



## จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์

นายรัชชัย	แก้วมิ่งมงคล
นายสุภชัย	ผาด่าน
นายสุวิศิษฐ์	พิทักษ์ปัจฉิมเขต
นายอนันต์	ยอดยิ่ง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ  
กระทรวงศึกษาธิการ  
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชา เครื่องกล สาขางาน ยานยนต์  
โรงเรียนเทคนิควิทยาศาสตร์  
ปีการศึกษา 2553



## จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์

นายรัชชัย	แก้วมิ่งมงคล
นายสุภชัย	ผาด่าน
นายสุวิศิษฐ์	พิทักษ์ปัจฉิมเขต
นายอนันต์	ยอดยิ่ง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ  
กระทรวงศึกษาธิการ  
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชา เครื่องกล สาขางาน ยานยนต์  
โรงเรียนเทคนิควิทยาศาสตร์  
ปีการศึกษา 2553



## บทคัดย่อ

**ชื่อโครงการ** จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์

**หลักสูตร** ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางาน ยานยนต์

**ผู้รับผิดชอบ** นายรัชชัย แก้วมิ่งมงคล  
 นายศุภชัย ผาด่าน  
 นายสุวิศิษฐ์ พิทักษ์ปัจจิมเขต  
 นายอนันต์ ยอดยิ่ง

**อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ** นาย อนุสิทธิ์ กุลาวงศ์

โครงการนี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์โดยใช้จักรยานเป็นต้นกำลังงานเพื่อส่งกำลังไปยังปั๊มชัก โครงสร้างของชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ทำมาจากเหล็กฉากเชื่อมต่อเป็นโครงสร้าง และมีล้อ 4 ล้อเชื่อมต่อกับเหล็กฉาก ปั๊มน้ำที่ใช้จะเป็นปั๊มลูกสูบชัก โดยมีพูลเลย์ต่อกับแกนของปั๊มลูกสูบชัก และมีลูกตุ้มเหวี่ยงต่อเข้ากับพูลเลย์ จักรยานที่ใช้เป็นจักรยานแม่บ้านโดยจะใช้สายพานคล้องขอบจักรยานต่อกับพูลเลย์

จากการทดลองจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ การทดลองครั้งแรกเมื่อทำปั่นจักรยานสายพานเกิดการหลุดจากพูลเลย์เพราะตั้งสายพานหย่อนเกิน แก้ไขโดยปรับตั้งสายพานให้ตึงโดยปรับที่ฐานปั๊มลูกสูบชัก การทดลองครั้งที่สอง เมื่อปั่นจักรยานลูกตุ้มเหวี่ยงเกิดการฟรี เพราะน็อตแกนลูกสูบชักหลวม แก้ไขโดยขันน็อตแกนลูกสูบชักให้แน่น การทดลองครั้งที่สาม เมื่อทดลองโครงจักรยานเกิดการเคลื่อนที่เนื่องจากขันน็อตไม่แน่นแก้ไขโดยใส่แหวนรองและขันน็อตให้แน่น

จากที่คณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ปรากฏว่าในการทดลองแต่ละครั้งจะมีปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงาน และได้ทำการแก้ไขตามจุดที่บกพร่อง ปรากฏว่าชิ้นงานทำงานได้ตามขอบเขตของโครงการนี้ ปั๊มลูกสูบชักสามารถดูดและอัดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการประเมินค่าเฉลี่ยคะแนน 4.56 อยู่ในระดับ 5 = เกณฑ์ มากที่สุด

## กิตติกรรมประกาศ

ชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์นี้สำเร็จลงด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก อาจารย์อนุสิทธิ์ กุลาวงศ์ อาจารย์กฤษณะ บุตรโส อาจารย์ผู้สอนสาขางานยานยนต์ โรงเรียนเดินเทคโนโลยีพัฒนวิชาการ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาในข้อคิดข้อเสนอแนะ ให้คำปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลืองานที่มีความผิดพลาด ปรับปรุงข้อบกพร่องของการทำโครงการเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานเป็นงานวิชาการที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทางคณะผู้จัดทำจึงขอกราบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

อนึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกคนที่ให้คำปรึกษาเรื่องต่างๆ และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำโครงการนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอระลึกถึงคุณบิดา มารดา และอาจารย์ผู้ซึ่งให้คำแนะนำและช่วยอบรมสั่งสอนแก่ผู้จัดทำและขอขอบคุณกำลังใจจากเพื่อนๆ ทุกคน

คณะผู้จัดทำ

นายรัชชัย แก้วมิ่งมงคล

นายสุภชัย ผาด่าน

นายสุวิศิษฎ์ พิทักษ์ปัจจิมเขต

นายอนันต์ ยอดยิ่ง

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงรูปจักรชนิดhard tail	2-2
รูปที่ 2.2	แสดงรูปจักรยานชนิดhandrail	2-3
รูปที่ 2.3	แสดงรูปจักรยานชนิดCvoss counjrv	2-3
รูปที่ 2.4	แสดงรูปจักรยานชนิดdownhill	2-4
รูปที่ 2.5	แสดงรูปจักรยานชนิดfull suspension	2-5
รูปที่ 2.6	แสดงรูปจักรยานชนิดfull suspension	2-5
รูปที่ 2.7	แสดงรูปจักรยานเสือภูเขา	2-5
รูปที่ 2.8	แสดงจักรยานทรงแม่บ้าน	2-6
รูปที่ 2.9	แสดงตัวถังจักรยาน (เฟรม)	2-6
รูปที่ 2.10	แสดงรูปเบาะนั่ง	2-7
รูปที่ 2.11	แสดงรูปแฮนด์	2-7
รูปที่ 2.12	แสดงรูปวงล้อ	2-8
รูปที่ 2.13	แสดงรูปบันไดถีบ	2-8
รูปที่ 2.14	แสดงเกียร์	2-9
รูปที่ 2.15	แสดงรูปปั้มน้ำ	2-10
รูปที่ 2.16	แสดงรูปสายพาน	2-12
รูปที่ 2.17	แสดงรูปสายพานไทมิ่ง	2-13
รูปที่ 2.18	แสดงรูปเหล็ก	2-16
รูปที่ 2.19	แสดงรูปเหล็ก	2-26

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์	4-1
ตารางที่ 4.2 แสดงสรุปผลการประเมิน	4-2

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูปภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2 จุดมุ่งหมายของการทำโครงการ	1-1
1.3 ความสำคัญของการทำโครงการ	1-1
1.4 สมมุติฐานของการทำโครงการ	1-1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 จักรยาน	2-1
2.2 ปุ่มซัก	2-1
2.3 สายพาน	2-1
2.4 เหล็ก	2-1
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานโครงการ	
3.1 สัปดาห์ที่ 1	3-1
3.2 สัปดาห์ที่ 2	3-1
3.3 สัปดาห์ที่ 3	3-1
3.4 สัปดาห์ที่ 4	3-1
3.5 สัปดาห์ที่ 5	3-1
3.6 สัปดาห์ที่ 6	3-2
3.7 สัปดาห์ที่ 7	3-2
3.8 สัปดาห์ที่ 8	3-2



## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.9 สัปดาห์ที่ 9	3-3
3.10 สัปดาห์ที่ 10	3-4
3.11 สัปดาห์ที่ 11	3-6
3.12 สัปดาห์ที่ 12	3-8
3.13 สัปดาห์ที่ 13	3-8
3.14 สัปดาห์ที่ 14	3-8
3.15 สัปดาห์ที่ 15	3-8
3.16 สัปดาห์ที่ 16	3-8
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลองของจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์	4-1
4.2 วิธีการใช้งานจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์	4-1
4.3 สรุปผลการประเมิน	4-2
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 อภิปรายผลของโครงการ	5-1
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	5-1
5.3 ข้อเสนอแนะจากผู้จัดทำโครงการ	5-1
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก	
* รูปการทำโครงการ	
ภาคผนวก ข	
* แบบประเมิน	
ประวัติผู้จัดทำ	

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 ต้องมีการทำโครงการก่อนการจบหลักสูตร ซึ่งนักศึกษาจะต้องมีการประมวลความรู้ที่ได้ศึกษาเล่าเรียนมาในแต่ละสาขาวิชาช่วงขั้นตอนการประมวลความรู้ในสาขาที่กลุ่มของข้าพเจ้าได้ศึกษามาทางกลุ่มของข้าพเจ้าได้เกิดความคิดที่จะจัดทำจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ขึ้น โดยการจัดทำโครงการในครั้งนี้ต้องศึกษาวิธีการและกระบวนการต่างๆ

การจัดทำจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ชิ้นนี้เพื่อช่วยให้สามารถอำนวยความสะดวกสบายในการใช้งานในการทำการเกษตรอย่างเช่น การปลูกผัก การทำไร่ ทำสวน เป็นต้น และยังสามารถที่จะเป็นอุปกรณ์ในการออกกำลังกาย จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์เป็นการผลิตจากอุปกรณ์ที่เหลือใช้ มีจักรยานเป็นต้นกำเนิดกำลังงาน ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายและลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ

### จุดมุ่งหมายของการทำโครงการ

- 1.เพื่อให้ได้ชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์
- 2.เพื่อสามารถนำไปใช้ในการเกษตรและการออกกำลังกาย
- 3.เพื่อสามารถเป็นสื่อในการช่วยลดมลพิษทางอากาศ

### ความสำคัญของโครงการ

จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์เป็นชุดจักรยานปั่นเพื่อสามารถอำนวยความสะดวกสบายที่จะใช้งานในการปลูกผัก ทำไร่ ทำสวน การออกกำลังกาย การทำงานของชุดจักรยานปั่นน้ำเพื่อการเกษตรใช้จักรยานเป็นต้นกำลังงานเพื่อทำการสูบน้ำออกมา

**สมมติฐานของการทำโครงการ**

- **เชิงประมาณ** เมื่อประกอบชิ้นงานได้จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์สามารถดูคนได้จริง
- **เชิงคุณภาพ** จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์สามารถดูคนได้และได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ เป็นงานที่จำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการของอุปกรณ์ต่างๆ มาประกอบการศึกษาหาข้อมูลเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในการจัดทำจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ โดยมีทฤษฎีต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. จักรยาน
2. ปั่นน้ำ
3. สายพาน
4. เหล็ก

#### 2.1 จักรยาน<sup>1</sup>

##### 2.1.1 ความหมายของจักรยาน

ประวัติของจักรยาน รถจักรยาน เป็นยานพาหนะชนิดหนึ่ง โดยปกติมีสองล้อ ถ้ามีสามล้อก็เรียก รถจักรยานยนต์สามล้อ เคลื่อนที่โดยการออกแรงถีบกลไกให้ล้อหมุน โดยทั่วไปเรียกว่ารถจักรยาน หรือรถ ถีบ ก็ได้ จักรยานคันแรกได้สร้างขึ้นมาเมื่อปี พ.ศ. 2377 โดย Kirkpatrick McMillan แห่งสกอตแลนด์ ได้ดัดแปลงแบบมาจาก jean the son หลังฐานนี้ได้พบในอียิปต์และในปอมเปอี ซึ่งได้เขียนภาพไว้บนผนังปูน จักรยานได้วิวัฒนาการมาตามลำดับ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2408 Pierre Michaux และ Pierre Lallement ได้ประดิษฐ์จักรยานขึ้นใหม่ โดยมีบันไดถีบเหมือนจักรยานในปัจจุบัน และมีสายโซ่โยงไปยังเพลาล้อหลัง แต่จักรยานในสมัยก่อนยังไม่มีล้อกันสะเทือน ทำให้เวลาเคลื่อนที่จะสะเทือนมาก จนกระทั่งปี พ.ศ. 2422-2428 ได้มีการดัดแปลงให้มีความปลอดภัยมากขึ้น ได้ถูกออกแบบใหม่และปรับปรุงให้ดีขึ้น โดย j.k. Stagey มีการอัดลมเข้าไปในยางรถเพื่อกันกระเทือน ในปี พ.ศ. 2436 ประดิษฐ์เบรคให้รถหยุดได้ตามต้องการในปี พ.ศ.2441, มีผู้ออกแบบให้รถมีล้อหน้าและล้อหลัง จนในที่สุดจักรยานก็มีสภาพเหมือนในปัจจุบัน จนปัจจุบันจักรยานในโลกมากกว่า 1 พันล้านคัน นับเป็นยานพาหนะที่สำคัญได้ในอดีต และยังคงสำคัญมากในปัจจุบันสำหรับหลายท้องที่ทั่วโลก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพาหนะที่สำคัญมากในอดีต และยังคงสำคัญมากในปัจจุบันสำหรับหลายท้องที่ทั่วโลก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพาหนะที่ไม่ต้องอาศัยเชื้อเพลิงใดๆ

จักรยานเข้ามาแพร่หลายในประเทศไทยในสมัยราชการที่ 5 มีการประชุมรถจักรยานยนต์เป็นครั้งแรกที่วังบูรพาภิรมย์ เนื่อง ในโอกาสที่กรมหลวงพิชณุโลกประชานาถเสด็จกลับจากยุโรป

<sup>1</sup> <http://www.thaimtb.com/cgi-bin/viewkatoop.pl?id=172101> 27/ธันวาคม/53

เมื่อ พ.ศ. 2442 โดยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินภายในวงจร สวิตช์มีหลายรูปแบบ การเลือกใช้สวิตช์ เมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2442 ในปัจจุบันจักรยานมีหลายชนิด มีตั้งแต่ 1 ล้อไปจนถึง หลายล้อยังมีประเภทดัดแปลงแบบแปลกๆ เช่น มีล้อหน้าใหญ่ แต่ล้อหลังเล็ก จักรยานยังใช้เป็นเครื่องมือในการแข่งขันกีฬาอีกประเภทหนึ่งด้วย วันที่ 22 กันยายน และทุกวันอาทิตย์ตลอดเดือนกันยายนของทุกปี จัดเป็นวันปลอดรถ (Car Free Day) มีการรณรงค์ให้ประชาชนลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล หันมาใช้รถจักรยาน และรถขนส่งมวลชนแทน

### 2.1.2 ประเภทของ mountain bikes

2.1.1.1) รถจักรยานชนิด HARDTAIL ในอดีตเราจะเห็นจักรยานเมาทนไบค์นั้นเพียงประเภทเดียวที่เรียกกันว่า HARDTAIL เมาทนไบค์ที่มีรูปทรงดั้งเดิมคือรูปทรงสามเหลี่ยม สองชั้นมาประกบกันอาจจะมีโช๊คหน้าหรือไม่มีก็ได้ ( ในปัจจุบันเมาทนไบค์จะติดตั้งโช๊คอัพมาเป็นส่วนใหญ่) รถประเภทนี้ถือได้ว่าเป็นประเภทแรก คุณสมบัติเด่นคือ เป็นรถที่ให้ความคล่องตัวสูงมาก การถ่ายเทกำลังจากขาของนักปั่นจะตรงสู่ระบบขับเคลื่อน ไปถึงล้อหลังได้อย่างเต็มที่แทบจะไม่สูญเสียสมรรถนะสักเท่าไร โดยจะมีระบบรองรับแรงกระแทก หรือแรงสั่นสะเทือนคือโช๊คตัวหน้ามาช่วยผ่อนคลายและเพิ่มการบังคับควบคุมรถในขณะที่ผ่านเส้นทางออฟโรดได้ดียิ่งขึ้น เมาทนไบค์แบบ HREK6000E, TREK4300, GIANT ATX-850, GIANT YUKSE



รูปที่ 2.1 แสดงรถจักรยานชนิด HARDTAIL

2.1.1.2) รถจักรยานชนิด Hard tail รถประเภทนี้ได้รับการปรับปรุงเสริมจุดที่รถแบบ Hard tail ไม่มีนั่นคือ เรื่องของการจับขั้วที่สะดวกสบาย มีความนิ่มนวลในขณะปั่น อีกทั้งเพิ่มสมรรถนะในการควบคุมรถให้มั่นคงยิ่งขึ้นในสภาพเส้นทางแบบออฟโรด รูปลักษณะของรถแบบนี้มีจุดสังเกตคือเรื่องของโช๊คอัพซึ่งจะมีอยู่ทั้งด้านหน้าและด้านหลังจะต่างก็เพียงรูปแบบของการติดตั้งและออกแบบตำแหน่งของโช๊คหลังเท่านั้น ส่วนหลักการและการทำงานจะเป็นแบบเดียวกันทั้งหมด KLINE:Mantar Comp ลักษณะการใช้งานของ mountain Bikes ในปัจจุบันเมาทนไบค์มีรูปแบบการ

ใช้งานที่ค่อนข้างหนักหลายคือใช้ในทุกสภาพของเส้นทางเลือกได้ว่าเป็นรถเอนกประสงค์จริงๆ สำหรับยุคนี้ ยังมีการแบ่งรถตามลักษณะการใช้งานอีกเนื่องจากหนักรถจักรยานมีความต้องการใช้รถที่มีสมรรถนะที่เยี่ยมยอด ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ไม่มีรถที่ตอบสนองทุกความต้องการได้ บริษัทผู้ผลิตเมทาเท่นไบค์จึงได้ทำการคิดค้น ออกแบบรถตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งการแบ่งรถแบบนี้จะมีทั้งประเภท Hardtail Full Suspension โดยเน้นที่การใช้งานเป็นหลัก



รูปที่ 2.2 แสดงจักรยานชนิด Hardtail

2.1.1.3) รถจักรยานชนิด Cross Country รถที่ใช้ส่วนใหญ่ในขณะนี้จะเป็นแบบ Cross Country ะส่วนมากรูปแบบของรถจะมีทั้งแบบ Hardtail และแบบ Full Suspension ในแบบหลังนี้ คือการพัฒนาที่โดดเด่นของรถปี 2000 ที่จะมีทั้ง TREK (STP400, 300,200), GARY FISHER (SUGAR 1,2,3), GAIANT (XiC DS1,XiC Ds2) รถในแบบ Cross Country จะมีลักษณะการใช้งานในแบบปั่นไปตามเส้นทางออฟโรด ทั้งหลายไม่ว่าจะเป็นการท่องเที่ยว,แข่งขันสามารถใช้รถลักษณะนี้ได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.3 แสดงจักรยานชนิด Cross Country

2.1.1.4) รถจักรยานชนิด Downhill รถลักษณะนี้เป็นรถที่ใช้สำหรับลงเขา ที่ประเทศไทย ได้เหรียญเอเชียนเกมส์ครั้งที่ผ่านมาจากรถลักษณะนี้ การสังเกตอย่างง่ายว่ารถคันไหนเป็นรถ

Downhill ตามปกติ เมาท่่นไบค์ส่วนใหญ่ จะมีใบจานหน้าทั้งหมด 3 ใบ แต่ถ้่าเป็นรถ Downhill จะมีใบจาน 1 ใบเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว ระบบโช้คอัดก็จะต้องพิเศษกว่าปกติ เนื่องจากการลงมาด้วยความเร็วที่สูง บนสภาพถนนวิบาก โช้คอัดจึงต้องมีระยะยุบตัว (Travel) ค่่อนข้างมาก เพื่อให้สามารถควบคุมรถได้แม่นย้่ามากขึ้น (ถ้่าจะต้องติดพื้น เพราะไม่อย่างนั้น รถจะกระดอนไปมาจนควบคุมไม่ได้) ถ้่าสังเกตให้ดีรถแบบ Downhill จะไม่มีรถประเภท Hardtail แบบดั้งเดิมเลย เนื่องจากไม่มีระบบโช้คอัดที่มีระยะยุบตัวที่มากขนาดนั้น



รูปที่ 2.4 แสดงจักรยานชนิด downhill

2.1.1.5) รถจักรยานชนิด Full Suspension เป็นรูปลักษณะใหม่ของรถ Full Suspension ที่เข้ามาช่วยเพิ่มความสุขสนานในการปั่นจักรยาน เพราะจะเป็นรถที่เน้นเรื่องของการปั่นที่สะดวกสบายสนาน รถแบบ Free ride จะเป็นรถแบบ Full Suspension เพราะรถลักษณะนี้จะต้องมีระบบที่ช่องรองรับแรงสั่นสะเทือนที่ดี เพื่อให้เกิดความรู้สึกในการขี่สนานกับแนวคิดของการออกแบบรถประเภทนี้



รูปที่ 2.5 แสดงจักรยานชนิด Full Suspension

2.1.1.6) รถจักรยานชนิด Full Suspension เป็นรถที่ออกแบบมาเพื่อให้ปั่นในสภาพเส้นทางที่ขรุขระ โดยมีระบบรองรับแรงสั่นสะเทือนแบบ Full Suspension มาช่วยให้การปั่นจักรยานในวันนั้นเป็นไปด้วยความสนาน รถประเภทนี้ได้แก่ TREK VRX 400, GARY FISHER JOSHUA F3 F4



รูปที่ 2.6 แสดงรถจักรยานชนิด Full Suspension

2.1.1.7) เสือภูเขาหรือ MOUNTAIN BIKE เป็นจักรยานเอนกประสงค์ที่สามารถใช้ได้ในพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นถนนธรรมดา หรือทางป่าทางเขาทุรกันดาร จึงเป็นจักรยานที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการท่องเที่ยวเดินทางท่องเที่ยว เสือภูเขาได้ทำให้โฉมหน้าทาง การท่องเที่ยวและคมนาคมในเมืองหลายประเทศ เปลี่ยนแปลงรูปลักษณะไปได้อย่างไม่น่าเชื่อว่าจักรยานคันเล็กๆ จะทำได้ถึงขนาดนี้ลักษณะเฉพาะของเสือภูเขา คือ ความแข็งแรงของระบบโครงสร้าง การผ่อนแรงของระบบเกียร์ทดซึ่งมีมากถึง 24 เกียร์ การหยุดฉับพลันของระบบเบรก และความสามารถในการตะลุยทางขากลำบากของระบบล้อ ยาง และเกียร์ ทำให้การเดินทางด้วยเสือภูเขาสามารถบุกบั่นไปได้ทุกที่เป็นการเดินทางที่จะเหนื่อย จะหนักแต่ก็สนุกสนาน



รูปที่ 2.7 แสดงรถจักรยานชนิด เสือภูเขา

2.1.1.8) รถจักรยานทรงแม่บ้านเป็นรถจักรยานเอนกประสงค์ ที่ส่วนใหญ่นิยมใช้กันมากตามบ้านเรือนเนื่องด้วยมีความสะดวก ส่วนใหญ่แม่บ้านจะนิยมใช้ปั่นไปตลาด ใช้ปั่นไปมาหาสู่กับเพื่อนบ้านปั่นไปไหนมาไหนง่ายสะดวกสบายซึ่งเป็นจักรยานชนิดเดียวกับที่ทางกลุ่มข้าพเจ้าได้นำมาทำเป็นรถจักรยานปั่นน้ำ





รูปที่ 2.8 แสดงรถจักรยานทรงแม่บ้าน

### 2.1.2 องค์ประกอบของจักรยาน

เมื่อทราบประเภทของจักรยานแล้ว มาทำความรู้จักกับองค์ประกอบของจักรยานและส่วนประกอบของเฟรมจักรยาน ว่าแต่ละส่วนเรียกว่าอะไร สักส่วนเป็นอย่างไรเมื่อถึงเวลาที่จะต้องเลือกซื้อจักรยานจะได้นำข้อมูลนี้ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อต่อไป จักรยานไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตามมีองค์ประกอบที่สำคัญหลักๆด้วยกัน คือ ตัวถังจักรยาน (เฟรม) เบาะนั่ง ที่มีมือถือ วงล้อ บันไดสำหรับถีบ เกียร์ และเบรก (ที่ห้ามล้อ) ที่ท่านควรทราบ

2.1.2.1) ตัวถังจักรยาน (เฟรม) เป็นส่วนสำคัญที่เป็นหลักของจักรยานโดยทั่วไปประกอบด้วย ท่อ 4 อันที่ทำจากวัสดุที่แตกต่างกัน แล้วนำมาเชื่อมต่อกัน เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นโครงสร้างหลักของจักรยาน ปัจจุบัน นอกจากทำโลหะแล้ว ยังทำด้วยวัสดุที่เบา และแข็งแรงกว่าหลายชนิดด้วยกันทั้งที่เป็น อลูมิเนียมฯ



รูปที่ 2.9 แสดงตัวถังจักรยาน (เฟรม)

2.1.2.2) เบาะนั่ง เป็นส่วนที่ติดกับตัวถังหลัก (กลาง) ที่อยู่เหนือตัวถัง และอาจจะอยู่ในระดับเดียวกับแฮนด์ สามารถปรับได้ตามเหมาะสม (ตามความสูงของคนถีบ)



รูปที่ 2.10 แสดงเบาะนั่ง

2.1.2.3) แสนด์ เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ควบคุมทิศทาง ของการถีบจักรยาน เป็นส่วนที่ต่อกับตัวถังด้านหน้า ที่มีแกนต่อลงไปจนถึงส่วนที่เรียกว่า ตะเกียบ ที่ยึดกับวงล้อด้านหน้าของจักรยาน แสนด์ จะมีทั้งที่โค้งงอลงด้านล่าง (สำหรับการแข่งขันบนถนนเรียบ) หรือแบบตรงๆ ซึ่อกด้านล่างข้าง (สำหรับเมาเทไบค์ หรือ ไฮบริดจ์)



รูปที่ 2.11 แสดงแสนด์

2.1.2.4) วงล้อ เป็นส่วนที่ประกอบด้วยทั้งวัสดุแข็ง และยาง ที่ช่วยทำให้สามารถเคลื่อนไหวได้และนุ่มนวลขึ้น แต่วงล้อจะเป็นส่วนที่ประอบาง หักงอได้ง่ายกว่าส่วนอื่นๆ วงล้อจะต่างกันทั้งขนาด และน้ำหนัก วงล้อนี้จะมีซี่ล้อที่เชื่อมต่อเข้ากับแกนกลางของล้อ และเชื่อมต่อกับตะเกียบของจักรยานอีกที จุดเชื่อมต่อต่างๆจะมีลูกปืนกลมเล็กๆ ที่ช่วยให้การหมุน เป็นไปได้สะดวก ในทิศทางที่ต้องการ



รูปที่ 2.11 แสดงวงล้อ

2.1.2.5) บันไดถีบ ส่วนที่ใช้เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของจักรยาน เป็นที่ที่ท่านจะต้องส่งพลังงานจากขาฝ่าลงไปซึ่งเชื่อมต่อกับจาน โซ่ที่นำไปยังวงล้อหลัง



รูปที่ 2.13 แสดงบันไดถีบ

2.1.2.6) เกียร์ สำหรับจักรยานธรรมดาบนท้องถนน มักจะมีเกียร์เดียว ที่ทำให้จักรยานมีการเคลื่อนไหวไปได้ ซึ่งหมายถึงว่า แรงที่ท่านใช้กับจักรยานจะส่งผลโดยตรง ต่อความเร็วที่จะเกิดขึ้น (จากการปรับจานเกียร์ตรงกลาง และหลัง) จะช่วยทำให้การถีบจักรยาน สามารถทำได้ง่าย และปลอดภัยขึ้นในสภาพของถนน ที่มีความชันที่ต่างต่างกัน



รูปที่ 2.14 แสดงเกียร์

### 2.1.3 หลักการทำงานของจักรยาน

จักรยานจะทำงานได้ด้วยก็ต้องใช้ต้นกำลังจากแรงมนุษย์ โดยจะเหยียบลงบนบันไดถีบแล้วปั่นเพื่อให้เกิดกำลังงานส่งไปยังสเตอร์หน้า สเตอร์หน้าก็จะหมุนโซ่ก็จะส่งกำลังไปยังสเตอร์หลัง สเตอร์หลังจะเป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับลูกปืนลูกปืนหมุนล้อก็จะหมุน ซึ่งล้อก็จะมียางเป็นตัวรองรับน้ำหนักขึ้นส่วนทั้งหมด จักรยานมีหลักการทำงานง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องใช้เครื่องยนต์ ไม่ชดน้ำมัน ใช้พลังงานต้นกำลังจากแรงถีบของผู้ขี่ ไปหมุนเฟืองล้อทำให้ล้อหมุน จักรยานจึงเคลื่อนที่เป็นพาหนะนำเราไปยังจุดหมาย

### 2.1.4 การใช้งานและประโยชน์

การใช้งานก็ขึ้น ไปอยู่บนเบาะเอามือจับแฮนด์ทั้งสองข้างแล้ววางขาที่บันไดถีบเหยียบไปยังบันไดถีบและทำการปั่นจักรยานก็จะเกิดการเคลื่อนตัวไปยังที่เราต้องการไป

#### ประโยชน์

1. ออกกำลังกาย
2. ลดโรคภัยร่างกายแข็งแรง ไม่เสียเวลาเปล่าได้รคน้ำแปลงผัก ซ้ำยังได้ออกกำลังกายไปพร้อมกันด้วย
3. อนุรักษ์การงดใช้พาหนะยานยนต์

## 2.2 เครื่องปั้มน้ำ<sup>2</sup>

### 2.2.1 ความหมายของปั้มน้ำ

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อให้ของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่า หรือในระยะทางที่ไกลออกไป โดยจุดเริ่มต้นของเครื่องปั้มน้ำนี้มีประวัติศาสตร์ที่ยาวนานกว่า 2,000 ปี ก่อนคริสตศักราช ซึ่งในช่วง

<sup>2</sup> [http://water-pump.siamone.com/knowledge/image/pump\\_002.jpg](http://water-pump.siamone.com/knowledge/image/pump_002.jpg) 27/ธันวาคม/53

เริ่มแรกมีการใช้พลังงานที่ได้จากมนุษย์ สัตว์ ต่อมาจึงได้ใช้พลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานจากลมและน้ำเป็นแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งในช่วงแรกเพียงเพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตรเท่านั้น

ในปัจจุบันเครื่องปั้มน้ำจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร คมนาคม อุตสาหกรรม ตลอดจนการบำบัดน้ำเสียเพื่อรักษาภาวะแวดล้อมที่ดีให้กับมนุษย์ ซึ่งวิวัฒนาการของเครื่องปั้มน้ำในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปจากเดิม ที่ใช้พลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาเป็นการใช้พลังงานจากไอน้ำ จากเครื่องยนต์ และที่นิยมกันมากคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

ปั้มที่ในการเกษตรมีหลากหลายประเภท คุณลักษณะของปั้มแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันไป การเลือกใช้ปั้มน้ำนั้นผู้ใช้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน รวมไปถึงลักษณะของพื้นที่ เราลองมาดูกันว่าปั้มน้ำแบบใดที่เหมาะสมกับงานของคุณ



รูปที่ 2.15 แสดงปั้มน้ำ

## 2.2.2 ประเภทของเครื่องปั้มน้ำ

2.2.1.1 ปั้มโยก เป็นปั้มที่ใช้ในการสูบน้ำจากบ่อหรือแหล่งน้ำ ที่ความลึกประมาณ 8 -12 เมตร โดยใช้แรงคนในการโยกค้ำม, ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในแนวตั้ง อัตราการไหลของน้ำขึ้นกับแรงโยก สามารถสูบน้ำใส่ถังหรือต่อสายยาง เหมาะกับงานกลางแจ้งที่ไม่ต้องการปริมาณน้ำมาก และต้องการประหยัดพลังงาน

2.2.1.2 ปั้มชัก ปั้มชนิดนี้ใช้ในการสูบน้ำที่ความลึกประมาณ 8 -12 เมตร โดยจะใช้งานร่วมกับมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนลูกสูบ อัตราการไหลของน้ำจะอยู่ตั้งแต่ 1,500 - 25,000 L/H ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของลูกสูบ

การส่งน้ำขึ้นที่สูงที่ลาดชันที่เป็นเขา ปั้มชักสามารถส่งสูบน้ำในความสูงแนวตั้งได้ 40-50 เมตร แนวลาดชัน 45 องศาได้ 300-400 เมตร และแนวราบ ได้ 1 กิโลเมตรสำหรับบางท่านที่

ต้องการหาปั๊มเพื่อไปต่อกับ Sprinkle นั้น ขอแนะนำปั๊มชัก เพราะการรดน้ำต้นไม้ โดยใช้ระบบ Sprinkle แรงดันน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 4 Bar (1 Bar เท่ากับน้ำที่ไหลจากแท่งน้ำที่มีความสูง 10 เมตร) ปั๊มชัก VR มีแรงดัน 6 Bar สามารถนำไปคำนวณเพื่อแบ่งหัวจ่ายน้ำเข้า Sprinkle ได้ในแง่พลังงานทางเลือก อุปกรณ์ที่หมุนได้และมีรอบช้าจะสามารถใช้กับปั๊มชัก เพื่อสูบน้ำได้ เช่น กังหันลม จักรยาน Solar Cell โดยแปลงเป็นไฟ D.C.

2.2.1.3 ปั๊มหอยโข่ง การทำงานของปั๊มจะทำการสูบน้ำโดยใช้ระบบใบพัด ความเร็วรอบสูง จะได้ปริมาณน้ำมาก อัตราการไหลอยู่ที่ 20,000 – 45,000 L/H ขึ้นกับขนาดและลักษณะใบพัด Total Head 15-20 เมตร ถ้าเป็นหอยโข่ง รุ่น 2 ใบพัด 3 ใบพัด Head จะมากขึ้น

ปั๊มน้ำที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่ จะเป็นแบบไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

1. ปั๊มน้ำแบบใบพัด ทำงานด้วยการหมุนของใบพัด ทำให้เกิดแรงดันจ่ายไปตามท่อ น้ำ ข้อดีคือ ขนาดเล็ก หลักการทำงานง่าย ชิ้นส่วนไม่มาก จ่ายน้ำได้ในปริมาณมาก สร้างแรงดันน้ำได้มากพอควร ถ้าหากต้องการแรงดันสูงสามารถนำปั๊มน้ำมาต่อกันแบบมัลติสเตทได้ ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก ปั๊มน้ำแบบใบพัด มีชื่อเรียก แตกต่างกันไปตามรูปร่างลักษณะของปั๊ม เช่น ปั๊มอัตโนมัติ ปั๊มหอยโข่ง ปั๊มไดโว่

2. ปั๊มน้ำแบบลูกสูบ ทำงานด้วย การชักลูกสูบ เลื่อนไป-มา และมีวาล์วเปิด-ปิดน้ำเข้าออก จากลูกสูบ เป็นการเพิ่มแรงดันน้ำโดยตรง สมัยก่อนนิยมใช้กันมาก(โดยเฉพาะในสวน

### 2.2.3 หลักการทำงานของปั๊ม

เมื่อติดตั้งสวิตช์ความดันและต่อท่อต่อสายไฟเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการจ่ายไฟให้มอเตอร์ มอเตอร์ก็จะหมุนปั๊มน้ำ ความดันน้ำในท่อก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงค่าที่สวิตช์ความดันตั้งไว้ มันก็จะตัดวงจร ทำให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน และจะยังไม่ทำงานจนกว่าจะมีใครเปิดก๊อกน้ำหรือฝักบัวจนความดันน้ำลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้ สวิตช์ความดันก็จะทำงานอีกครั้ง ทำให้น้ำที่เราใช้มีความดันอยู่ตลอดเวลา

#### การดัดแปลงปั๊มชักให้เป็นปั๊มน้ำอัตโนมัติ

ปั๊มน้ำแบบเก่าที่เรารู้จักกันในชื่อ "ปั๊มชัก" เป็นปั๊มที่ใช้ในการเกษตรหรือใช้ในการสูบน้ำบาดาล ในกรณีที่น้ำประปาไหลไม่แรงหรือมีแรงดันไม่เพียงพอ เราสามารถจะดัดแปลงปั๊มน้ำชนิดนี้ให้เป็นปั๊มน้ำอัตโนมัติเพื่อใช้ครัวเรือนหรือใช้ตามอาคารได้ ซึ่งการนำของที่เหลือหรือไม่ได้ใช้มาดัดแปลงใช้งาน นับว่าเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

#### วิธีการดัดแปลงปั๊ม

1. ทำการติดตั้ง Pressure switch (สวิตช์ความดัน) เพิ่มเติม ราคาของสวิตช์ความดันประมาณ 300 บาท ในการเลือกซื้อควรซื้อสวิตช์ความดันที่มีความดันไม่มากนัก ค่าความดันต่ำสุดที่

ทำให้สวิตช์ทำงาน คือ 0.8 จากนั้นก็นำสวิตช์ความดันมาต่อท่อ 3 ทางแยกจากท่อที่จ่ายน้ำประปา ทำเหมือนกับจะต่อก่อนน้ำแต่เอามาใส่สวิตช์ความดันแทน

2. ทำการการต่อสายไฟไปที่มอเตอร์ปั้มน้ำเส้นหนึ่ง อีกเส้นต่อเข้ากับสวิตช์ความดันตัวนี้ ส่วนอีกหนึ่งเส้นที่เหลือของสวิตช์ความดันก็ต่อไปที่มอเตอร์

