 \times 0.796)}{74.56} = 11.3 \text{ m}$$

ดังนั้นเราสามารถวางแผนแสงอาทิตย์ที่ระยะไม่เกิน 11.3 m จากจุด A จึงจะไม่ทำให้โครงสร้างล้ม

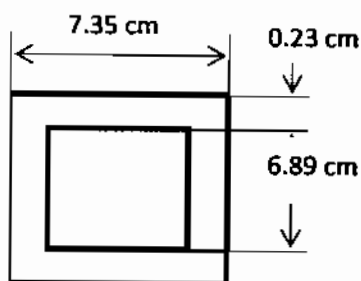
การคำนวณการโก่งของเสา

ความยาวของเสา $l = 1.8 \text{ m}$

ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของเหล็ก $E = 207 \text{ Gpa}$

เหล็กกล่อง 3×3 นิ้ว มีความหนา = 2.3 cm

หาค่า I ของเหล็กกล่อง



$$I = \frac{a^4}{12}$$

$$I_1 = \frac{7.35^4}{12} = 243.2$$

$$I_2 = \frac{6.89^4}{12} = 187.8$$

$$I_1 - I_2 = 243.2 - 187.8 = 55.4$$

จากสมการ

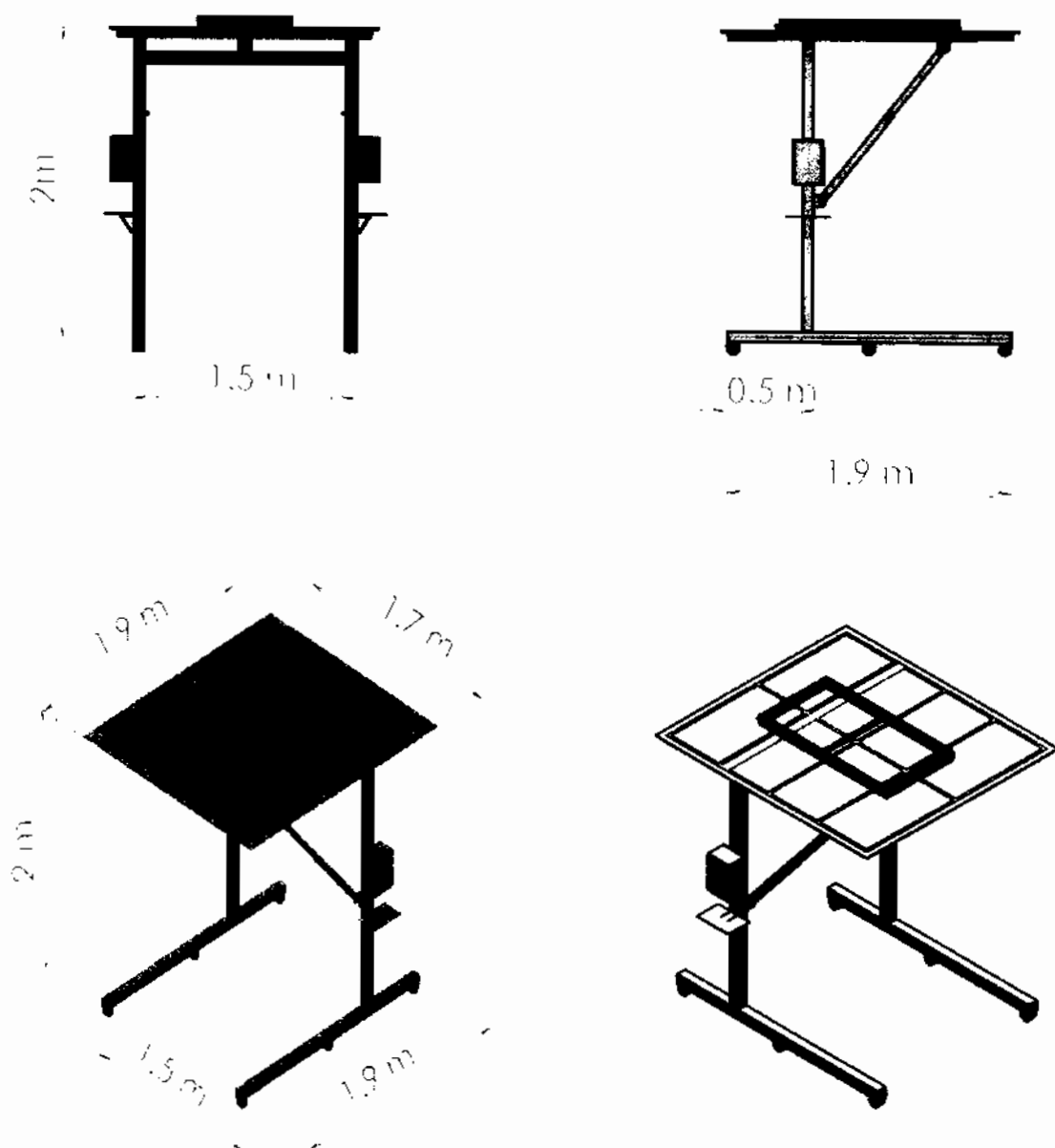
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(l/2)^2}$$