3. ทำการต่อท่อน้ำเข้าให้เรียบร้อย ท่อน้ำออกก็ต่อไปใช้งาน

### 2.2.4 ประโยชน์และการใช้งาน

ปั้มน้ำในปัจจุบันส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในด้านเกษตร เช่น ควบน้ำไปใช้ในการรดน้ำผัก ทำไร้ ทำสวน เป็นต้น หรือสามารถที่จะควบน้ำเพื่อเก็บไว้ใช้บริโภคและอุปโภค

## 2.3 สายพาน<sup>3</sup>

### 2.3.1 ความหมายของสายพาน

สายพาน หมายถึง สายพานใช้ในการขับเคลื่อนประกอบต่างๆของรถยนต์ เช่น พัดลมระบายความร้อน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปั้มน้ำ คอมเพรสเซอร์ และปั้มน้ำมันช่วยแรงพวงมาลัยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิดโดยแต่ละชนิดมีโครงสร้างแบ่งเป็นแต่ละแบบรูปร่าง ขนาด และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณสมบัติที่ต้องการได้แก่ ลักษณะทั่วไป ความทนแรงดึงและความยืดหยุ่น ความทนอุณหภูมิ ความทนต่อการใช้งาน ความทนน้ำมัน เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน และการทดสอบ



รูปที่ 2.16 แสดงสายพาน

<sup>3</sup> [http://anonemag.exteen.com/20090321/entry\\_10/มกราคม/54](http://anonemag.exteen.com/20090321/entry_10/มกราคม/54)

## 2.3.2 ประเภทของสายพาน

### 2.3.2.1 สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมใช้ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ สายพานลำเลียงนิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมผลิตโลหะและอุตสาหกรรมถ่านหิน เพื่อลำเลียงวัสดุจำพวกทรายวัสดุที่รวมกันเป็นก้อนหรือวัสดุที่ถูกบรจรวมกัน



รูปที่ 2.17 แสดงสายพาน

### 2.3.2.2 สายพานไทมิ่ง

สายพานไทมิ่งเป็นสายพานประเภท ใช้ในงานมอเตอร์หรือส่งถ่ายกำลังของเครื่องยนต์ เช่น มอเตอร์รถยนต์ ไดชาร์จ หรือสายพานรถจักรยานยนต์

## 2.3.3 หลักการทำงานของสายพาน

สายพานจะประกอบด้วยชิ้นส่วนมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นโครงสร้างแบบธรรมดาและทันสมัย ง่ายต่อการบำรุงรักษา สายพานลำเลียงของบริษัทสามารถปรับให้ติดตั้งอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ไปกับเครื่องข่ยวัสดุก็ได้ สายพานลำเลียงนิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อุตสาหกรรมผลิตโลหะและอุตสาหกรรมถ่านหิน เพื่อลำเลียงวัสดุจำพวกทรายวัสดุที่รวมกันเป็นก้อนหรือวัสดุที่ถูกบรจรวมกัน เนื่องจากความแตกต่างกันของอุปกรณ์ชุดลำเลียง ระบบสายพานลำเลียงจึงสามารถที่จะทำงานแยกเป็นอิสระ หรือทำงานร่วมกับระบบการลำเลียงแบบอื่นได้ นอกจากนี้สายพานลำเลียงยังสามารถติดตั้งในแนวระดับหรือทำมุมกับแนวราบได้ตามความต้องการและความแตกต่างของสายการลำเลียง

## 2.3.4 ประโยชน์และการใช้งาน

ช่วยให้สามารถทำงานได้สะดวกในการจัดการผลิตสินค้าของผู้ผลิตในระบบเช่น สายพานลำเลียงทำงานได้รวดเร็ว กระบวนการนี้ยังสะดวกต่อการผลิตสินค้า ในกระบวนการต่างๆ สายพาน



ถ้าเสียงลดปัญหาการผลิตสินค้าในกระบวนการแนวเอียงได้กระบวนการสายพานลำเลียงกระบวนการนี้ยังเป็นที่ยอมรับในการใช้งานทั่วไป

## 2.4 เหล็ก<sup>4</sup>

### 2.4.1 ความหมายของเหล็ก

เราสามารถแบ่งเหล็กออกเป็นกลุ่มกว้างๆ ได้ 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากปริมาณของธาตุคาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็ก โดยแบ่งออกได้เป็น

2.4.1.1 เหล็กหล่อ คือเหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนมากกว่า 1.7% หรือ 2% ซึ่งเหล็กชนิดนี้จะขึ้นรูปได้ด้วยวิธีหล่อเท่านั้นเพราะปริมาณคาร์บอนที่สูงทำให้โครงสร้างมีคุณสมบัติที่แข็งแต่เปราะจึงไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการรีดหรือวิธีทางกลอื่นๆ ได้ เรายังสามารถแบ่งย่อยเหล็กหล่อออกได้อีกหลายประเภท โดยพิจารณาจากโครงสร้างทางจุลภาค กรรมวิธีทางความร้อน ชนิดและปริมาณของธาตุผสม ได้แก่

2.4.1.2 เหล็กหล่อเทา (Grey cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีปริมาณคาร์บอนและซิลิคอนสูง ทำให้มีโครงสร้างคาร์บอนอยู่ในรูปของกราฟไฟต์

2.4.1.3 เหล็กหล่อขาว (White cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีปริมาณซิลิคอนต่ำกว่าเหล็กหล่อเทา ทำให้ไม่เกิดโครงสร้างคาร์บอนในรูปกราฟไฟต์ โดยคาร์บอนจะอยู่ในรูปคาร์ไบด์ของเหล็ก ( $Fe_3C$ ) ที่เรียกว่า ซีเมนไตต์ เป็นเหล็กที่มีความแข็งสูงทนการเสียดสี แต่จะเปราะ

2.4.1.4 เหล็กหล่อกราฟไฟต์กลมหรือเหล็กหล่อเหนียว (Spheroidal graphite cast iron, ductile cast iron) เป็นเหล็กหล่อเทาที่ผสมธาตุแมกนีเซียมและหรือธาตุซีเรียมลงไปลงในน้ำเหล็ก ทำให้กราฟไฟต์ที่เกิดเป็นกลุ่มและมีรูปร่างกลม ซึ่งส่งผลถึงคุณสมบัติทางกลในทางที่ดีขึ้น

2.4.1.5 เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable cast iron) เป็นเหล็กหล่อขาวที่นำไปอบในบรรยากาศพิเศษเพื่อทำให้คาร์บอนในโครงสร้างคาร์ไบด์แตกตัวออกมารวมกันเป็นกราฟไฟต์เม็ดกลม และทำให้เหล็กรอบๆ ที่มีปริมาณคาร์บอนลดลงปรับโครงสร้างกลายเป็นเฟอร์ไรต์และหรือเพิร์ลไลท์ เหล็กชนิดนี้จะมีความเหนียวดีกว่าเหล็กหล่อขาว แต่จะด้อยกว่าเหล็กหล่อกราฟไฟต์กลมเล็กน้อย

2.4.1.6 เหล็กหล่อโลหะผสม (Alloy cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่เติมธาตุผสมอื่นๆ ลงไปในปริมาณที่ค่อนข้างมาก เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเฉพาะด้านให้ดียิ่งขึ้น เช่นเติม निकิลและโครเมียมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านทนการเสียดสีและทนความร้อน เป็นต้น

2.4.1.7 เหล็กกล้า คือเหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนน้อยกว่า 1.7% หรือ 2% เหล็กชนิดนี้มีความเหนียวมากกว่าเหล็กหล่อทำให้สามารถทำการขึ้นรูปโดยใช้กรรมวิธีทางกลได้ ทำให้เหล็ก

<sup>4</sup> <http://thaimine.com/index.php?module=News&func=display&sid=115> 10/ธันวาคม/54

ชนิดนี้ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง จึงพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่น เหล็กโครงสร้างรถยนต์ ท่อเหล็กต่างๆ ฯลฯ เหล็กกล้าสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

2.4.1.8 เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steel) เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลัก โดยอาจมีธาตุอื่นผสมอยู่บ้างแต่ไม่ได้เจาะจงจะผสมลงไป มักคิดมาจากกรรมวิธีการถลุงและการผลิต เราสามารถแบ่งย่อยกว้างๆออกได้ 3 ประเภทโดยพิจารณาตามปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสม คือ

2.4.1.9 เหล็กคาร์บอนต่ำ (Low carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.2% เหล็กชนิดนี้มีความแข็งแรงต่ำสามารถรีดหรือตีเป็นแผ่นได้ง่าย ตัวอย่างเหล็กเช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่นที่ใช้กันทั่วไป

2.4.1.10 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.2-0.5% เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กคาร์บอนต่ำ ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลทั่วไป เหล็กประเภทนี้สามารถทำการอบชุบความร้อนได้

2.4.1.11 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่า 0.5% มีความแข็งแรงและความแข็งสูง สามารถทำการอบชุบความร้อนให้คุณสมบัติความแข็งเพิ่มขึ้นได้ ใช้ทำพวกเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆที่ต้องการผิวแข็งและความต้านทานการสึกหรอสูง

2.4.1.12 เหล็กกล้าผสม (Alloy steel) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีธาตุอื่นผสมอยู่อย่างเจาะจงเพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ เช่น ความสามารถในการชุบแข็ง (harden ability) ความต้านทานการกัดกร่อน คุณสมบัติการนำไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแม่เหล็กเป็นต้น ธาตุผสมที่เติมลงไป เช่น โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วานาเดียม โคบอลต์ แมงกานีสและซิลิคอน โดยแมงกานีสและซิลิคอนจะต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะจัดได้ว่าเป็นเหล็กกล้าผสม เพราะในเหล็กกล้าคาร์บอนก็มีปริมาณธาตุทั้งสองผสมอยู่พอสมควร เราสามารถแบ่งย่อยกว้างๆออกได้ 2 ประเภทโดยพิจารณาตามปริมาณของธาตุผสม คือ

2.4.1.13 เหล็กกล้าผสมต่ำ (Low alloy steel) เป็นเหล็กกล้าผสมที่มีปริมาณธาตุผสมน้อยกว่า 10%

2.4.1.14 เหล็กกล้าผสมสูง (High alloy steel) เป็นเหล็กกล้าผสมที่มีปริมาณธาตุผสมสูงกว่า 10%

## 2.4.2 ประเภทของเหล็กแผ่น

เหล็กแผ่นโดยส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการรีดด้วยลูกรีดเพื่อให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ หากแบ่งประเภทของเหล็กแผ่นตามรูปร่าง แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.4.2.1 เหล็กแผ่นม้วน จะมีความหนาตั้งแต่ 0.1 – 12 มม. ซึ่งยังแบ่งตามลักษณะการผลิตออกเป็น

2.4.2.2 เหล็กแผ่นหนา จะมีความหนาตั้งแต่ 1.0 –12 มม.หรือภาษาตลาดเรียกว่าเหล็กแผ่นดำ เพราะมีผิวสีดำเนื่องจากต้องรีดที่อุณหภูมิสูงกว่า 700 องศาเซลเซียส โดยมากมักใช้เหล็กแผ่นรีดร้อนในงานท่อ งานถังแก๊ส งานโครงสร้าง งานขึ้นรูปทั่วไปที่ไม่เน้นคุณภาพผิวและเป็นการขึ้นรูปไม่ลึกมาก เหล็กแผ่นรีดร้อนยังมีชนิดที่ผ่านการล้างผิวด้วยกรดเพื่อขจัดสนิมที่เกิดในการรีดร้อนออก หรือที่เรียกว่าเหล็ก PO (Pickling and oil) เพื่อสามารถทำสีแล้วผิวจะสวยและทนทานกว่า



รูปที่ 2.18 แสดงเหล็ก

2.4.2.3 เหล็กแผ่นรีดเย็น จะมีความหนาตั้งแต่ 0.1 –3.2 มม.หรือภาษาตลาดเรียกว่าเหล็กแผ่นขาว เพราะเป็นผิวที่ไม่มีสนิมร้อนเหมือนเหล็กแผ่นรีดร้อน มีความสามารถในการบีบขึ้นรูปลึกมากกว่าขึ้นตามลำดับ โดยมากมักใช้กับงานขึ้นรูปที่เน้นคุณภาพผิวและเป็นการขึ้นรูปไม่ลึก เช่น ตัวถังรถยนต์ ตัวบอดีเครื่องใช้ไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์ นำไปเคลือบดินบุกเพื่อผลิตกระป๋อง งานที่บีบขึ้นรูปลึกงานต้องการความบาง

2.4.2.4 เหล็กแผ่นเคลือบ อีกกลุ่มหนึ่งของเหล็กแผ่นคือ เหล็กแผ่นเคลือบ ชุบผิวซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กกล้าชนิดแผ่นเคลือบโลหะผสมสังกะสี เป็นเหล็กกล้าชนิดแผ่นที่มีคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อนในสภาพบรรยากาศทั่วไปเหนือกว่าเหล็กกล้าชนิดแผ่นธรรมดา โดยทั่วไปเหล็กจะถูกกัดกร่อนได้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ กระบวนการกัดกร่อนเกิดจากการรวมตัวของเนื้อเหล็กกับออกซิเจนเป็นออกไซด์ของเหล็กซึ่งมีอยู่หลายประเภท การเคลือบเหล็กแผ่นด้วยสังกะสีเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถป้องกันการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี โดยชั้นเคลือบสังกะสีจะทำหน้าที่ 2 ประการคือ

1. ป้องกันเนื้อเหล็กจากการสัมผัสกับบรรยากาศภายนอก
2. สังกะสีจะทำหน้าที่ผู้กร่อนแทนเหล็ก (Sacrificial protection) ในบริเวณขอบตัดของแผ่นเหล็กหรือบริเวณที่เกิดรอยขีดข่วน

ดังนั้นเนื้อเหล็กจะคงอยู่ในสภาพสมบูรณ์จนกว่าชั้นเคลือบสังกะสีในบริเวณนั้นจะผุกร่อน จะหมด วิธีการนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในการป้องกันเหล็กจากการเกิดสนิม เหล็กกล้าชนิดแผ่นเคลือบโลหะผสมสังกะสีมีหลายชนิดด้วยกัน โดยขึ้นกับกระบวนการผลิตและส่วนผสมของชั้นเคลือบ เหล็กกล้าเคลือบโลหะผสมสังกะสี 5 กลุ่มใหญ่ดังต่อไปนี้

#### 2.4.2.5 เหล็กกล้าชนิดแผ่นเคลือบสังกะสีโดยวิธีการจุ่มร้อน (Hot Dipped Galvanized; HDG)

เป็นเหล็กกล้าที่เคลือบสังกะสีโดยการผ่านเหล็กกล้าชนิดแผ่นลงในอ่างสังกะสีหลอมเหลว ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้สามารถป้องกันการเกิดสนิมได้ดีและมีคุณสมบัติการทาสีติด (Printability) ความสามารถในการเชื่อมและการบัดกรีที่ดี แต่เนื่องจากจุดหลอมเหลวของชั้นสังกะสีมีอุณหภูมิต่ำกว่าชั้นเหล็กกล้า ดังนั้นความสามารถในการเชื่อมแบบต่อเนื่องจึงลดลง โดยเป็นผลมาจากสังกะสีที่ติดกับแท่งอิเล็กโทรดในขณะที่ทำการเชื่อม ส่วนการบัดกรีจะทำได้ง่ายหากใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม ได้แก่ ทองเหลืองและตะกั่ว นอกจากนี้การเคลือบโครเมตภายหลังการเคลือบสังกะสีจะช่วยเพิ่มความสามารถในการบัดกรีได้มากยิ่งขึ้นด้วย

ข้อจำกัดในการใช้งานคือไม่ควรใช้งานภายใต้สภาวะที่มีการกัดกร่อนที่รุนแรง เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล เขตอุตสาหกรรม ตัวอย่างการใช้งาน เช่น กรอบประตู พื้นสำเร็จรูป ผนังภายในและภายนอกอาคาร อุปกรณ์ระบายความร้อน ท่อระบายอากาศ

#### 2.4.2.6 เหล็กกล้าชนิดแผ่นเคลือบสังกะสีโดยวิธีการจุ่มร้อนและอบ (Gal anneal หรือ Iron-Zinc coating, IZ)

เป็นเหล็กกล้าที่ผ่านกระบวนการเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนเช่นเดียวกับ HDG แต่ต่างกันที่ ภายหลังจากการเคลือบผิวด้วยสังกะสี เหล็กกล้าชนิดแผ่นจะถูกส่งผ่านไปยังเตาอบ เพื่อเร่งให้เกิดชั้นของสารประกอบ Zn-Fe ผิวชั้นเคลือบที่ได้จะมีลักษณะสีเทาด้าน (Matt gray) สม่ำเสมอและไม่มีความแวววาว (Spangle) ผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยวิธีนี้จะมีความสามารถในการทาสีติดและความสามารถในการเชื่อมแบบ spot และ seam เหนือกว่าเหล็กกล้าเคลือบด้วยวิธี HDG เนื่องจากชั้นเคลือบสังกะสีของ HDG มีความสามารถนำไฟฟ้าต่ำกว่าชั้นของแผ่นเหล็ก อีกทั้งจุดหลอมเหลวก็ยิ่งต่ำกว่าแผ่นเหล็กด้วย ส่วนชั้นเคลือบ Zn-Fe ของเหล็ก Galvanneal มีจุดหลอมเหลวที่สูงกว่า และมีความแข็งมากกว่าเมื่อเทียบกับ HDG ดังนั้นความสามารถในการเชื่อมจึงเทียบเท่าได้กับแผ่นเหล็กซึ่งเป็นโลหะพื้น

เหล็กกล้าเคลือบแบบ IZ นี้ถูกใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยเฉพาะชิ้นส่วนตัวถังภายนอกที่ต้องการคุณสมบัติของการทาสี และการเชื่อมที่ดี รวมถึงใช้ในการผลิตถังน้ำมันรถยนต์ เป็นต้น

2.4.2.7 Galvalume (Zincalume) เป็นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนเหมือนกับ HDG แต่ต่างกันที่ส่วนผสมภายในอ่างชุบ โดยวิธีนี้จะใช้อลูมิเนียม 55% ซิลิกอน 1.6% และที่เหลือเป็นสังกะสี (JIS Handbook: Ferrous Material & Metallurgy II 2001) โดยธาตุผสมของชั้นเคลือบเหล่านี้จะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันคือ

- อลูมิเนียม เพิ่มความทนทานต่อการใช้งาน (Durability) การป้องกันการกัดกร่อนในตัวเอง และเพิ่มความต้านทานต่อระดับความร้อนที่อุณหภูมิสูง (High temperature resistant)

- สังกะสี เพิ่มการป้องกันการกัดกร่อนโดยการสละตัวเองแทนเหล็ก (Sacrificial protection)

การใช้งานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ เช่น งานที่ต้องการคุณสมบัติทนความร้อน สะท้อนแสงและความร้อนได้ดี การใช้งานผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น หลังคา ฝ้าผนัง ท่อรางน้ำ เหล็กโครงสร้าง รั้ว ป้าย โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนรุนแรง โดยมีระยะเวลาการใช้งานนานกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแบบ HDG และ Galfan ถึง 2-4 เท่าโดยขึ้นกับสภาวะการใช้งาน

นอกจากนี้ยังมีการใช้งานอื่นๆ เช่น ท่อไอเสีย ชิ้นส่วนภายในเครื่องซักผ้า เตาปิ้งขนมปัง เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อจำกัดประการสำคัญคือ ความสามารถในการเชื่อมที่อยู่ในระดับต่ำ โดยไม่สามารถทำการเชื่อมที่ระดับกระแสไฟฟ้าสูงได้ และไม่สามารถทำการบัดกรีได้

2.4.2.8 Gal fan (Galvanized fantastic steel) เป็นเหล็กกล้าที่ผ่านกระบวนการเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อนที่เหมือนกับ HDG แต่ต่างกันที่ส่วนผสมภายในอ่างชุบ โดยการเคลือบแบบ Galfan นี้จะมีส่วนผสมของอลูมิเนียมใกล้เคียงธาตุคือประมาณ 5% (Zn-5Al) (โดยมีการผลิตทั้ง Zn-4Al และ Zn-7Al) ซึ่งโครงสร้างที่ได้จะมีขนาดเล็กโดยเป็นผลมาจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วหลังจากการเคลือบ ผลิตภัณฑ์นี้มีคุณสมบัติที่ดี และผิวชั้นเคลือบไม่มีลวดลายแพรวพราว (spangle) จึงไม่มีการแตกของ spangle ในระหว่างการขึ้นรูป แต่ข้อจำกัดที่สำคัญคือความสามารถในการเชื่อมอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น

การใช้งานของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เช่น Heat exchanger, ventilator housing, garage doors, sign posts, window frames

2.4.2.9 เหล็กกล้าชนิดแผ่นเคลือบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า (Electro galvanized steel) กระบวนการนี้เป็นการเคลือบสังกะสีด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าภายในอ่างชุบ โดยมีส่วนประกอบคือ ขั้วบวก ขั้วลบ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งได้แก่ สารละลายสังกะสีซัลเฟต (Zinc sulfate) โดยสังกะสีจะเคลือบลงบนแผ่นเหล็กในลักษณะเป็นอ็อกไซด์ ซึ่งจะต่างไปจากวิธีจุ่มร้อนที่เป็นสารละลายของเหลวติดบนแผ่นเหล็ก

ดังนั้นประสิทธิภาพในการเคลือบด้วยวิธีทางไฟฟ้าจึงสูงกว่า จากนั้นจะนำไปเคลือบด้วยฟอสเฟต (Phosphate treatment; P) หรือโครเมต (Chromate treatment; C) ซึ่งการเคลือบฟอสเฟตจะช่วยให้ความสามารถในการทาสีติดดียิ่งขึ้น ส่วนโครเมตช่วยเพิ่มความสามารถต้านทานการกัดกร่อนและป้องกันคราบต่างๆ ได้

ข้อดีของการเคลือบประเภทนี้ คือ สามารถทำการเคลือบผิวโดยที่ความหนาในแต่ละด้านไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ได้ เนื่องจากการเคลือบทำที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นความสามารถในการขึ้นรูปจะขึ้นกับคุณสมบัติของเหล็กกล้าชนิดแผ่นเป็นหลัก โดยไม่มีผลของความร้อนเหมือนการผลิตแบบจุ่มร้อนที่เหล็กแผ่นจะได้รับความร้อนในขณะที่เคลือบและถูกทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์เคลือบสังกะสีด้วยวิธีทางไฟฟ้ามีความสามารถในการขึ้นรูป การทาสีติด และการเชื่อมที่ดีเยี่ยม การใช้งาน เช่น ตัวถังและชิ้นส่วนภายนอกรถยนต์ ฝาครอบของมอเตอร์ ฝาครอบคอมพิวเตอร์ Panels for communications equipment เป็นต้น

เหล็กแผ่นหนา จะมีความหนาตั้งแต่ 10 – 200 มม. โดยมากมักใช้ในการต่อเรือ งานก่อสร้างท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ และงานผลิตหม้อต้มไอน้ำ (Boiler)

ถ้าแบ่งเหล็กแผ่นตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น

- เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าไม่เจือ
- เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าเจือ
- เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม

2.4.2.10 เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าไม่เจือจาง (Unalloyed Steel Sheet) เป็นเหล็กกล้าที่มีปริมาณธาตุต่อไปนี้ปนอยู่ห้ามเกินพิคัด คือซิลิคอน 0.5% แมงกานีส 0.8% อะลูมิเนียมหรือไทเทเนียม 0.1% และทองแดง 0.25%<sup>2</sup>.

2.4.2.11 เหล็กแผ่นที่เป็น เหล็กกล้าเจือ (Alloyed Steel) คือ เหล็กที่เจือธาตุต่าง ๆ นอกเหนือไปจากธาตุคาร์บอนและธาตุบางตัวที่คิดมา เนื่องจากกรรมวิธีการถลุง เช่น Mn Si P ธาตุที่เจือจะเจือกับโลหะดังต่อไปนี้ คือ โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วุลแฟรม โคบอลต์ วาเนเดียม แมงกานีส

วัตถุประสงค์ของการเติมธาตุเจือลงในเหล็กมีหลายประการคือ

1. เพิ่มสมบัติด้านการชุบแข็ง
2. ปรับปรุงความแข็งแรงที่อุณหภูมิปกติ และที่อุณหภูมิสูง
3. เพิ่มสมบัติต้านทานการสึกหรอ อันเนื่องมาจากการเสียดสีขณะใช้งาน
4. เพิ่มความเหนียวทนต่อแรงกระแทก
5. เพิ่มสมบัติต้านทานการกัดกร่อน

## 6. ปรับปรุงสมบัติด้านแม่เหล็ก

เหล็กแผ่นที่เป็น เหล็กกล้าเจือ ยังแยกเป็น

2.4.2.12 เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าเจือต่ำ (Low Alloy Steel) จะมีโลหะเจือไม่เกิน 5%

2.4.2.13 เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าเจือสูง (High Alloy Steel) จะมีโลหะเจืออยู่เกิน 5%

เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าเจือต่ำ ส่วนใหญ่ จะใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องรับแรงได้สูง มีความเหนียวดี เช่นเฟือง เพลาข้อเหวี่ยงและก้านสูบ เป็นต้น โดยที่โครงสร้างสภาพใช้งานเป็น Tempered martensite (ผ่านการอบชุบก่อนใช้งาน) ยังแบ่งได้เป็น

### a) High strength low alloy steels (HSLA)

1. ธาตุเจือคือ Mn Si Ni Cr Cu P และ Mo เป็นต้นรวมแล้วน้อยกว่า 5%

2. Carbon ต่ำไม่เหมาะสำหรับนำไปชุบแข็ง

3. โครงสร้างหลักคือ Ferrite และมี Pearlite ละเอียดกระจายอยู่ทั่วไป โดยธาตุเจือละลายเป็น Solid solution อยู่ใน Ferrite

4. เหนียว เหมาะกับงานรีด ป้อนขึ้นรูป เชื่อม เจาะ โครงรถยนต์ ก้ามปู ตัวถังรถยนต์ ล้อรถไฟ เป็นต้น

5. ข้อดีเหนือเหล็กธรรมดา คือ Strength และ toughness สูงกว่า ทนการกระแทกดีกว่า เชื่อมได้ง่ายกว่า

6. Ultimate tensile strength 70,000 – 90,000 psi (4,900 – 6,300 kg/cm<sup>2</sup>)

### b) Low – Alloy Engineering Steel (เหล็กกล้าเจือต่ำวิศวกรรม)

1. Carbon อย่างน้อย 0.3% จึงชุบแข็งได้ดี ใช้สร้างชิ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนไหวรับแรงสูงในรถยนต์ เครื่องจักร และชุบได้ลึกโดยไม่เกิดแรงเค้นภายใน

2. Strength สูงกว่า เหล็กธรรมดา ถึง 30 – 40%

3. ทนแรงกระแทกได้ดีกว่าเหล็กธรรมดา 2 เท่า

4. ธาตุเจือกลุ่มนี้ได้แก่ Ni Cr Mo ส่วนใหญ่ และอื่น ๆ คือ V, Si, Ti, B, Co

5. มักมี Mn ปนอยู่เสมอ (0.4 – 1.00%) บางครั้งขึ้นถึง 1.65%

6. ตัด กัดได้ง่าย (Free cutting steels) เศษ (Chip) มักแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เหมาะกับเครื่องกลึงอัตโนมัติ

7. มี S 0.08 – 0.33% เพื่อให้ได้ Manganese sulfide กระจายทั่วไปทำให้เนื้อเหล็กเปราะขึ้นเล็กน้อย (ไม่นิยมให้มี Mn สูงในระหว่าง 2- 8% เพราะจะเปราะเกินไป)

เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าเจือสูง มีธาตุเจือ 5% ขึ้นไปจนถึง 50% โดยแบ่งออกตามประโยชน์ใช้สอยเป็น 4 กลุ่มคือ

a) Stainless steels (เหล็กกล้าไร้สนิม)

b) Heat resisting steels

c) Tool steels

d) Special steels

#### 2.4.2.14 เหล็กแผ่นที่เป็นเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม (Stainless steels)

เหล็กกล้าสแตนเลสหรือเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steels) เป็นกลุ่มเหล็กที่มีโครเมียมผสมอยู่เป็นปริมาณมาก (มากกว่า 10%) อาจมีธาตุอื่น เช่น นิกเกิล แมงกานีส คาร์บอน โมลิบดีนัมผสมอยู่ด้วยโครเมียมทำให้เกิดฟิล์มออกไซด์เคลือบที่ผิวเหล็กทำให้เหล็กทนต่อการเป็นสนิมในบรรยากาศธรรมดาได้ดี

การแบ่งกลุ่ม Stainless steels

1. Austenitic stainless steels (Cr = 16-26%, Ni = 6-22%) มี Microstructure เป็น Austenite (g, FCC ไม่ติดแม่เหล็ก)

2. Ferrite Stainless steels (Cr = 1.5-27%, C = 0.08-0.2%) มี Microstructure เป็น Ferrite (a, BCC ติดแม่เหล็ก) อ่อน (soft) Ductile

3. Martensitic stainless steels (Cr = 11.5-18%, C = 0.15-1.2%) มี Microstructure เป็น martensitic แข็ง

4. Duplex stainless steels มี Microstructure ผสมกันของทั้ง Austenitic และ Ferrite

5. Precipitation hardening stainless steels แข็งมาก โดยไม่ต้องชุบแข็ง ซึ่งจะมีค่า PH ต่ำ

การเจาะจงชนิดของเหล็กแผ่นจึงจำเป็นต้องระบุทั้งประเภทตามรูปร่างและตามองค์ประกอบทางเคมี เช่น

- เหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

- เหล็กแผ่นรีดเย็นชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนสูง

2.4.2.15 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีโดยวิธีการจุ่มร้อน กรณีนี้อาจจะไม่ต้องระบุองค์ประกอบทางเคมี เพราะมักจะเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

2.4.2.16 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า แบบเคลือบด้วยฟอสเฟต ชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ หรือภาษาตลาดเรียกว่า เหล็กแผ่นชุบซิงก์ไฟฟ้า

2.4.2.17 เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้า แบบเคลือบด้วยโครเมต ชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ หรือภาษาตลาดเรียกว่า เหล็กแผ่นชุบซิงก์เทา

2.4.2.18 เหล็กแผ่นหนาชนิดเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง



### มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม

มาตรฐาน หมายถึง ข้อกำหนดหรือข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ผลิตหรือระหว่างประเทศเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจให้ตรงกันเกี่ยวกับ ขนาดรูปร่าง น้ำหนัก คุณภาพคุณสมบัติของวัสดุต่างๆ ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ ระบบอเมริกา ระบบเยอรมัน ระบบญี่ปุ่น

มาตรฐานเหล็กในระบบต่างๆ

1. ระบบอเมริกา นิยมใช้กัน 2 มาตรฐาน

1.1 ระบบ AISI (American Iron and Steel Institute)

1.2 ระบบ SAE (Society of Automotive Engineer)

2. ระบบเยอรมัน ระบบ DIN (Deutsch Industrial Norms)

3. ระบบญี่ปุ่น ระบบ JIS (Japanese Industrial-Standards)

ระบบอเมริกา (AISI/SAE) การกำหนดมาตรฐานจะอ่านดังนี้

AISI(SAE) คือ ชนิดของมาตรฐาน

E คือ บอกระบบวิธีการผลิตเหล็ก

4 คือ บอกชนิดเหล็ก

3 คือ บอกส่วนผสมของปริมาณของธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็ก

2 คือ ตัวเลขที่บอกจำนวนคาร์บอน

0 คือ บอกระบบวิธีการผลิตเหล็กตัวอย่างเช่น

AISI(SAE) คือ เหล็กมาตรฐานระบบ AISI(SAE)

E คือ เหล็กกล้าผลิตจากเตาไฟฟ้า

4 คือ เป็นเหล็กกล้าประสม โมลิบดีนัม

3 คือ โมลิบดีนัม 3%

20 คือ คาร์บอน 20 = 0.2%

ระบบเยอรมัน (DIN) มี 2 ประเภท

1. เหล็กไม่ผสม หมายถึง ผสมธาตุอื่นๆ เล็กน้อย

2. เหล็กผสม หมายถึง ผสมธาตุอื่นอยู่ด้วย

การกำหนดมาตรฐานจะอ่านดังนี้

ตัวเลขหมู่ 1 คือ บอกเปอร์เซ็นต์คาร์บอน

ตัวเลขหมู่ 2 คือ ธาตุที่ผสมอยู่ในเหล็ก

ตัวเลขหมู่ 3 คือ เป็นตัวเลขบอกปริมาณของธาตุที่ผสมอยู่ตัวอย่าง เช่น 42 CrMo45

มีคาร์บอน 42 = 0.42%      มีโครเมียม 4 = 1.0%      มีโมลิบดีนัม 5 = 0.5%

## ระบบญี่ปุ่น (JIS)

การกำหนดมาตรฐานจะอ่านดังนี้

JIS คือ ชนิดของมาตรฐาน

G คือ ประเภทของผลิตภัณฑ์

4 คือ ประเภทของเหล็ก

3 คือ ประเภทของวัสดุ

03 คือ การแยกชนิดเหล็กตามส่วนผสมของธาตุตัวอย่าง เช่น JIS G 41 03

JIS คือ มาตรฐานญี่ปุ่น

G คือ โลหะประเภทเหล็กหรือโลหะวิทยา

4 คือ เหล็กกล้าผสม

1 คือ เหล็กกล้าผสมนิเกิลและโครเมียม

03 คือ เหล็กไฮสปีด

### 2.4.3 การแบ่งประเภทของเหล็ก

เราสามารถแบ่งเหล็กออกเป็นกลุ่มกว้างๆ ได้ 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากปริมาณของธาตุคาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็ก โดยแบ่งออกได้เป็น

2.4.3.1 เหล็กหล่อ คือเหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนมากกว่า 1.7% หรือ 2% ซึ่งเหล็กชนิดนี้จะขึ้นรูปได้ด้วยวิธีหล่อเท่านั้นเพราะปริมาณคาร์บอนที่สูงทำให้โครงสร้างมีคุณสมบัติที่แข็งแต่เปราะจึงไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการรีดหรือวิธีทางกลอื่นๆ ได้ เรายังสามารถแบ่งย่อยเหล็กหล่อออกได้อีกหลายประเภท โดยพิจารณาจากโครงสร้างทางจุลภาค กรรมวิธีทางความร้อน ชนิดและปริมาณของธาตุผสม ได้แก่

2.4.3.2 เหล็กหล่อเทา (Grey cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีปริมาณคาร์บอนและซิลิคอนสูง ทำให้มีโครงสร้างคาร์บอนอยู่ในรูปของกราฟไฟต์

2.4.3.3 เหล็กหล่อขาว (White cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีปริมาณซิลิคอนต่ำกว่าเหล็กหล่อเทา ทำให้ไม่เกิดโครงสร้างคาร์บอนในรูปกราฟไฟต์ โดยคาร์บอนจะอยู่ในรูปคาร์ไบด์ของเหล็ก ( $Fe_3C$ ) ที่เรียกว่า ซีเมนไตต์ เป็นเหล็กที่มีความแข็งสูงทนการเสียดสี แต่จะเปราะ

2.4.3.4 เหล็กหล่อกราฟไฟต์กลมหรือเหล็กหล่อเหนียว (Spherical graphite cast iron, ductile cast iron) เป็นเหล็กหล่อเทาที่ผสมธาตุแมกนีเซียมและหรือธาตุซีเรียมลงไปให้น้ำเหล็ก ทำให้กราฟไฟต์ที่เกิดเป็นกลุ่มและมีรูปร่างกลม ซึ่งส่งผลถึงคุณสมบัติทางกลในทางที่ดีขึ้น

2.4.3.5 เหล็กหล่ออบเหนียว (Malleable cast iron) เป็นเหล็กหล่อขาวที่นำไปอบในบรรยากาศพิเศษเพื่อให้คาร์บอนในโครงสร้างคาร์ไบด์แตกตัวออกมารวมกันเป็นกราฟไฟต์เม็ด

กลม และทำให้เหล็กกรอบๆที่มีปริมาณคาร์บอนลดลงปรับโครงสร้างกลายเป็นเฟอร์ไรต์และหรือเพิร์ลไลท์ เหล็กชนิดนี้จะมีความเหนียวดีกว่าเหล็กหล่อขาว แต่จะด้อยกว่าเหล็กหล่อกราฟไฟต์กลมเล็กน้อย

2.4.3.6 เหล็กหล่อโลหะผสม (Alloy cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่เติมธาตุผสมอื่นๆลงไป ปริมาณที่ค่อนข้างมาก เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเฉพาะด้านให้ดียิ่งขึ้น เช่นเติม निकเกิลและโครเมียม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านทนการเสียดสีและทนความร้อน เป็นต้น

2.4.3.7 เหล็กกล้า คือเหล็กที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนน้อยกว่า 1.7% หรือ 2% เหล็กชนิดนี้มีความเหนียวมากกว่าเหล็กหล่อทำให้สามารถทำการขึ้นรูปโดยใช้กรรมวิธีทางกลได้ ทำให้เหล็กชนิดนี้ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง จึงพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่น เหล็กโครงรถยนต์ ท่อเหล็กต่างๆ ฯลฯ เหล็กกล้าสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

2.4.3.8 เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steel) เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนเป็นส่วนผสมหลัก โดยอาจมีธาตุอื่นผสมอยู่บ้างแต่ไม่ได้เจาะจงจะผสมลงไป มักคิดมาจากกรรมวิธีการถลุงและการผลิต เราสามารถแบ่งย่อยกว้างๆออกได้ 3 ประเภทโดยพิจารณาตามปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสม คือ

2.4.3.9 เหล็กคาร์บอนต่ำ (Low carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.2% เหล็กชนิดนี้มีความแข็งแรงต่ำสามารถรีดหรือตีเป็นแผ่นได้ง่าย ตัวอย่างเหล็กเช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่นที่ใช้กันทั่วไป

2.4.3.10 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.2-0.5% เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กคาร์บอนต่ำ ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลทั่วไป เหล็กประเภทนี้สามารถทำการอบชุบความร้อนได้

2.4.3.11 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High carbon steel) เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนสูงกว่า 0.5% มีความแข็งแรงและความแข็งสูง สามารถทำการอบชุบความร้อนให้คุณสมบัติความแข็งเพิ่มขึ้นได้ ใช้ทำพวกเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆที่ต้องการผิวแข็งและความต้านทานการสึกหรอสูง

2.4.3.12 เหล็กกล้าผสม (Alloy steel) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีธาตุอื่นผสมอยู่อย่างเจาะจง เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ เช่น ความสามารถในการชุบแข็ง (Harden ability) ความต้านทานการกัดกร่อน คุณสมบัติการนำไฟฟ้าและคุณสมบัติทางแม่เหล็ก เป็นต้น ธาตุผสมที่เติมลงไป เช่น โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม วาเนเดียม โคบอลต์ แมงกานีสและซิลิกอน โดยแมงกานีสและซิลิกอนจะต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะจัดได้ว่าเป็นเหล็กกล้าผสม เพราะในเหล็กกล้าคาร์บอนก็มีปริมาณธาตุทั้งสองผสมอยู่พอสมควร เราสามารถแบ่งย่อยกว้างๆออกได้ 2 ประเภทโดยพิจารณาตามปริมาณของธาตุผสม คือ

2.4.3.12.1 เหล็กกล้าผสมต่ำ (Low alloy steel) เป็นเหล็กกล้าผสมที่มีปริมาณธาตุผสมน้อยกว่า 10%

2.4.3.12.2 เหล็กกล้าผสมสูง (High alloy steel) เป็นเหล็กกล้าผสมที่มีปริมาณธาตุผสมสูงกว่า 10%

#### 2.4.4 คุณสมบัติของโลหะชนิดต่างๆ

ตัวแรก คือ เหล็ก (Iron) จะใช้สัญลักษณ์ว่า Fe ซึ่งมาจากภาษาละติน ที่ว่า Ferrum นั่นเอง ถือได้ว่าเป็นวัสดุวิศวกรรมตัวหนึ่ง ซึ่งมาทางสายโลหะ กลุ่มเหล็กได้จากการแปรรูปจากสินแร่เป็นโลหะ หรือด้วยการถลุงแร่

คุณสมบัติของโลหะเหล็ก

- 1.เป็นตัวไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี
- 2.เคาะมีเสียงดังกังวาน
- 3.มีความแข็งแรงและความเหนียว
- 4.ผิวขัดเป็นเงา มันวาวได้
- 5.จุดหลอมเหลวค่อนข้างสูง
- 6.มีความคงทนถาวร

ตัวต่อไปคือ คาร์บอน (C) เป็นตัวสำคัญที่สุดจะต้องมีผสมอยู่ในเนื้อเหล็กมีคุณสมบัติทำให้เหล็กแข็ง ถ้าผสมอยู่ในเตนเลสแล้วมากกว่า 0.1 % ก็จะทำให้เกิดความแข็ง แต่จะเปราะ เช่น ใบมีดโกนหนวด ดังนั้นสแตนเลสเกรดอื่นๆทั่วไปจะควบคุมปริมาณคาร์บอนให้น้อยกว่า 0.1 % หรือบางเกรดที่ลงท้ายด้วยตัว L จะควบคุมให้อยู่ที่ 0.03 % นั่นเอง

2.4.4.1 แมงกานีส (Mn) เป็นโลหะหนัก มีสีขาวเทา จุดหลอมเหลว 1250 ซ. คุณสมบัติเมื่อเติมลงไปเหล็กแล้วจะทำให้เหล็กทนทานต่อแรงดึงมากขึ้นเพิ่มสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเหล็กเมื่อถูกความร้อนแต่จะลดคุณสมบัติในการเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนในสแตนเลสบางตระกูลเช่น 200 นั้นจะใช้ผสม โดยประมาณ 5-7 % เพื่อทดแทนนิกเกิลที่มีราคาแพงมากๆ ซึ่งจะเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งในสแตนเลสชนิดเดมินิกเกิลนั่นก็คือไม่มีผลปฏิกิริยาในการดูของแม่เหล็กนั่นเอง

2.4.4.2 โครเมียม (Cr) จะเป็นตัวช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการกัดกร่อนในสภาพบรรยากาศทั่วไป สแตนเลสโดยทั่วไปจะเป็นสแตนเลสได้ต้องมีโครเมียมผสมอยู่ อย่างน้อย 10.5 % เมื่อโครเมียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ก็จะเกิดฟิล์มบางๆ คือ โครเมียมออกไซด์ (Passive Film) แฉวให้เห็นครับ

2.4.4.3 นิกเกิล (Ni) ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนแบบมูมอับในสารละลายกรดเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปเย็นได้ดีตลอดจนเพิ่มความสามารถในการเชื่อมสแตนเลสส่วนใหญ่จะผสมอยู่ 2 ช่วง คือ 0% (ปริมาณเล็กน้อยที่ติดมากับเหล็ก) และ 9% (6-15%) เมื่อเติมในสแตนเลสจะทำให้โครงสร้างเปลี่ยนเป็นออสเทนไนท์ซึ่งจะไม่มีปฏิกิริยากับแม่เหล็กนั่นเองนิกเกิลเป็นปัจจัยหลักตัวหนึ่งในการกำหนดราคาสแตนเลสว่าจะขึ้นหรือลง

2.4.4.4 โมลิบดีนัม (Mo) ช่วยเสริมผลความต้านทานการกัดกร่อนของโครเมียมโดยเฉพาะการกัดกร่อนแบบมูมอับและช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนในสภาพคลอไรด์ด้วยสแตนเลสทั่วไปจะผสมอยู่ 2 ช่วง คือ 0% (ติดมากับเหล็ก) และ 2% (1.0-3.0%)

2.4.4.5 ไททาเนียม (Ti) ช่วยปรับปรุงความต้านทานต่อการกัดกร่อนแบบขบกรนโดยจะป้องกันการเกิดโครเมียมคาร์ไบด์ เช่น ในรอยเชื่อมและยังเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปเย็นและการเชื่อมด้วย

2.4.4.6 ทองแดง (Cu) คุณสมบัติอ่อนเหนียว ขยายตัวแยกตัวได้ดี เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีทนต่อการกัดกร่อน ใช้ผสมในสแตนเลสบางเกรดเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของบางประการของสแตนเลสให้ดีขึ้น



รูปที่ 2.19 แสดงเหล็ก

#### 2.4.5 หลักการทำงานของเหล็ก

โลหะเหล็ก (Ferrous Metal) เป็นวัสดุที่มีกำลังรับแรงสูง มีความคงทนตลอดอายุการใช้งานหากมีการบำรุงรักษาที่ดี และมีรูปทรงมาตรฐานที่เมื่อย่ำไม่เปลี่ยนแปลงง่าย จึงถูกนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ทำเป็นเครื่องมือกลกรรม เครื่องมือช่าง ใช้ในงานก่อสร้าง หรือใช้ในงานอุตสาหกรรม เป็นต้น จึงจัดได้ว่าโลหะเหล็กมีความสำคัญต่อมนุษย์มากเพราะนอกจากจะสร้างความเจริญให้กับโลกแล้วยังเป็นส่วนประกอบของอาวุธยุทโธปกรณ์ที่มนุษย์นำมาฆ่าฟันกันอีกด้วย

#### 2.4.6 ประโยชน์และการใช้งาน

ปัจจุบันนี้ มีโลหะหลายสปีชีส์ที่นำมาใช้เป็นประโยชน์ในอุตสาหกรรม เพื่อทำเป็นเครื่องใช้สอยต่างๆ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล เครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ โลหะที่พบบ่อยในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เหล็ก อะลูมิเนียม เงิน ทองแดง นิกเกิล โครเมียม ฯลฯ โลหะที่ใช้ส่วนใหญ่ใช้ทั้งในรูปแบบที่เป็นโลหะชนิดเดียวบริสุทธิ์ เช่น ทองแดงใช้ทำสายไฟ อะลูมิเนียมใช้ทำภาชนะในครัวเรือน เพราะไม่ขึ้นสนิมง่าย และในรูปแบบที่เป็นโลหะผสม เช่น ทองเหลือง สัมฤทธิ์ เหล็กกล้าผสม เป็นต้น มีการค้นคว้าหาโลหะหรือโลหะผสมที่มีคุณสมบัติเด่นเฉพาะมากขึ้น เช่น โลหะที่มีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงสูงเพื่อใช้กับอากาศยาน หรือโลหะที่ทนความร้อนสูง ทนต่อการสึกกร่อน (Abrasion) วิทยาการของโลหะต้องใช้เทคโนโลยีสูงทางด้านโลหะกรรม (Metallurgy) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันนี้จะมีวัสดุอื่น เช่น พอลิเมอร์ (Polymer) เข้ามาใช้ประโยชน์แทนโลหะ แต่โลหะยังมีความสำคัญต่อไปอีก โดยเฉพาะเหล็กเทคโนโลยีทางด้านโลหะกรรมกำลังได้รับการพัฒนาอย่างเร่งรีบ



## บทที่ 3

### การดำเนินงาน

โครงการจักรยานป็นน้ำเอนกประสงค์ จำเป็นต้องศึกษาหลักการทำงานต่างๆของจักรยานป็นน้ำเอนกประสงค์ เพื่อให้เกิดความพร้อมและความเข้าใจมากยิ่งขึ้นในการทำโครงการ จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

#### สัปดาห์ที่ 1

รวบรวมสมาชิกในกลุ่ม หาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รวมความคิดเห็นในกลุ่มร่วมเสนอความคิดเกี่ยวกับโครงการที่จะจัดทำ ผลสรุปที่ได้สมาชิกในกลุ่มมีความเห็นตรงกันว่าจะจัดทำจักรยานป็นน้ำเอนกประสงค์

#### สัปดาห์ที่ 2

ออกแบบชุดจักรยานป็นน้ำเอนกประสงค์ เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการสอบโครงการ

#### สัปดาห์ที่ 3

นำเสนอโครงการต่อคณะกรรมการสอบโครงการผลสรุปคือ คณะกรรมการสอบโครงการอนุมัติให้จัดทำโครงการ

#### สัปดาห์ที่ 4

วางแผนขั้นตอนการดำเนินงานและแบ่งงานให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มเพื่อความรวดเร็วในการจัดทำโครงการ

#### สัปดาห์ที่ 5

ค้นคว้าหาข้อมูลอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่จะจัดทำ และออกเดินทางหาซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต่อการจัดทำโครงการและทำเอกสารบทที่ 1



### สัปดาห์ที่ 6

ทำการสั่งซื้ออุปกรณ์บางรายการที่ไม่สามารถหาซื้อได้ และรวบรวมข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับโครงการเพื่อจัดทำรายงานโครงการ

### สัปดาห์ที่ 7

ทำการประกอบชุดปั้มน้ำกับจักรยาน

### สัปดาห์ที่ 8

ทำการเจาะลูกตุ้มเหวี่ยง



รูปที่ 3.1 แสดงการเจาะลูกตุ้มเหวี่ยง



รูปที่ 3.2 แสดงการประกอบพู่เล่ย์



รูปที่ 3.3 แสดงการประกอบพู่เล่ย์เข้าปั้มน้ำ



รูปที่ 3.4 แสดงการประกอบตุ้มน้หวี่งเข้ากับพู่เล่ย์

### สัปดาห์ที่ 9

ทำการทาสีส่วน โครงของชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์



รูปที่ 3.3 แสดงการทาสีส่วน โครงของชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์



รูปที่ 3.4 แสดงการเปลี่ยนยางจักรยาน

สัปดาห์ที่ 10

เริ่มทำการทดลอง



รูปที่ 3.6 เริ่มแสดงการทดลอง



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อสายยางเพื่อที่จะทำงาน

## สัปดาห์ที่ 11

เริ่มทำการปั่นจักรยาน



รูปที่ 3.8 แสดงการปั่นจักรยาน



รูปที่ 3.9 แสดงการกรอกไปประเมิน

### สัปดาห์ที่ 12

ทดลองนำชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ไปปั่นน้ำและทำเอกสารบทที่ 3 และบทที่ 4



รูปที่ 3.13 แสดงรูปชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์

### สัปดาห์ที่ 13

แก้ไขชิ้นงานบางส่วนและทำการเก็บรายละเอียดและทำเอกสารบทที่ 5

### สัปดาห์ที่ 14

นำเสนอสอบโครงการ

### สัปดาห์ที่ 15

สอบโครงการ

### สัปดาห์ที่ 16

นำเสนอโครงการในวันวิชาการ

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

จากที่คณะผู้จัดทำโครงการได้จัดทำชุดจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ มาแล้วเป็นเวลาหนึ่งภาคเรียนหรือ 16 สัปดาห์ ผลการทดลองออกมา เป็นที่น่าพึงพอใจของคณะผู้จัดทำคือ จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์สามารถสูบน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการทำงานของปั้มน้ำจะเห็นได้ว่าปั้มน้ำจะมีลูกสูบชักเป็นตัวดูดและอัดน้ำขึ้นมา

#### ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองของจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์

ครั้งที่	การทดลอง	ผลการทดลอง	หมายเหตุ
1	จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ทำงานปกติ	สายพานหลุดแก้ไขโดยปรับตั้งตรงปั้มน้ำลูกสูบชัก	สังเกตจาก
2	จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ทำงานปกติ	ลูกค้อนเหวี่ยงฟรีแก้ไขโดยขันน็อตแกนลูกสูบชัก	สังเกตจาก
3	จักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ทำงานปกติ	โครงจักรยานหลวมแก้ไขโดยขันน็อตให้แน่น	สังเกตจาก

#### วิธีการใช้งานจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์

1. ต่อสายยางท่อทางเข้าและท่อทางออกตรงที่ปั้มน้ำ
2. ตั้งสปริงเกอร์ไว้ตามที่เราต้องการ
3. ขึ้นจักรยานแล้วทำการปั่น

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการประเมิน

ลำดับ ที่	รายการ	ความพึงพอใจ					รวม	เฉลี่ย	อยู่ใน เกณฑ์ที่
		5	4	3	2	1			
1	โครงสร้างของชิ้นงานมีความมาตรฐาน	12	17	1	-	-	131	4.36	มาก
2	ชิ้นงานมีความน่าสนใจ	20	10	-	-	-	140	4.66	มากที่สุด
3	จักรยานปั่นน้ำลดมลพิษได้จริง	25	5	-	-	-	140	4.66	มากที่สุด
4	วิธีการใช้งานมีความเข้าใจง่าย	21	7	2	-	-	133	4.43	มาก
5	ชิ้นงานกับชื่อโครงการมีความสัมพันธ์ กัน	12	16	2	-	-	106	4.13	มาก
6	สามารถนำไปใช้งานได้จริง	22	13	-	1	-	142	4.73	มากที่สุด
7	ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์มีความ เหมาะสม	16	13	-	1	-	182	4.4	มาก
8	ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับความรู้ของ คณะผู้จัดทำ	15	15	-	-	-	135	4.5	มาก
9	สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย	11	13	6	-	-	125	4.16	มาก
10	ผู้จัดทำมีความริเริ่มสร้างสรรค์	18	9	3	-	-	135	4.5	มาก
รวม		172	118	14	2	-	1,369	4.56	มากที่สุด

สรุปผลการประเมิน

ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.56 อยู่ในระดับ 5 = เกณฑ์ มากที่สุด



**หมายเหตุ**

ค่าเฉลี่ยคะแนน	1.00 – 1.50	อยู่ในระดับ 1	=	เกณฑ์	น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ยคะแนน	1.51 – 2.50	อยู่ในระดับ 2	=	เกณฑ์	น้อย
ค่าเฉลี่ยคะแนน	2.51 – 3.50	อยู่ในระดับ 3	=	เกณฑ์	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนน	3.51 – 4.50	อยู่ในระดับ 4	=	เกณฑ์	มาก
ค่าเฉลี่ยคะแนน	4.51 – 5.00	อยู่ในระดับ 5	=	เกณฑ์	มากที่สุด

ลงชื่อ.....

( นายอนุสิทธิ์ กุลวางศ์ )

ผู้รับรอง

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงาน

#### อภิปรายผล

จากการที่คณะผู้จัดทำโครงการจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ ได้จัดทำโครงการผลปรากฏว่าคณะผู้จัดทำได้นำความรู้ที่เรียนมาทั้ง 3 ปี มาใช้ในการจัดทำโครงการจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ขึ้นมา คณะผู้จัดทำได้รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งต้องมีความรับผิดชอบ และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ความสามัคคีในหมู่คณะรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม จึงสามารถทำโครงการจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ออกมาได้อย่างสมบูรณ์ และสามารถนำโครงการจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ไปใช้งานได้จริงตรงตามที่คณะผู้จัดทำหวังไว้

#### ปัญหาและอุปสรรค

1. อุปกรณ์หาซื้อยาก
2. สั่งซื้อของได้ไม่ตรงตามที่ต้องการทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณ
3. ราคาอุปกรณ์บางรายการเกิดการเปลี่ยนแปลง
4. การเดินทางหาซื้ออุปกรณ์ไม่สะดวก

#### ข้อเสนอแนะจากผู้จัดทำโครงการ

คณะผู้จัดทำ ควรศึกษาอุปกรณ์ของจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ และหลักการทำงานของจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ให้เข้าใจมากกว่านี้ เพื่อที่จะมีการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีการทำงานที่สมบูรณ์มากกว่านี้ ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการนำจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ไปใช้งานจริงจะช่วยให้การทำงานเกิดความสะดวกรวดเร็วขึ้น และคงมีผู้สนใจที่จะนำจักรยานปั่นน้ำเอนกประสงค์ไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

## บรรณานุกรม

- (1) นริศ สุวรรณางกูร. วัสดุช่างอุตสาหกรรม .กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด พ.ศ.2546
- (2) นริศ ศรีเมฆ. หนังสืองานโลหะแผ่น 1 (พ.ศ.2538) บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด กรุงเทพฯ
- (3) นริศ ศรีเมฆ. หนังสือเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2546) บริษัทสำนักพิมพ์ เอมพันธ์ จำกัด ) กรุงเทพฯ
- (4) นริศ ศรีเมฆ. หนังสือเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) บริษัทสำนักพิมพ์ เอมพันธ์จำกัด กรุงเทพฯ
- (5) ประทีป ระวังทุกข์. หนังสืองานเชื่อมโลหะ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2546) บริษัท สำนักพิมพ์ เอมพันธ์ จำกัด กรุงเทพฯ

ภาคผนวก ก



การทำสีโครงของจักรยานปั่นน้ำ



การประกอบพูลเลย์เข้ากับลูกตุ้มเหวี่ยง



การประกอบพูลล์ซี่เข้ากับปี่ม



การประกอบสายพานเข้ากับพูลล์ซี่



การดูของปั๊มชัก



การใส่อุปกรณ์ต่างๆของชุดจักรยานปั่นน้ำ



การทดสอบชุดจักรยานปั่นน้ำ



ชุดจักรยานปั่นน้ำเพื่อการเกษตร



ภาคผนวก ข

## แบบประเมิน

### โครงการ เครื่องวัดระยะทางไร้สาย

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความพึงพอใจ

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยมาก

ระดับชั้น  ปวช.1  ปวช.2  ปวช.3  ปวส.1  ปวส.2  อื่นๆ

รายการ	ความพึงพอใจ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ชินงานมีความน่าสนใจ						
2. วิธีการใช้งานเข้าใจง่าย						
3. มีการนำอุปกรณ์ต่างๆมาประยุกต์ใช้งาน						
4. ส่วนแสดงผลสามารถมองเห็นได้ชัดเจน						
5. ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับชินงาน						
6. ชินงานกับชื่อโครงการมีความสัมพันธ์กัน						
7. ชินงานมีความเหมาะสมกับความรู้ของคณะผู้จัดทำ						
8. คณะผู้จัดทำมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์						
9. สามารถนำไปใช้งานได้จริง						
10. สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย						
รวม						

### ความคิดเห็น

.....

.....

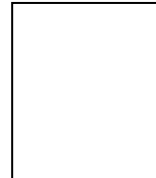
.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นายวิชาชัย แก้วมิ่งมงคล

### ประวัติส่วนตัว

วัน เดือน ปี ที่เกิด 31 มกราคม 2534

อายุ 19 ปี

ที่อยู่(ปัจจุบัน) 283/2 หมู่ 8 ต.นาทราย อ.ลี้ จ.ลำพูน

เบอร์โทรศัพท์ 0806798709

### ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2548 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านห้วยด้อม

ต. นาทราย อ.ลี้ จ.ลำพูน

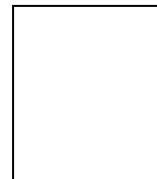
ปี พ.ศ.2550 ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระปริยัติธรรมพระชัยวงศ์ษา

ต. นาทราย อ.ลี้ จ.ลำพูน

ปี พ.ศ.2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเถินเทคโนโลยีพณิชยการ

ต.ล้อมแรด อ.เถิน จ.ลำปาง

## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นายศุภชัย ผาด่าน

### ประวัติส่วนตัว

วัน เดือน ปี ที่เกิด 3 มิถุนายน พ.ศ.2531

อายุ 23 ปี

ที่อยู่(ปัจจุบัน) 167 หมู่ 8 ต.บ้านแก่ง อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย

เบอร์โทรศัพท์ -

### ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2543 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแม่ท่าแพ

ต.บ้านแก่ง อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย

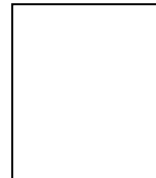
ปี พ.ศ. 2547 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแม่ท่าแพ

ต.บ้านแก่ง อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย

ปี พ.ศ. 2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเถินเทคโนโลยีพัฒนวิชาการ

ต.ล้อมแรด อ.เถิน จ.ลำปาง

## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นายสุวิศิษฏ์ พิทักษ์ปัจจิมเขต

### ประวัติส่วนตัว

วัน เดือน ปี ที่เกิด 6 สิงหาคม พ.ศ. 2533

อายุ 21 ปี

ที่อยู่(ปัจจุบัน) 67/ช หมู่ 9 ต.แม่จัน อ.อุ้มผาง จ.ตาก

เบอร์โทรศัพท์ 080793478

### ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2548 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเปิงเคล็ง(สืบสกุลอนุสรณ์)

ต.แม่จัน อ.อุ้มผาง จ.ตาก

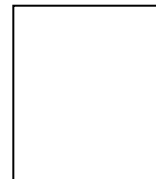
ปี พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่านผู้หญิงวิไล อมาตยกุล

ต.แม่จัน อ.อุ้มผาง จ.ตาก

ปี พ.ศ. 2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเถินเทคโนโลยียุทธศาสตร์

ต.ล้อมแรด อ.เถิน จ.ลำปาง

## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นายอนันต์ ยอดยิ่ง

### ประวัติส่วนตัว

วัน เดือน ปี ที่เกิด 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2536  
อายุ 18 ปี  
ที่อยู่ (ปัจจุบัน) 263 หมู่ 9 ต.แม่จัน อ.อุ้มผาง จ.ตาก  
เบอร์โทรศัพท์ 082-1845951

### ประวัติส่วนตัว

ปี พ.ศ. 2548 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเปิงเคลิ่ง (สืบสกุลอนุสรณ์)  
ต.แม่จัน อ.อุ้มผาง จ.ตาก  
ปี พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่านผู้หญิงวิไลมาตยกุล  
ต.แม่จัน อ.อุ้มผาง จ.ตาก  
ปี พ.ศ. 2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเถินเทคโนโลยีพนิชยการ  
ต.ล้อมแรด อ.เถิน จ.ลำปาง