$$= \frac{\pi^2 \times 207 \times 55.4}{(1.8/2)^2}$$

$$P_{cr} = 139731 \text{ N}$$

ดังนั้นแรงวิกฤตในเสาค่าเท่ากับ 139731 N ซึ่งมีค่ามากกว่าน้ำหนักโครงสร้าง ดังนั้นสามารถรับน้ำหนักของโครงสร้างได้

ภาคผนวก ง
แบบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้



ภาพประกอบ ง 1 แบบโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่ได้

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแบบสอบถาม

แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการโครงสร้างหลังคาเพื่อให้ร่มเงาแบบเคลื่อนที่

ได้ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตรงตามความเป็นจริง

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. สาขาวิชา

1. ☐ สาขาวิศวกรรมโยธา 2. ☐ สาขาวิศวกรรมการผลิต 3. ☐ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
4. ☐ สาขาวิศวกรรมชีวภาพ 5. ☐ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 6. ☐ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
7. ☐ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ความพึงพอใจในการให้บริการ คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ด้านการออกแบบและสร้าง					
1.1 ขนาดและรูปร่างที่จอดรถจักรยานยนต์					
1.2 สามารถกันแดดรถจักรยานยนต์ได้อย่างเหมาะสม					

ความพึงพอใจในการให้บริการ คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด (ต่อ)

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.3 วัสดุที่เลือกใช้					
1.4 การออกแบบโดยรวม					
1.5 ความทนทานของวัสดุ					
1.6 คุณภาพของวัสดุที่ใช้					
1.7 ความเหมาะสมของช่องจอด รถจักรยานยนต์					
2. ด้านการใช้งาน					
2.1 การพับเก็บของแขนพับ					
2.2 การเคลื่อนที่ของโครงสร้างที่จอดรถ					
2.3 ความสะดวกสบายในการนำมาใช้งาน และจัดเก็บ					
2.4 ความปลอดภัยในการใช้งาน					
2.5 การรับน้ำหนักของล้อ					
2.6 ความสะดวกสบายในการใช้งาน					

ความพึงพอใจในการให้บริการ คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด (ต่อ)

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปาน กลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
3. ความพึงพอใจในการใช้งาน					
3.1 สามารถบังคับ และฝนได้ดี					
3.2 สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย					
3.3 ขั้นตอนในการนำมาใช้งาน และจัดเก็บ ไม่ยุ่งยาก					
3.4 สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย					
3.5 ช่องจอดรถจำนวน 2ช่องเพียงพอต่อ การใช้งาน					

ข้อเสนอแนะ

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายเกียรติศักดิ์ แก้ววัง
 วัน เดือน ปีเกิด 30 ตุลาคม 2532
 สถานที่เกิด อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 137 หมู่ 9 ตำบลท่าขอนยาง อำเภอกันทรวิชัย
 จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนกันทรวิชัย
 พ.ศ.2550 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาซ่อมบำรุง วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
 พ.ศ.2552 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขากลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
 ราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น
 พ.ศ.2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายเอกลักษณ์ จันทะราช
วัน เดือน ปีเกิด	25 ตุลาคม 2532
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 35 หมู่ 1 ตำบลดอนหวาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านดอนหวานหัวหนอง
พ.ศ.2550	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม
พ.ศ.2552	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิค มหาสารคาม
พ.ศ.2556	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม