ระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

พิสุทธิ์ อภิชยกุลและคณะ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรนิสิตส่วนใหญ่นิยมใช้รถจักรยานยนต์เป็นพาหนะในการเดินทางสัญจรภายในมหาวิทยาลัย ไม่นิยมใช้บริการขนส่งสาธารณะ เช่น รถเมล์ รถไฟฟ้า หรือแม้แต่การใช้รถจักรยานซึ่งเป็นการเดินทางที่ประหยัดพลังงานและมีความปลอดภัยมากกว่า นอกจากนั้นอัตราการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากรถจักรยานยนต์ มีแนวโน้มที่สูงขึ้นและมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นเนื่องจากนิสิตใช้ความเร็วสูงในการสัญจรด้วยรถจักรยานยนต์ อีกทั้งยังฝ่าฝืนไม่สวมใส่หมวกนิรภัยตามที่กฎหมายกำหนด

ในปัจจุบันการเดินทางด้วยจักรยานเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของสังคมคนเมือง เนื่องจากการเดินทางด้วยจักรยานเป็นการเดินทางที่ประหยัดพลังงาน ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งยังส่งเสริมสุขภาพของผู้ขับขี่ นอกจากนั้นระบบการบริหารจัดการของจักรยานแบบระบบแบ่งปัน (Bike - sharing System) ยังประสบความสำเร็จในเมืองใหญ่ๆ ของโลกหลายเมือง เช่น ปารีส ลอนดอน มอนทรีออน เป็นต้น โครงการเหล่านี้ทำให้คนทั่วไปหันมานิยมใช้จักรยานในการเดินทางระยะสั้นมากขึ้น รวมถึงมีการนำแนวคิดนี้มาปรับใช้ภายในมหาวิทยาลัยในต่างประเทศเช่นกัน ตัวอย่างเช่น มหาวิทยาลัยนอตติ้งแฮมประเทศอังกฤษ โดยนักศึกษาสามารถยืมจักรยานได้จากทางมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ต้องมีการมัดจำ และจ่ายค่าเช่าจักรยานในอัตราที่ต่ำเพื่อดึงดูดให้มีผู้เข้าร่วมโครงการ แต่การยืมลักษณะนี้จะเป็นการยืมระยะยาว คือมีกำหนดระยะเวลาไม่เกิน 9 เดือน ซึ่งเป็นข้อแตกต่างที่ชัดเจนกับแนวคิดจักรยานระบบแบ่งปันที่ใช้ตามเมืองใหญ่ๆ ทั่วโลก แนวคิดจักรยานระบบแบ่งปัน เริ่มต้นเมื่อประมาณ 50 กว่าปีที่แล้ว โดยเมืองอัมสเตอดัม ประเทศเนเธอแลนด์แต่การสร้างระบบในระยะแรกยังมีข้อปัญหาอยู่หลายประการ ต่อมาได้มีการพัฒนาจักรยานระบบแบ่งปัน ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการและสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน มีระบบการยืม คืน ที่สามารถระบุตัวตนของผู้ใช้งานได้ มีระบบติดตามจักรยาน เพื่อป้องกันการสูญหาย เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาและสร้างระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อส่งเสริมให้นิสิตหันมาใช้รถจักรยานเดินทางในระยะสั้นภายในมหาวิทยาลัยและมีการบริหารจัดการระบบจักรยานแบ่งปันที่ดี เหมาะ

สมกับมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและยั่งยืน

1.1.1 ข้อเสนอโครงการ

1.1.1.1 ผู้ดำเนินงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย	ดร. พิสุทธิ์ อภิชยกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 1	ดร. พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยวิจัย	นาย รัฐพงศ์ แม่นยำ	
ผู้ช่วยวิจัย	นาย สรวัตร ประภานิติเสถียร	
หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 2	นายวิสิฐ จันมา	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยวิจัย	นาย คมไผ่ ฉ่ำบุญรอด	
ผู้ช่วยวิจัย	นาย กาญจน์ มุ่งหมาย	
หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 3	ดร. พิสุทธิ์ อภิชยกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยวิจัย	นางสาว ปริณดา ศิริเจริญ	

1.1.1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างจักรยานต้นแบบ สามารถนำมาผลิตเพื่อการใช้งานในโครงการ
2. เพื่อออกแบบและสร้างระบบการยืม-คืนจักรยานที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการใช้งานในโครงการ
3. เพื่อส่งเสริมการใช้จักรยานเพื่อการสัญจรภายในชุมชนมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.1.1.3 สิ่งที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบจักรยานแบ่งปันที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบสาธารณะสำหรับนิสิตและบุคคลากรภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ต้นแบบสถานีจอดและต้นแบบตัวจักรยาน
3. องค์ความรู้ที่เกี่ยวกับจักรยานระบบแบ่งปัน ทั้งทางด้านงานออกแบบและงานด้านวิศวกรรม
4. การประมาณการต้นทุนของจักรยานระบบแบ่งปันทั้งระบบ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.1.1.4 ขอบเขตของโครงการ

โครงการย่อยที่ 1

1. การออกแบบระบบสถานีจอดจักรยานและระบบล็อกจักรยาน

- **การแสดงผลหน้าจอในบริเวณสถานีจอดและที่สำหรับอ่านบัตรนักศึกษาที่ใช้ในการยืม คืนจักรยาน**
- **การติดต่อสื่อสารระหว่างตัวสถานีจอดและราวที่ใช้ล๊อกจักรยาน**
- ระบบทางกลและอิเล็กทรอนิกส์ของราวที่ใช้ล๊อกจักรยาน
- ระบบการอ่าน ID (Identity) ของจักรยานแต่ละคัน
- ระบบการแจ้งจักรยานที่เสียหาย

2. การออกแบบระบบฐานข้อมูลของระบบการแบ่งปันจักรยาน (Bike sharing database system)

- การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีจอดแต่ละสถานี รวมไปถึงการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง
- การประมวลผลเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานีจอดรอบข้าง
- การเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ

โครงการย่อยที่ 2 (โดยร่วมมือกับภาควิชาศิลปะและการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์)

1. การออกแบบตัวจักรยาน

- โครงสร้างการใช้งาน ความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และความแข็งแรงปลอดภัยในการใช้งาน
- ระบบล๊อกจักรยาน
- ระบบการฝังตัวของ ID ในตัวจักรยาน
- รูปร่างรูปทรงสีสัน ความสวยงามของจักรยาน

2. การออกแบบโลโก้ สัญลักษณ์ ระบบของป้ายต่างๆ แผนที่แผนผังการใช้งาน เส้นทางวิ่งของ จักรยาน และทำมัลติมีเดียดีไซน์ ที่รวบรวม Animation ภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อมูลระบบแนะนำการใช้งาน รวมถึงเอกสารแผ่นพับ ป้าย แผนที่ การออกแบบระบบข้อมูลเพื่อแนะนำการใช้งานที่ง่ายต่อการเข้าใจ

3. ออกแบบจุดใช้งานและเก็บจักรยาน ระบบป้ายต่างๆ ให้มีความเด่นชัด ง่ายต่อการจดจำ

โครงการย่อยที่ 3

1. **การจัดทำแผนการจัดการบำรุงรักษาระบบและการบริหารจัดการรายวัน**

หมายเหตุ การวางผังเส้นทางจักรยานและตำแหน่งของสถานีจอด รวมอยู่ในโครงการวิจัยเกี่ยวกับระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ของคณะวิศวกรรมศาสตร์

1.1.1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- **ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม**
- **เพิ่มความปลอดภัยในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย ประหยัดทรัพยากรและส่งเสริมสุขภาพแก่ผู้ใช้งาน**
- จดสิทธิบัตรทางปัญญา เพิ่มมูลค่าด้วยการขายระบบการออกแบบให้เผยแพร่ไปสู่สถาบันอื่นๆ และสามารถส่งเสริมสู่วงกว้างในสังคมต่อไป

1.1.2 ประวัติและความเป็นมาของระบบจักรยานแบ่งปัน (Bike-sharing System)

จากการศึกษาของ DeMaio [5], [6] การพัฒนาระบบจักรยานแบ่งปันสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยระยะแรกได้มีการเริ่มต้นใช้ระบบจักรยานแบ่งปันในปี ค.ศ. 1965 ในกรุงอัมสเตอร์ดัม โดยมีชื่อเรียกว่า "White Bikes" [14] โดยจักรยานที่นำมาใช้ในโครงการ จะเป็นจักรยานธรรมดาที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป แต่นำมาทำให้เป็นสีขาวทั้งหมดเพื่อเป็นเอกลักษณ์และนำมาให้สาธารณชนได้ใช้งาน โดยทุกคนสามารถนำจักรยานไปใช้งานได้ แล้วก็จอดทิ้งไว้ เพื่อให้คนอื่นสามารถนำจักรยานคันนั้น ไปใช้ต่อได้ โครงการนี้ไม่สามารถดำเนินการได้บรรลุตามวัตถุประสงค์เนื่องจาก ไม่มีระบบบริหารจัดการที่ดี ทำให้มีคนนำจักรยานไปใช้เป็นการส่วนตัว จักรยานสูญหาย ทำให้ต้องหยุดโครงการไปก่อนเวลาอันควร ในระยะที่สอง ซึ่งกำเนิดขึ้นในปี ค.ศ. 1991 ในประเทศเดนมาร์ก จักรยานที่ใช้ในโครงการระบบจักรยานแบ่งปัน ในระยะที่สอง ถูกออกแบบมาให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น โดยยางจะเป็นแบบยางแข็งไม่ต้องสูบลม ซึ่งล้อทึบทำให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นสื่อโฆษณาได้ มีการยืมคืน จักรยานที่เป็นระบบมากขึ้นโดยมีสถานีที่แน่นอน ทั่วทั้งเมือง และมีระบบการหยอดเหรียญเพื่อยืมจักรยาน (Coin deposit) แต่ปัญหาใหญ่ที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขคือ จักรยานยังคงมีอัตราการสูญหายที่สูงเนื่องจากไม่ได้มีการลงทะเบียนผู้ใช้ ทำให้มีการพัฒนาในส่วนนี้ขึ้นมาในจักรยานระบบแบ่งปันระยะที่สาม ระบบจักรยานในระยะที่สามได้พัฒนาขึ้นที่ Portsmouth University ประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1996 [3] ในตัวจักรยานได้มีการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้น เช่น มีการใช้ระบบล๊อกที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ มีระบบติดต่อสื่อสารระหว่างสถานี มีระบบสมาร์ทการ์ดที่ใช้ในการยืม คืน จักรยาน ในช่วงสอง สามปี ถัดมา การเจริญเติบโตของจักรยานระบบแบ่งปันค่อนข้างคงตัว จนกระทั่ง ในปี ค.ศ. 2005 เมือง Lyon ในประเทศฝรั่งเศส ได้ทำโครงการ Velov มีการนำจักรยานจำนวน 1,500 คันมาใช้ในโครงการจักรยานระบบแบ่งปัน โดยมี บริษัท JCDecaux เป็นผู้ดำเนินการ หลังจากนั้นอีกสองปีมหานครปารีส ได้ทำโครงการจักรยานระบบแบ่งปันที่ชื่อว่า Vélib มีจักรยานตอนเริ่มต้นโครงการจำนวน 7,000 คัน และขยายเป็น 20,600 คันในเวลาต่อมา โครงการนี้ทำให้เกิดความสนใจจากทั่วโลกเกี่ยวกับระบบจักรยานแบ่งปันเป็นอย่างมาก ปัจจุบันได้มีโครงการระบบจักรยานแบ่งปัน กำเนิดขึ้นมากมายทั่วโลก จากการสำรวจพบว่ามีกว่า 100 โครงการทั่วโลก (สำรวจในปี ค.ศ. 2009)

1.1.3 ตัวอย่างการใช้จักรยานระบบแบ่งปันในเมืองต่างๆ

ในหัวข้อนี้ ได้ทำการศึกษาตัวอย่างของระบบจักรยานแบ่งปันที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยมีตัวอย่างการใช้งานระบบจักรยานแบ่งปันในเมืองต่างๆ ดังนี้

1.1.3.1 โครงการจักรยานชมกรุงรัตนโกสินทร์

[1] โครงการดังกล่าวได้ริเริ่มในสมัยผู้ว่าฯ อภิรักษ์ โกษะโยธิน ในปี พ. ศ. 2551 โดยมีพิธีเปิดโครงการ "จักรยานชมกรุงรัตนโกสินทร์" (Green Bangkok Bike) ในวันที่ 12 สิงหาคม 2551 (วันแม่แห่งชาติ) โดยให้บริการ ยืม คืน จักรยานเพื่อใช้ในการปั่นเพื่อการท่องเที่ยวรอบเกาะรัตนโกสินทร์ตามนโยบายกรุงเทพฯ สีเขียว ทางโครงการได้จัดหาจักรยานจำนวน 300 คัน สถานีจอดจำนวน 8 สถานี หลังจากที่ให้บริการได้ร่วมปีก็ต้องปิดตัวลงในวันที่ 30 เม.ย. 2552 เนื่องจากปัญหาในเรื่องของระบบบริหารงานภายในและต้องการปรับปรุงรูปแบบการให้บริการที่สอดคล้องกับความต้องการของนักท่องเที่ยวมากขึ้น โดยมีประเด็นต่างๆ ที่ต้องการปรับปรุงดังนี้

- จุดจอดรถไม่มีหลังคา ทำให้รถตากแดดตากฝน ซึ่งอาจส่งผลให้จักรยานเสื่อมสภาพเร็ว
- รถจักรยานไม่มีกระดิ่งสำหรับให้เสียงสัญญาณ
- ไม่มีหมวกนิรภัยให้บริการ
- ไม่มีเส้นทางจักรยานที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากทับซ้อนกับเส้นทางรถยนต์หรือทับซ้อนบนถนนที่อนุญาตให้รถสามารถจอดในบางเวลาได้
- เส้นทางจักรยานยังสร้างไม่ต่อเนื่อง
- ไม่มีเจ้าหน้าที่เทศกิจหรือตำรวจมาคอยดูแลอำนวยความสะดวกตลอดเส้นทางตามที่ประชาสัมพันธ์ไว้

หลังจากปิดตัวลงไปชั่วคราว สำนักวัฒนธรรม กีฬา และการท่องเที่ยว กรุงเทพมหานครได้ริเริ่ม โครงการขึ้นมาใหม่ โดยได้เปลี่ยนชื่อจากโครงการ "จักรยานชมกรุงรัตนโกสินทร์" (Green Bangkok Bike) เป็น "จักรยานแห่งรอยยิ้ม" (Bangkok Bike smile) แต่ก็ยังคงจุดมุ่งหมายเดิมในการให้ "จักรยาน" เป็นพาหนะ**ส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่รอบเกาะรัตนโกสินทร์ ซึ่งมีโบราณสถานและสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม ทางกรุงเทพฯ คาดหวังว่า "จักรยาน" จะช่วยลดปัญหาทางด้านการจราจร สามารถซอกแซกเข้าได้ทุกซอกทุกมุม ช่วยให้นักท่องเที่ยวเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง สะดวก รวดเร็ว และช่วยลดมลภาวะทางอากาศในเขตรอบเกาะรัตนโกสินทร์ ปัจจุบันการยืม คืน จักรยานทำได้โดย ผู้ใช้**

[1] การกลับมาของจักรยานชมกรุง www.green.in.th

ทำการกรอกข้อมูลในใบขอใช้งานจักรยาน เอกสารเกี่ยวกับการประกันภัย พร้อมแนบสำเนาบัตรประจำตัวประชาชน (สำหรับคนไทย) หรือ สำเนาหนังสือเดินทาง (สำหรับคนต่างชาติ) คนที่ยืมจักรยานจะต้องรับผิดชอบจักรยาน หากสูญหายจะต้องจ่ายค่าชดเชย จำนวน 6000 บาท ทางเจ้าหน้าที่ของกรุงเทพมหานครได้ชี้แจงว่าในจักรยานทุกคันมีระบบ GPS (Global Positioning System) ติดอยู่ในตัวจักรยาน ทำให้สามารถติดตามจักรยานทุกคันได้โดยใช้ระบบ GPS

รูปที่ 1.1: จุดยืม-คืน จักรยานชมกรุงรัตนโกสินทร์

รูปที่ 1.2: จักรยานที่ใช้งานในโครงการจักรยานชมกรุงรัตนโกสินทร์

1.1.3.2 ระบบจักรยานแบ่งปันในประเทศสหรัฐอเมริกา

ในปี 2537 โครงการจักรยานชุมชนครั้งแรกในประเทศเริ่มต้นที่เมืองพอร์ตแลนด์ รัฐโอเรกอนโดยนักกิจกรรมสังคมและสิ่งแวดล้อม Tom O'Keefe, Joe Keating และ Steve Gunther จัดตั้งโครงการจักรยานสีเหลืองพอร์ตแลนด์ในด้านการการใช้งานถือว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากแต่จักรยานได้ถูกโจรกรรมและเสียเป็นจำนวนมาก โครงการนี้จึงถูกยกเลิกในที่สุด และแทนที่ด้วย Commuter Program ซึ่งมีจักรยานมือสองฟรีให้กับผู้ที่มีรายได้ต่ำ และด้อยโอกาสที่ต้องการจักรยานเพื่อไปทำงาน หรือการใช้งาน ในปี 2539 ได้มีการจัดตั้งโครงการจักรยานสีส้ม ที่เมืองทูซอน รัฐแอริโซนาซึ่งมีจักรยานในโครงการ 80 คัน โดยได้รับเงินทุนรัฐบาล ทั้งยังมีแผนการซ่อมบำรุงจักรยาน และมีการจัดสรรพื้นที่ใช้งานจักรยานในเมืองทูซอน รวมทั้งพื้นที่ที่ติดอยู่กับมหาวิทยาลัยแอริโซนา ที่เมืองแมดิสัน รัฐวิสคอนซิน ได้มีการจัดตั้ง

โครงการจักรยานสีแดง ซึ่งให้ประชาชนทั่วไปได้ใช้งานเป็นหลัก โดยมีการมีการกำหนดพื้นที่ให้อยู่ระหว่างมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน และตัวเมืองวิสคอนซินมีกฎเกี่ยวกับการใช้จักรยานสีแดง คือจักรยานต้องอยู่ในบริเวณที่สาธารณะ ประชาชนทุกคนสามารถใช้ได้แต่หลังจากที่จักรยานถูกทำลาย และมีการโจรกรรมจึงมีแก้ไขโดยใช้บัตรเครดิตในการยืมจักรยานหลังจากนั้นก็มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในแต่ละเมืองของสหรัฐอเมริกา

1.1.3.3 ระบบจักรยานแบ่งปันในประเทศอังกฤษ

ในกรุงลอนดอนประเทศอังกฤษ ได้มีการให้บริการขนส่งมวลชนในหลายลักษณะ ตัวอย่างเช่น รถไฟฟ้าใต้ดิน รถเมล์ นอกจากนี้ยังมีการให้บริการระบบจักรยานแบ่งปันที่มีชื่อว่า Barclay Cycle Hire [11] เพื่อใช้เป็นช่องทางในการเดินทางระยะสั้น ยกตัวอย่างเช่น ช่วงรอยต่อของแต่ละสถานีของรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยหากมีการใช้งานจักรยานไม่ถึงครึ่งชั่วโมงก็จะไม่เสียค่าบริการแต่อย่างใด

รูปที่ 1.3: แอนนิเมชั่นที่ใช้ในโครงการ Barclays Cycle Hire

รูปที่ 1.4: สถานีจอดจักรยานของระบบจักรยานแบ่งปัน Barclays Cycle Hire ในกรุงลอนดอน

1.1.3.4 ระบบจักรยานแบ่งปันในประเทศฝรั่งเศส

โครงการจักรยานแบ่งปันในกรุงปารีสมีจักรยานในโครงการ 20,600 คัน แต่หลังจากที่รถจักรยานถูกทำลาย และถูกโจรกรรม ทางกรุงปารีสจึงมีฟื้นฟูโครงการจักรยานแบ่งปันขึ้นในปี 2550 โดยในเครือข่าย

รูปที่ 1.5: จักรยานที่ใช้งานในโครงการ Barclays Cycle Hire

ของโครงการมีจักรยาน 20,000 คัน และสถานีจอด 1,450 แห่ง ทั่วทั้งปารีส ซึ่งมีขนาดใหญ่เป็นอันดับสองของโลกโดยมีการคาดการณ์ไว้ว่าจะมีผู้ใช้เฉลี่ย 50,000 ถึง 150,000 เที่ยวในแต่ละวัน

รูปที่ 1.6: สถานีจอดจักรยานของระบบจักรยานแบ่งปัน ในกรุงปารีส

1.1.3.5 ระบบจักรยานแบ่งปันในประเทศจีน

จักรยานระบบแบ่งปันได้เป็นที่นิยมในประเทศ โดยเมืองหางโจวมีจักรยานระบบแบ่งปันอยู่ในโครงการถึง 60,600 คัน ซึ่งมีการสร้างสถานีจอดจักรยานไว้ทุก 100 เมตร การใช้บริการจะฟรีในชั่วโมงแรก ชั่วโมงที่สองจ่าย 1 หยวน ชั่วโมงที่สามจ่าย 2 หยวน และชั่วโมงต่อๆ ไปจะจ่าย 3 หยวน ในงาน WorldExpo2010 ที่เมืองเซี่ยงไฮ้ ได้มีการเปิดตัว โครงการจักรยานแบ่งปันโดยใช้บัตรอาร์เอฟไอดี ผู้ใช้สามารถซื้อเครดิตใช้จักรยาน 100 ครั้ง ในราคา 30 ดอลลาร์สหรัฐ และสำหรับการใช้รถจักรยานในระยะทางที่สั้นก็จะมีรางวัลให้เป็นเครดิต แผนในการขยายต่อไปของเมืองคือ เพิ่มจักรยานอีก 3,500 คัน และจุดจอดทั่วทั้งเมือง

รูปที่ 1.7: สถานีจอดจักรยานของระบบจักรยานแบ่งปัน ในกรุงหางโจว

1.1.4 ตัวอย่างการใช้งานการให้บริการรถจักรยานภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการศึกษาประวัติของจักรยานที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยนเรศวรในอดีตจนถึงปัจจุบันพบว่ามหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้จักรยานมาเป็นทางเลือกในการเดินทาง สังเกตได้จากจะมีทางขึ้นทางลงของจักรยานบนทางเดินเท้าบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยจนถึงบริเวณคณะวิทยาการจัดการ จัดการ และมหาวิทยาลัยยังมีกิจกรรมที่เป็นการส่งเสริมการเดินทางโดยใช้จักรยานดังนี้

1.1.4.1 การจัดตั้งชมรมสองล้อเพื่อสุขภาพ

เพื่อให้นิสิต อาจารย์บุคลากร และประชนชนรอบมหาวิทยาลัยได้ตระหนักถึงการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ โดยมุ่งเน้นในกิจกรรมที่ใช้จักรยาน เพื่อประโยชน์หลายด้านด้าน เช่น การประหยัดพลังงาน ความปลอดภัยในการออกกำลังกายและยังสามารถใช้เป็นพาหนะแทนจักรยานยนต์ได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ก่อตั้งชมรมขึ้นในเดือนมกราคม 2547
- โครงการ 2 ล้อเพื่อสุขภาพ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ในการจัดซื้อจักรยาน
- การยืมจักรยานนั้น สามารถยืมได้ที่องค์การนิสิต และห้องอุปกรณ์กีฬาตรงสนามกีฬากลาง
- ให้บริการตั้งแต่เวลา 17.00-19.00 น. เว้นวันหยุดราชการ ยืมได้ครั้งละ 1 ชั่วโมง เสียค่าบริการ 5 บาทต่อครั้ง
- มีการปรับเปลี่ยนการให้บริการใหม่ คือ ให้บริการตั้งแต่เวลา 8.30-16.00 น. คิดค่าบริการ 10 บาท สามารถยืมจักรยานได้ทั้งวัน
- ค่าบริการนำไปเป็นค่าซ่อมบำรุงจักรายาน

มีกิจกรรมปั่นจักรยานรณรงค์รอบมหาวิทยาลัยทุกวันจันทร์ถึงวันศุกร์เวลา 17.00 น. ชมรม 2 ล้อเพื่อสุขภาพได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงแรกของการเปิดให้บริการ แต่ในภายหลังมีผู้มาใช้บริการน้อยลง เนื่องจากการปั่นจักรยานไม่เหมาะสำหรับเดินทางในเวลาเร่งรีบและการยืมคืนจักรยานมีค่าบริการในการใช้งาน อีกทั้งสภาพภูมิอากาศของมหาวิทยาลัยไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้จักรยานในการเดินทาง ในภายหลังชมรม 2 ล้อเพื่อสุขภาพได้มอบหน้าที่ดูแลโครงการ นี้ให้แก่กองกิจการนิสิตซึ่งกองกิจการนิสิตได้มอบหมายให้งานกีฬาเป็นฝ่ายดูแลโครงการจักรยานนี้โดยมีการปรับเปลี่ยนการบริหารการจัดการบางส่วน

1.1.4.2 จักรยานที่งานกีฬาดูแลในปัจจุบัน

เพื่อให้นิสิต อาจารย์บุคลากร และประชนชนรอบมหาวิทยาลัยได้ตระหนักถึงการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ โดยมุ่งเน้นในกิจกรรมที่ใช้จักรยาน เพื่อประโยชน์หลายด้านด้าน เช่น การประหยัดพลังงาน ความปลอดภัยในการออกกำลังกายและยังสามารถใช้เป็นพาหนะแทนจักรยานยนต์ได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ปัจจุบันมีจักรยานให้บริการทั้งหมด 70 คัน ใช้ได้ 30 คัน รอซ่อม 40 คัน
- การยืมจักรยานนั้น สามารถยืมได้ที่องค์การนิสิต และห้องอุปกรณ์กีฬา สนามกีฬากลาง
- ช่วงเวลาในการให้บริการ จันทร์-ศุกร์ 9.00-20.00 น. / เสาร์-อาทิตย์ 16.00-20.00 น. / เว้นวันหยุดราชการ
- ให้บริการนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรและบุคลากรของมหาวิทยาลัยฟรีไม่คิดค่าใช้จ่าย
- ใช้บัตรนิสิตหรือบัตรประจำตัวประชาชนในการยืมจักรยาน
- ถ้าเป็นการยืมจากคณะหรือชมรม ให้ทำบันทึกข้อความยืมเป็นลายลักษณ์อักษร
- มีการถอดเบาะซ้อนท้ายจักรยานออกทั้งหมด เพื่อยืดอายุการใช้งานของจักรยาน
- มีการเบิกงบประมาณซ่อมบำรุงจักรยานทุกปี

1.1.4.3 จักรยานยืม-คืนของคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ (Aggie Go Biking)

เพื่อเป็นการรณรงค์ กระตุ้น สร้างจิตสำนึก และสร้างกระแสแนวคิดให้กับคนรุ่นใหม่ในการช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ โดยการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและหันมาใช้รถจักรยานแทนซึ่งโครงการดังกล่าวมีสโมสรนิสิต หน่วยกิจการนิสิต และสำนักงานเลขานุการ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรง รายละเอียดของโครงการ Aggie Go Biking มีดังนี้

- ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) เพื่อใช้ดำเนินโครงการเป็นจำนวน 50,720 บาท

- **จัดตั้งโครงการภายใต้ชื่อ AGGIE GO BIKING หรือโครงการประชาสัมพันธ์และรณรงค์การใช้จักรยานเพื่อลดภาวะโลกร้อน ในปี 2552**
- **เริ่มต้นโครงการมีจักรยานให้ยืมจำนวน 30 คัน ได้มาจากการบริจากจากอาจารย์และศิษย์เก่าและ** การจัดซื้อ ปัจจุบันจักรยานเหลือเพียง 2 คัน
- การยืมจักรยานนั้นมีการบันทึกข้อความยืมเป็นลายลักษณ์อักษร ระยะเวลาในการยืมคือ 1 ภาคการศึกษาโดยจะให้สิทธิ์นิสิตชั้นปีที่ 1 ในการยืมก่อน
- มีการจัดประกวดคำขวัญเกี่ยวกับการลดโลกร้อน โดยมีรางวัลชนะเป็นการได้สิทธิ์ยืมจักรยาน
- มีการตัดสิทธิ์การยืมในครั้งต่อไปของนิสิตที่ไม่คืนจักรยานหรือทำจักรยานสูญหาย
- ในกรณีจักรยานเกิดการชำรุดจะให้นิสิตที่เป็นผู้ยืมทำการซ่อมบำรุงด้วยตัวเอง โดยสามารถขอรับอะไหล่จากคณะคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อทำการเปลี่ยนอะไหล่ที่ชำรุด
- โครงการจักรยาน AGGIE GO BIKING จะเน้นการประชาสัมพันธ์ และรณรงค์ให้ใช้จักรยานเพื่อลดสภาวะโลกร้อนโดยจัดทำเสื้อแจก และโลโก้ติดที่ตัวจักรยาน
- ในกรณีที่นิสิตไม่มียานพาหนะในการเดินทางจึงอนุญาตให้นิสิตของคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติสามารถยืมรถจักรยานในช่วงเวลาที่ฝึกงานได้

บทที่ 2

ระบบสถานีจอดจักรยานแบ่งปัน

ในการสร้างระบบจักรยานแบ่งปัน จะต้องพิจารณาถึงส่วนประกอบต่างๆ ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ เพื่อควบคุม ให้ระบบล็อคจักรยานและระบบปลดล็อคจักรยานทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ รวมถึงการติดต่อสื่อสาร การให้ข้อมูล ระหว่าง ตัวสถานีกับผู้ใช้งาน สามารถทำได้อย่างสะดวกและครบถ้วน การทำงานของระบบจักรยานแบ่งปันสามารถแยกออกเป็นส่วน ต่างๆ ได้ดังนี้

2.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางภายในสถานีจอดจักรยาน

ในขั้นตอนการออกแบบระบบจักรยานแบ่งปันนั้น จะต้องคำนึงถึงฮาร์ดแวร์ต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในระบบเพื่อตอบสนองการ ทำงานในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการล๊อคจักรยาน การปลดล๊อคจักรยาน การรับข้อมูลจากบัตรนิสิต การรับข้อมูลประจำตัว ของจักรยาน เพื่อใช้ในการประมวลผลและเก็บข้อมูล จากการศึกษาได้ทำการเลือกระบบต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในระบบจักรยาน แบ่งปัน ดังนี้

2.1.1 ระบบบาร์โค้ด (Barcode System)

ระบบบาร์โค้ด คือ การเข้ารหัสโดยใช้สัญลักษณ์รหัสแท่ง ลายเส้น ขาว-ดำ ที่มีความกว้างที่แตกต่างกันตามมาตราฐานที่ใช้ ซึ่งใช้เป็นรหัสแทนข้อมูลตัวเลข ส่วนประกอบหลักของรหัสบาร์โค้ดประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนลายเส้นซึ่งเป็นลายเส้นสีขาว (โปร่งใส) และสีดำมีขนาดความกว้างของลายเส้นตามมาตรฐานแต่ละชนิดของ บาร์โค้ด

2. ส่วนข้อมูลตัวอักษรเป็นส่วนที่แสดงความหมายของข้อมูลลายเส้นสำหรับให้อ่านเข้าใจได้

3. **ส่วนแถบว่าง (QuietZone) เป็นส่วนที่เครื่องอ่านบาร์โค้ดใช้กำหนดขอบเขตของบาร์โค้ด และกำหนดค่าให้กับสีขาว (ความเข้มของการสะท้อนแสงในสีของพื้นผิวแต่ละชนิดที่ใช้แทนสีขาว)โดยแต่ละเส้นจะมีความยาวเท่ากันเรียงตามลำดับ ในแนวนอนจากซ้ายไปขวา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) ในการอ่านข้อมูลที่บันทึกไว้**

การอ่านข้อมูลจะอาศัยหลักการสะท้อนแสงเพื่อทำการอ่านข้อมูล สำหรับการอ่านรหัสแถบ ใช้หลักการที่ว่า พื้นสว่างจะสะท้อนได้มากกว่าพื้นมืด ดังนั้นเมื่อตัวอ่านถูกกวาดไปบนรหัสแถบ ลำแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหัวอ่านจะสะท้อนกลับมา หรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับว่า มันได้ตกกระทบแถบขาว หรือแถบดำ แสงสะท้อนกลับเหล่านี้จะถูกดัดแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยโฟโต้ไดโอด (Photo-Diode) ที่ติดอยู่ที่หัวอ่าน องค์ประกอบสำคัญของตัวอ่านรหัสแถบก็ คือ ขนาดของลำแสงที่ส่งออกมานั้น จะต้องสัมพันธ์กับความละเอียดของแถบ กล่าวคือ ขนาดจะต้องไม่ใหญ่กว่าความกว้างของแถบดำ หรือแถบขาวที่แคบที่สุด ในทางปฏิบัติเขาใช้จุดลำแสงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งก็ คือ ความยาวคลื่นของแสงที่ใช้ ซึ่งขึ้นกับว่าจะใช้อ่านรหัสแถบสีอะไร โดยทั่วไปใช้แสงอินฟราเรด (Infrared)ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 0.95 ไมครอนสำหรับอ่านแถบขาวดำ และใช้แสงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 0.65 ถึง 0.7 ไมครอน สำหรับอ่านรหัสแถบสีเขียว หรือสีน้ำเงินที่พิมพ์บนพื้นสีเหลือง หรือส้ม

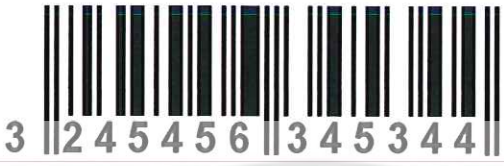
2.1.1.1 ลักษณะของรหัสบาร์โค้ด

รหัสบาร์โค้ดมีลักษณะที่แตกต่างกันอีกเช่น เป็นรหัสแทนตัวเลข หรือรหัสแทนทั้งตัวเลข และตัวอักษร ความยาวของแถบรหัสคงที่ หรือแปรเปลี่ยนได้ การเลือกใช้นั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน โดยเราจะพิจารณาเลือกรหัสจากชุดตัวอักษรที่รหัสสามารถแทนได้ ความยากง่ายในการใส่รหัส ความแม่นยำของรหัส ความยืดหยุ่นต่อความเร็วที่ใช้ในการอ่าน และความต้านทานต่อความไม่สมบูรณ์ในการพิมพ์ การอธิบายลักษณะของรหัสนั้น จะใช้พารามิเตอร์ 2 ตัว กล่าวคือ ต้องดูว่ารหัสแถบนั้นเป็นชนิด NRZ (NonReturntoZero) หรือว่าชนิดโมดูเลชัน (Modulation) ด้วยความกว้าง

- NRZ (NonReturntoZero) การรักษาระดับลอจิค (logic) โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนระดับสัญญาณ กล่าวคือ แต่ละแถบมีความกว้างตายตัวเท่ากัน โดยแถบดำคือ 1 และแถบขาวคือ 0 เช่น ถ้าแถบขาวแทนเลข 0 เราสามารถจะแทนเลข 0 หลายตัวที่อยู่ติดกันได้ด้วยแถบขาวยาว โดยไม่ต้องมีแถบดำสลับกันไป [4]

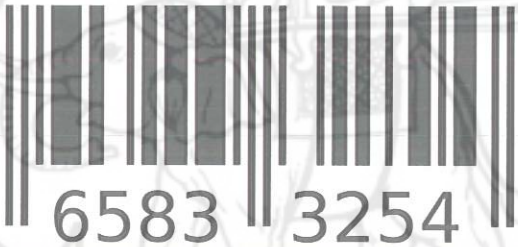
  - ก. EAN-13 (European Article Numbering-13) เป็นแบบบาร์โค้ดที่ได้รับการยอมรับมาก**ที่สุดในโลก โดยบาร์โค้ดประเภทนี้จะมีลักษณะเฉพาะของชุดตัวเลขจำนวน 13 หลัก ซึ่งรหัสแต่ละตัวจะใช้แถบ 7 แถบมีความหมายได้แก่3 หลักแรก คือ รหัสของประเทศที่กำหนดขึ้นใช้ในการลงทะเบียน4 หลักถัดมา คือ รหัสโรงงานที่ผลิต5 หลักถัดมา คือ รหัสของสินค้า 1 หลักสุดท้าย จะเป็นตัวเลขตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด (Check digit) เป็นรหัสแทนตัวเลขเท่านั้น**

รูปที่ 2.1: บาร์โค้ดแบบ EAN-13



- ข. EAN-8 (European Article Numbering-8) เป็นบาร์โค้ดแบบEANที่เหมาะสมหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ใช้หลักการคล้ายกันกับบาร์โค้ดแบบ EAN-13 แต่จำนวนหลักน้อยกว่า คือ จะมีตัวเลข 2 หรือ 3 หลัก แทนรหัสประเทศ 4 หรือ 5 หลักเป็นข้อมูลสินค้า และอีก 1 หลักสำหรับตัวเลขตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด (Check Digit)

รูปที่ 2.2: บาร์โค้ดแบบ EAN-8



- ค. UPC-A (Universal Product Code-A) พบมากในธุรกิจค้าปลีกของประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนนาดา รหัสบาร์โค้ดที่ใช้เป็นแบบ 12 หลัก หลักที่ 1 เป็นหลักที่ระบุประเภทสินค้า และตัวที่ 12 เป็นหลักที่แสดงตัวเลขที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด

รูปที่ 2.3: บาร์โค้ดแบบ UPC-A

- ง. UPC-E (Universal Product Code-E) เป็นบาร์โค้ดแบบ UPCที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ถูกพัฒนามาจากบาร์โค้ดแบบ UPC-Aโดยบาร์โค้ดUPC-Eสามารถพิมพ์ออกมาได้ขนาดเล็กมาก ไว้ใช้สำหรับป้ายขนาดเล็กที่ติดบนตัวสินค้า

รูปที่ 2.4: บาร์โค้ดแบบ UPC-E

- โมดูเลชันด้วยความกว้าง จะกำหนดไว้ว่า 1 คือ แถบขาว หรือแถบดำที่กว้าง และ 0 คือ แถบขาวหรือแถบดำที่แคบ ดังนั้นการแทนตัวเลขสองตัวที่เหมือนกัน และอยู่ติดกัน จึงต้องมีการ "สับเปลี่ยน" ตัวอย่างเช่น เลข 0 สองตัวติดกันจะต้องแทนด้วยแถบขาว และแถบดำ ไม่ใช่แถบดำ หรือแถบขาวสองแถบติดกัน เพราะจะทำให้กลายเป็นการแทนเลข 1 หนึ่งตัว ซึ่งไม่ใช่เลข 0 สองตัวตามที่ต้องการไป จึงมักเรียกรหัสแถบชนิดโมดูเลชันตามความกว้างว่าเป็นรหัสสองระดับ

  - ก."2 ใน 5"สำหรับรหัส2 ใน 5ซึ่งตามความเป็นมาแล้ว เป็นรหัสชนิดแรกที่ถูกใช้อย่างเป็นกิจจะลักษณะ หนึ่งตัวรหัสจะประกอบด้วยแถบห้าแถบ ซึ่งสองในจำนวนนี้จะมีลักษณะผิดแผกจากที่เหลือ ซึ่งเราจะได้เห็นกันต่อไป รหัสในตระกูลนี้ได้แก่ 2 ใน 5 อุตสาหกรรม, 2 ใน 5 เมตริกซ์ และ2 ใน 5สอดแทรกทั้งหมดเป็นรหัสแทนตัวเลข รหัส 2 ใน 5 อุตสาหกรรมนั้น แถบรหัสหนึ่งจะมีความยาวระหว่าง 1 ถึง 32 ตัว ในรหัสชนิดนี้แถบดำเท่านั้นที่ถือเป็นองค์ประกอบของแถบรหัส โดยแถบดำแคบถือเป็น 0 และแถบดำกว้างถือเป็น 1 รหัส 2 ใน 5 อุตสาหกรรม นี้ เป็นรหัสที่ง่ายต่อการพิมพ์ แต่ว่าขาดความแน่นอนในการอ่าน ดังนั้นจึงมีการเติมเอาอักษรควบคุมที่ท้ายแถบรหัส รหัสชนิดนี้ใช้กันแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ตั๋วเครื่องบิน และเครื่องแยกจดหมาย รหัส 2 ใน 5 เมตริกซ์ นั้น แถบดำ และแถบขาวล้วนถือเป็นองค์ประกอบของรหัส รหัสหนึ่งตัวประกอบด้วยสามแถบดำ และสองแถบขาว ระหว่างรหัสแต่ละตัวจะมีช่องไฟคั่น แถบรหัสจะขึ้นต้น และลงท้ายด้วยรหัส 10000 เสมอ การถือเอาแถบขาว ซึ่งก็คือ พื้นที่ที่ใช้ในการพิมพ์รหัสเข้าเป็นส่วนหนึ่งของรหัส ทำให้รหัสชนิดนี้กินเนื้อที่น้อยกว่ารหัสชนิดแรก 28 ถึง 33 เปอร์เซ็นต์ ข้อเสีย คือ ความต้านทานต่อความผิดพลาดจะลดต่ำลง รหัส 2 ใน 5 สอดแทรก นั้น อาจถือได้ว่าเป็นรหัสที่น่าสนใจที่สุดในรหัสตระกูลนี้ ในรหัสชนิดนี้แถบดำ และขาวล้วนถือเป็นองค์ประกอบของรหัส เช่นเดียวกับ 2 ใน 5 เมตริกซ์ แต่จะไม่มีช่องไฟระหว่างรหัส และการใส่รหัสนั้นจะทำในลักษณะสอดแทรก คือ อักษรตัวแรกจะถูกใส่รหัสด้วยรหัส 2 ใน 5 อุตสาหกรรม โดยใช้แถบดำเป็นตัวประกอบ แต่ตัวอักษรตัวต่อมาจะถูกใส่รหัสด้วย 2 ใน 5 อุตสาหกรรม ที่ใช้ครั้งนี้แถบขาวเป็นตัวประกอบ แถบขาวที่ได้มีห้าแถบด้วยกัน คือแบ่งเป็นสองแถบกว้าง และสามแถบแคบซึ่งจะถูกแทรกเข้าสลับกับแถบดำห้าแถบที่ได้จากการใส่รหัสตัวอักษรแรก แถบรหัสของ 2

ใน 5 สอดแทรก นี้จะขึ้นต้นด้วยรหัส 0000 และลงท้ายด้วยรหัส 100 เมื่อเทียบกับรหัส 2 ใน 5 อุตสาหกรรม รหัสชนิดนี้ให้ความหนาแน่นมากกว่า 36 ถึง 42 เปอร์เซ็นต์ และ 10 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับรหัส 2 ใน 5 เมตริกซ์ จึงเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรม

- ข. Coda Bar เป็นรหัสสำหรับตัวเลข และมีความยาวของแถบรหัสจาก 1 ถึง 32 ตัว หนึ่งตัวรหัสประกอบด้วย 7 บิต ซึ่งแบ่งเป็น 4 แถบดำ และ 3 แถบขาว แถบดำ หรือขาวที่แคบแทน 0 และแถบดำ หรือขาวกว้างแทน 1
- ค. รหัส 39 เป็นรหัสชนิดแรกที่ใช้แทนตัวอักษรด้วย รหัส 39 ประกอบด้วยสัญลักษณ์ 43 ตัว (เดิม 39 ตัว) ซึ่งแบ่งเป็นพยัญชนะ 26 ตัว ตัวเลข 10 ตัว และอักษรพิเศษที่เหลือรหัส 39 นี้สามารถถือเป็นรหัส 3 ใน 9เพราะหนึ่งตัวรหัสประกอบด้วย 9 ตัวประกอบ โดยสามตัวในนั้นจะเป็นแถบกว้าง และอีกสองตัวจะเป็นแถบแคบ หนึ่งแถบรหัสจะมีหนึ่งถึงสามตัวอักษรเท่านั้นซึ่งตามด้วย Check Digit ดังนั้นรหัส 39 จึงมีความแน่นอนในการอ่านสูง แต่เปลืองเนื้อที่ รหัสชนิดนี้มีใช้กันมากในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิคส์ โดยใช้ในการแยกชนิดแผงวงจร
- ง. รหัส 128 เป็นรหัสที่ใหม่มาก พัฒนามาจากรหัส 39 ประกอบด้วยชุดตัวอักษร 128 ตัวของแอสกี (ASCII)รหัสชนิดนี้เป็นรหัสต่อเนื่อง และให้ความแน่นอนในการอ่านสูงมาก ส่วนรหัส 2 ใน 7สำหรับแทนตัวเลข และอักษรพิเศษ 6 ตัว คือ $ + - : / และ . ความกว้างของแถบในรหัสชนิดนี้ไม่ได้ถูกกำหนดไว้เพียงขนาดเดียว แต่มีถึง 18 ขนาดให้เลือกใช้ สามารถให้ความหนาแน่นได้ถึง 11 ตัวอักษรต่อนิ้ว แต่ว่ามีกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อนจึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันมากนัก

2.1.1.2 การประยุกต์ใช้งานบาร์โค้ด

การใช้งานบาร์โค้ดได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายทั้งในงานอุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และองค์กรเอกชน เป็นหนึ่งในหลายวิธีที่ได้ผลดี ในการตรวจสอบ ซึ่งวิธีนี้จะรวดเร็วกว่าการป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือการอ่านด้วยสายตา ตัวอย่างที่เห็นได้ทั่วๆ ไป เช่น

- บัตรนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อบันทึกข้อมูลนิสิต เพื่อสะดวก และรวดเร็ว ในการเข้าใช้บริการของทางมหาวิทยาลัย เช่น การยืม - คืนหนังสือหอสมุด
- ตัวภาชนะสำหรับบรรจุสินค้า เพื่อเก็บข้อมูลของสินค้า สะดวกต่อการคิดเงินเพราะจะทำให้การคิดเงินทำได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ ในกรณีนี้ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องติดราคาสินค้าลงบนสินค้าทุกตัว ทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าในอีกทางหนึ่ง

2.1.2 ระบบอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification System, RFID)

อาร์เอฟไอดี (RFID ย่อมาจากคำเต็มว่า Radio Frequency IDentification)เป็นวิธีการในการเก็บข้อมูลหรือระบุข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยทำงานผ่านการรับสัญญาณจากแท็ก (Tag) เข้าสู่ตัวส่งสัญญาณ ผ่านทางคลื่นวิทยุ แท็กของอาร์เอฟไอดีโดยปกติจะมีขนาดเล็กซึ่งสามารถติดตั้งเข้ากับผลิตภัณฑ์สินค้า สัตว์ บุคคลได้ ซึ่งเมื่อตัวส่งสัญญาณส่งคลื่นวิทยุไป และพบเจอแท็กนี้ สัญญาณจะถูกส่งกลับพร้อมกับข้อมูลที่เก็บไว้ในแท็ก โดยตัวส่งสัญญาณนี้เองยังสามารถบันทึกข้อมูลลงในแท็กได้ ในระบบ RFID สามารถแบ่งช่วงของระบบตามระดับความถี่ได้ดังนี้ [10] [1]

- ย่านความถี่ต่ำ (Low frequency, LF) ในช่วงความถี่ 30 KHz ถึง 300 KHz ถือว่าอยู่ในย่านความถี่ต่ำ แต่โดยปกติย่านความถี่ต่ำที่ใช้อยู่ในระบบ RFID จะอยู่ในช่วงระหว่าง 125 KHz ถึง 134.2 KHz ระบบ RFID ที่ใช้ย่านความถี่ต่ำจะใช้งานร่วมกับแท็กชนิดพาสซีฟ (รายละเอียดในหัวข้อ 2.1.2.2) ในย่านนี้ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างตัวแท็กกับตัวอ่านแท็กจะค่อนข้างต่ำ ระบบ RFID ย่านความถี่ต่ำเหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับระบบที่มีส่วนประกอบของ โลหะ ของเหลว สิ่งสกปรก หิมะ หรือ โคลน เป็นต้น

- ย่านความถี่สูง (High frequency, HF) ช่วงความถี่ของย่านนี้จะอยู่ระหว่าง 3 MHz ถึง 30 MHz ซึ่งโดยปกติจะใช้งานความถี่อยู่ที่ 13.56 MHz โดยปกติระบบ RFID ย่านความถี่สูงจะใช้งานกับแท็กแบบพาสซีฟ มีความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลค่อนข้างต่ำ โดยระบบนี้นิยมใช้แพร่หลายในโรงพยาบาลเนื่องจากมีการรบกวนของคลื่นต่อเครื่องมือทางการแพทย์ในระดับต่ำ

- ย่านความถี่สูงพิเศษ (Ultra high frequency, UHF) ช่วงความถี่ในย่านนี้จะอยู่ระหว่าง 300 MHz ถึง 1 GHz โดยปกติพาสซีฟ RFID จะทำงานอยู่ในช่วง 915 MHz สำหรับในอเมริกาและ 868 MHz สำหรับยุโรป และแอ็คทีฟ RFID จะทำงานอยู่ในช่วง 315 MHz และ 433 MHz ตามลำดับ ดังนั้นระบบ RFID ในย่านความถี่นี้สามารถทำงานร่วมกับแท็กชนิดพาสซีฟและแอ็คทีฟได้ มีการส่งผ่านข้อมูลที่รวดเร็ว แต่ทำงานร่วมกับระบบที่มีส่วนประกอบของโลหะหรือของเหลวได้ไม่ดีนัก ระบบนี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับทั่วโลก

- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) ความถี่ไมโครเวฟเป็นความถี่ที่มีย่านความถี่สูงกว่า 1 GHz โดยปกติแล้วระบบ RFID ย่านความถี่นี้จะทำงานที่ความถี่ 2.45 GHZ หรือ 5.8 GHz สามารถทำงานร่วมกับแท็กชนิเซมิ-แอ็คทีฟและแบบพาสซีฟได้ มีการส่งถ่ายข้อมูลที่รวดเร็ว

2.1.2.1 เครื่องอ่านแท็ก (Interrogator/Reader)

การอ่านแท็กด้วยคลื่นความถี่วิทยุถ้าเปรียบเทียบกับระบบบาร์โค้ดแท็กในระบบอาร์เอฟไอดีเปรียบได้กับตัวบาร์โค้ด ที่ติดกับฉลากของสินค้า และเครื่องอ่านในระบบอาร์เอฟไอดี คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบ คือ ระบบอาร์เอฟไอดีจะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน และเขียน

ส่วนระบบบาร์โค้ดจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่านโดยข้อเสียของระบบบาร์โค้ด คือ การอ่านเป็นการใช้แสงในการอ่านบาร์โค้ดซึ่งจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจากเครื่องสแกน และสามารถอ่านได้ทีละรหัสในระยะใกล้ๆ แต่ระบบอาร์เอฟไอดีมีความแตกต่างโดยสามารถอ่านรหัสจากแท็กได้โดยไม่ต้องเห็นแท็ก หรือแท็กนั้นซ่อนอยู่ภายในวัตถุ และไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับคลื่นเพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และการอ่านแท็กในระบบอาร์เอฟไอดียังสามารถอ่านได้ทีละหลายๆแท็กในเวลาเดียวกันโดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบบาร์โค้ดอีกด้วย องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงานโดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็ คือ การเชื่อมต่อเพื่ออ่าน หรือเขียนข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วยเสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดงเพื่อใช้รับ ส่งสัญญาณภาครับ และภาคส่งสัญญาณวิทยุและวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักจะเป็นวงจรจำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีของส่วนตัวอ่านในระบบอาร์เอฟไอดีซึ่งมีองค์ประกอบหลักเริ่มจากส่วนกำเนิด สัญญาณรูปเหลี่ยม (Pulse Generator) ความถี่พาห์เพื่อส่งสัญญาณไปยังภาคขับ (Driver) เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการขับภาคขยายกำลัง (Power Amplifier) ซึ่งทำหน้าที่ขับกระแสสัญญาณต่อไปยังขดลวดเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กเชื่อมโยงไปยังส่วนแท็กขณะเดียวกันส่วน ขดลวดดังกล่าวก็จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสายอากาศ (Antenna) รับสัญญาณสนามแม่เหล็กความถี่คลื่นพาห์ที่ถูกมอดูเลตเชิง ขนาดจากข้อมูลจำเพาะของส่วนแท็กจากนั้นส่วนตรวจจับขอบ (Envelope Detector) ก็จะแยกข้อมูลออกจากสัญญาณคลื่นพาห์ และขยายจนกระทั่งได้ระดับของข้อมูลตามมาตรฐานลอจิกเพื่อส่งต่อเข้าส่วนประมวลผลข้อมูล (Processing Unit) ต่อไปโดยทั่วไปหน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอัลกอริธึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยลักษณะขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทการใช้งานเช่นแบบมือถือขนาดเล็ก หรือติดผนังจนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate Size) เป็นต้น

2.1.2.2 แท็กหรือทรานสปอนเดอร์ (Tag หรือTransponder)

แท็กหรือทรานสปอนเดอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆที่เราต้องการใช้ในการสื่อสาร เพื่อส่งสัญญาณให้กับเครื่องรับ และยังใช้สำหรับระบุหมายเลขของแต่ละอุปกรณ์โดยแท็กนั้นจะประกอบด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ ย่านความถี่ใช้งานในระบบอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่ต่ำ และสูง (LFและHF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Coupling) ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงาน และสายอากาศของแท็กทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังไมโครชิปในแท็กผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครชิปได้รับพลังงานก็จะทำงานตามลักษณะเฉพาะของข้อมูลรหัสประจำตัวปฏิกิริยาของไมโครชิปดังกล่าวเครื่องอ่านจะรับรู้ได้ผ่านสนามเหล็ก และจะทำการตีความเป็นข้อมูลดิจิตอลแสดงถึงรหัสประจำตัวที่ส่งมาจากแท็กได้ลักษณะเงื่อนไขในการทำการเหนี่ยวนำแบบ ซักพาทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนักโดยทั่วไป

ระยะอ่านสูงสุดจะประมาณ 1เมตรขึ้นอยู่กับกำลังงานของเครื่องส่ง และคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็กโดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาราคาต่อหน่วยต่ำไมโครชิป หรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาด และรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตาซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน

ในระบบความถี่สูงยิ่ง(UHF)แทนที่จะใช้การสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้การคู่ควบแบบแผ่กระจาย (Propagation Coupling) โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปคลื่นวิทยุออกมา ซึ่งเมื่อแท็กได้รับสัญญาณผ่านสายอากาศของตนแท็กก็จะทำงานโดยการสะท้อนกลับคลื่นที่ได้รับซึ่งถูกปรับค่าตามรหัสประจำตัว ของตนไปยังเครื่องอ่าน (Back Scattering) ทั้งนี้การทำงานในย่านความถี่ต่างกันจะทำให้มีคุณสมบัติการทะลวงต่างกันรวมทั้งประสิทธิภาพโดยรวมจะขึ้นกับเงื่อนไขอื่นๆด้วย เช่น ขนาดของสายอากาศ หรือสัญญาณรบกวน แบ่งแท็กที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่

1. **แท็กแบบพาสซีฟ** แท็กชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ1เมตรขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องส่ง และคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำน้อยโดยทั่วไปประมาณ16-1,024ไบต์มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาราคาต่อหน่วยต่ำไมโครชิป หรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาด และรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตาซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับ ชนิดการใช้งานที่แตกต่างกันโดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นก็จะประกอบด้วย3ส่วนหลักๆ ได้แก่ส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ(AnalogFront- End)ส่วนควบคุมภาคลอจิก(Digital Control Unit)ส่วนของหน่วยความจำ(Memory)ซึ่งอาจจะเป็นแบบ Rom หรือ EEPROM

2. **แท็กแบบกึ่งพาสซีฟ** แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอกทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลกว่า แท็กแบบพาสซีฟเพื่อประหยัดไฟตัวแท็กจะรอรับสัญญาณกระตุ้นให้ทำงานจากเครื่องอ่านแล้วจึงจะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องอ่าน

3. **แท็กแบบแอ็กทีฟ** แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอกเพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงานโดย แท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตรข้อเสียของแท็กแบบนี้ คือ มีราคาต่อหน่วยสูงมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี และสามารถส่งสัญญาณออกมาเองได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยแต่ละชนิดก็จะมีความแตกต่างกันตามการใช้งานราคาโครงสร้าง และหลักการทำงาน

2.1.2.3 การชนกันของข้อมูล

เมื่อมีแท็กหลายๆ อันเข้ามาอยู่ใกล้เครื่องอ่านเมื่อแท็กมีพลังงานเพียงพอแท็กแต่ละอันจะพยายามส่งข้อมูลของตัวเองมาที่เครื่องอ่านพร้อมๆ กันทำให้เครื่องอ่านไม่สามารถแยกแยะข้อมูลที่ส่งมาได้ซึ่งเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการชนกันของข้อมูล (Collision) วิธีการแก้ไขโดยการทำการเพิ่มฟังก์ชั่นป้องกันการชนกันบนแท็ก และเครื่องอ่าน (Anti-Collision) ซึ่งจะมีเทคนิคคือ จัดคิวการอ่านแท็กโดยทำเป็นช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อแท็กถูกอ่านแล้วจะไม่มีการอ่านซ้ำอีก

2.1.2.4 การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันการนำระบบอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้งานหลากหลายด้าน เช่น ระบบคลังสินค้าด้านระบบการขนส่งด้านการทหารด้านการแพทย์ และสาธารณสุขด้านการเกษตรกรรม และปศุสัตว์ธุรกิจการบินธุรกิจการเงินการศึกษาการท่องเที่ยวการผลิตอุตสาหกรรมตัวอย่างการ ใช้งานได้แก่

- ด้านการแพทย์และสาธารณสุขมีการใช้งานสำหรับการติดตามทำทะเบียนเครื่องมือแพทย์ที่มีราคาแพงทำให้สามารถตรวจสอบการเก็บรักษาเครื่องมือ แพทย์ได้สะดวกขึ้น
- ด้านการเกษตรกรรมและปศุสัตว์ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มออโตเมชันด้วยชิปอาร์เอฟไอดีติดตัวสัตว์เลี้ยงทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูล เฉพาะตัวของสัตว์ได้
- การควบคุมการเข้า - ออก หรือ บัตรประจำตัวเป็นระบบรักษาความปลอดภัยการเข้า- ออกอาคารแทนการใช้บัตรแถบแม่เหล็ก
- ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ (E-Ticket)เช่นบัตรทางด่วนบัตรรถไฟฟ้าใต้ดิน
- ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ (Immobilizer) ในรถยนต์ป้องกันการใช้กุญแจผิดในการขโมยรถยนต์ (Smart Key Entry)
- ระบบห้องสมุดในการยืม หรือคืนหนังสืออัตโนมัติทำให้ผู้ใช้บริการได้รวดเร็วและสะดวกสบายยิ่งขึ้น

2.1.3 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก

นอกเหนือจากการเลือกเทคโนโลยีต่างๆ ที่จะนำมาใช้งานกับระบบจักรยานแบ่งปัน ตามที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่ 2.1 สิ่ง ที่จะต้องพิจารณาต่อไปคือการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์นั้นๆ มายังคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ว่าจะทำการติดต่อสื่อสารผ่าน ช่องทางไหน เทคโนโลยีต่างๆ ที่เป็นทางเลือกที่จะใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์มีดังนี้

2.1.3.1 ยูเอสบี (USB:Universal Serial Bus)

ระบบยูเอสบีเป็นการออกแบบโดยประกอบด้วยโฮสท์คอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์หลายๆ อุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมในรูปแบบต้นไม้โดยใช้อุปกรณ์พิเศษเรียกว่าฮับ (hub) ฮับที่มีช่องต่อสูงสุดในปัจจุบันมีถึง 49 ช่อง โดยมีข้อจำกัดของการต่อเชื่อมฮับได้ไม่เกิน 5 ระดับต่อ 1 คอนโทรลเลอร์ และสามารถต่อเชื่อมได้กับอุปกรณ์ 127 อุปกรณ์ต่อ 1โฮสท์คอนโทรลเลอร์ โดยนับรวมฮับเป็นอุปกรณ์ด้วย ในคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆ จะมีโฮสท์คอนโทรลเลอร์อยู่หลายช่อง ซึ่งพอเพียงสำหรับการต่อเชื่อมอุปกรณ์จำนวนมาก ๆ การต่อเชื่อมแบบยูเอสบีไม่จำเป็นต้องมีจุดสิ้นสุด มาตรฐานการออกแบบของยูเอสบีถูกกำหนดให้เป็นรูปแบบเดียวกันโดย USB Implementers Forum (USBIF) เป็นการรวมตัวกันของผู้นำด้านอุตสาหกรรมด้านคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ เช่น แอปเปิล, เอชพี, เอ็นอีซี, ไมโครซอฟท์ และอินเทลในปี 2553 ได้มีการกำหนดรายละเอียดของยูเอสบีรุ่นที่ 3.0 โดยมาตรฐานของรุ่น 3.0 ได้มีการกำหนดโดย USBIFรุ่นก่อนหน้าของยูเอสบี คือ 0.9,1.0,1.1 และ 2.0 ซึ่งแต่ละรุ่นที่ออกมาใหม่จะมีความเข้ากันได้ย้อนหลัง (Backward Compatibility) กับรุ่นที่ออกมาก่อนหน้านี้

2.1.3.2 อาร์เอส-232 (RS-232:Recommended Standard-232)

เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรม (SerialPort) กำหนดโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ใช้กับการสื่อสารแบบจุดต่อจุด ทั้งนี้มาตรฐาน อาร์เอส-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (ประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิทต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้นอาร์เอส-232 มีจุดเริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนด มาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม

2.2 การออกแบบโครงสร้างระบบสถานีจอด

จากการศึกษาระบบจักรยานระบบแบ่งปันในต่างประเทศซึ่งมีการดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน สามารถรวบรวมตัวอย่างข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละระบบได้ดังตารางที่ 2.1

2.2.1 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ภายในสถานีจอดจักรยาน

จากการศึกษาระบบจักรยานแบ่งปันที่มีอยู่ตามเมืองใหญ่ต่างๆ ทั่วโลกและนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งานภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานจึงได้ทำการออกแบบให้สามารถใช้บัตรนิสิตในการยืม-คืน จักรยานผ่านทาง ระบบบาร์โค้ด ทำให้ลดต้นทุนในส่วนของการทำบัตรสมาชิก(นิสิตทุกคนมีบัตรประจำตัวอยู่แล้ว) เมื่อนิสิตทำการสแกนบัตรเพื่อทำการยืมจักรยานจากระบบ ระบบจะทำการติดต่อไปยังฐานข้อมูลนิสิตของมหาวิทยาลัยเพื่อ ตรวจสอบตัวตนของนิสิต จากนั้นทำการปลดล็อคจักรยานเพื่อให้นิสิตนำไปใช้งาน เมื่อนิสิตทำการใช้งานเสร็จแล้วก็สามารถ นำจักรยานมาคืนเข้าไปในระบบได้ตาม

ชื่อระบบ	Bicing
การทำงาน	1. ใช้บัตรสมาชิกทาบที่เครื่องอ่าน ถ้าไม่มีบัตรสมาชิก จะใช้บัตรเครดิต 2. ระบบทำการปลดล็อคและแจ้งหมายเลขช่องจอดที่รถจอดอยู่
ข้อดี	1. ขั้นตอนการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อนเพียงนำบัตรมาทาบระบบจะแจ้งหมายเลขช่องจอดของรถ
ข้อเสีย	ไม่สามารถเลือกรถคันที่ต้องการได้
ชื่อระบบ	B-Cycle
การทำงาน	1. กดปุ่มเลือกการใช้งานสำหรับผู้ใช้ทั่วไปหรือสมาชิก 2. เสียบบัตรสมาชิกหรือบัตรเครดิต 3. เลือกจักรยานในช่องจอดที่ต้องการ 4. ระบบทำการปลดล็อคที่ช่องจอดที่เลือก
ข้อดี	1. ชั่วโมงแรกไม่คิดค่าบริการ 2. สมาชิกจะมีอัตราค่าบริการที่ถูกกว่า 3. สามารถเลือกจักรยานคันที่ต้องการได้ 4. มีการแสดงผลที่หน้าจอว่าช่องจอดใดไม่มีรถ 5. มีตัวล็อคชนิดใช้กุญแจสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการจอดรถในสถานที่ต่างๆ นอกสถานี
ข้อเสีย	หากไม่ใช่สมาชิกจะมีค่าใช้จ่ายในการยืมแพงกว่า
ชื่อระบบ	Bixi
การทำงาน	สำหรับสมาชิก 1. ใช้บัตรสมาชิกเสียบที่ช่องจอดจักรยานคันที่ต้องการ ระบบจะปลดล็อคจักรยาน สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป 1. ใช้บัตรเครดิต เสียบที่สถานี เครื่องจะบอกช่องจอดของจักรยานและปริ๊นท์รหัสออกมา 2. นำรหัสกดที่ช่องจอดเพื่อปลดล็อคจักรยาน
ข้อดี	1. ผู้ที่เป็นสมาชิกจะสามารถเลือกจักรยานคันที่ต้องการได้ 2. สมาชิกจะมีขั้นตอนการยืมที่สะดวกรวดเร็ว
ข้อเสีย	มีค่าใช้จ่ายตั้งแต่ชั่วโมงแรก

ตารางที่ 2.1: ตารางเปรียบเทียบการทำงานระบบจักรยานแบ่งปันของต่างประเทศ

สถานีต่างๆ ทั่วมหาวิทยาลัย จากการศึกษา วิเคราะห์ ระบบจักรยานแบ่งปันในระบบ ต่างๆ สามารถสรุปลักษณะการใช้งานของระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ดังนี้

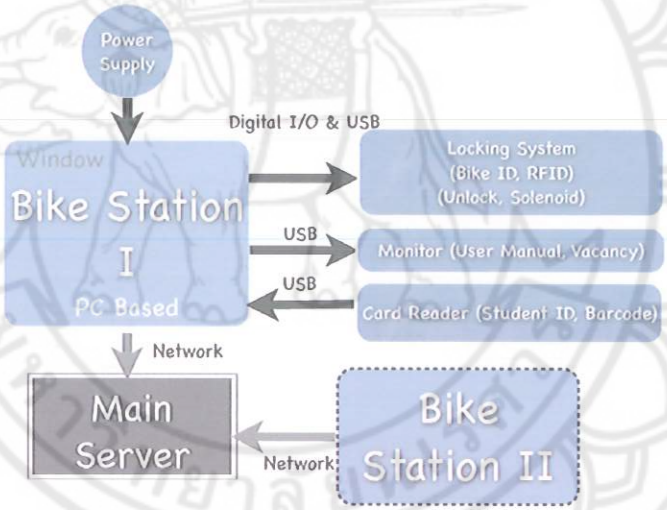
- ใช้บัตรนิสิตในการเข้าสู่ระบบการยืม-คืนจักรยาน
- มีหน้าจอแบบสัมผัสติดตั้งที่สถานีเพื่อแสดงรายการหลักต่างๆ เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน
- **ระบบล็อคเป็นระบบล็อคเชิงกลและใช้ระบบไฟฟ้าในการปลดล็อค เพื่อป้องกันปัญหาไฟฟ้าดับ ขณะที่มีผู้ใช้งานจักรยาน ให้ สามารถนำจักรยานเข้ามาคืนในระบบได้**
- **ในสถานีมีระบบการแจ้งซ่อมจักรยาน เพื่อรายงานความขัดข้องหรือความเสียหายของตัวจักรยาน และทำการล๊อคจักรยาน ไว้เพื่อทำการซ่อมแซมต่อไป**

เนื่องจากระบบการยืม – คืนจักรยานอัตโนมัติจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์หลายชนิด เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีระบบระเบียบและถูกต้อง จึงต้องมีการใช้อุปกรณ์ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกันไป เพื่อรองรับการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับระบบการยืม – คืนจักรยานแบบอัตโนมัติ จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่นำมาใช้งานในสถานีจักรยานระบบแบ่งปัน สามารถจำแนกอุปกรณ์ออกเป็น ดังนี้

2.3 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ภายในสถานีจอด

จากการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำมาประกอบเป็นสถานีจอดจักรยานแบ่งปัน การติดต่อสื่อสารและระบบการทำงานของสถานีแสดงได้ดังรูปที่ 2.5 จากรูปสามารถแบ่งส่วนประกอบของสถานีจอดเป็นส่วนหลักๆ ได้ดังนี้

รูปที่ 2.5: ระบบสถานีจอดจักรยานระบบแบ่งปัน มหาวิทยาลัยนเรศวร



2.3.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานระบบกับตัวสถานี

ในส่วนการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานระบบกับตัวสถานีนั้น ผู้ใช้งานระบบจะทำการสแกนบัตรนิสิตเพื่อแสดงตัวตนของ ตนเองผ่านทางระบบบาร์โค้ดซึ่งซอฟแวร์ของระบบจะทำการตรวจสอบตัวตนของนิสิตผ่านทางคอมพิวเตอร์เน็ทเวอร์คกับ ฐานข้อมูลของมหาวิทยาลัย จากนั้นก็จะทำการปลดล้อคจักรยานเพื่อนำไปใช้งาน โดยการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับสถานี จะทำผ่านทางจอภาพระบบสัมผัส รวมถึงการดูคู่มือการใช้งานและการตรวจสอบสถานะสถานีจอดอื่นๆ อุปกรณ์ที่ใช้งานใน ส่วนนี้ประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนกลางประจำสถานี ซึ่งมีอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ดังนี้

- **เครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากบัตรนิสิตเข้าสู่คอมพิวเตอร์ประจำสถานีผ่านทางยูเอสบีพอร์ท เพื่อตรวจสอบข้อมูลนิสิตกับฐาน ข้อมูลของมหาวิทยาลัย จะทำการติดตั้งอยู่ที่ส่วนตู้ควบคุมประจำสถานี โดยใน 1 สถานีจะมีเครื่องอ่านบาร์โค้ด 1 ตัว**

รูปที่ 2.6: เครื่องอ่านบาร์โค้ด

- จอภาพสัมผัส ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ใช้สำหรับแสดงภาพเคลื่อนไหวแนะนำวิธีการใช้งานจักรยาน แสดงข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับผู้ใช้งาน, จักรยานและสถานีอื่นๆ ใช้ สำหรับเลือกเมนูต่างๆ ของสถานี เช่น ตรวจสอบสถานะการยืม ตรวจสอบสถานะของช่องจอดที่สถานีอื่นๆ รวมทั้งการแจ้ง เสียของจักรยาน เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ประจำสถานีผ่านทางยูเอสบีพอร์ท การติดตั้งจอภาพระบบสัมผัส ทำการติดตั้งอยู่ที่ ด้านหน้าของตู้ควบคุมประจำสถานี โดย 1 สถานีจะมีจอภาพระบบสัมผัส 1 จอ

รูปที่ 2.7: จอภาพระบบสัมผัส

2.3.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างตัวสถานีกับตัวล๊อคจักรยาน

เมื่อระบบทำการตรวจสอบตัวตนของนิสิตผ่านทางระบบฐานข้อมูลแล้ว ระบบจะทำการส่งสัญญาณเพื่อทำการปลดล๊อค จักรยานโดยซอฟแวร์จะทำการเลือกจักรยานที่ล๊อคอยู่ในระบบนานที่สุด เพื่อเป็นการหมุนเวียนให้ใช้จักรยานทุกคันอย่างทั่ว ถึง ลักษณะการทำงานของระบบล็อค จะทำการล็อคจักรยานได้โดยไม่จำเป็นต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตัว ล็อค (ระบบแมคคานิค) ในขณะที่จะทำการปลดล็อคต้องทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์เพื่อ ทำการปลดล็อค (ระบบไฟฟ้าเพื่อปลดล๊อค) เพื่อให้สามารถคืนจักรยานเข้าไปในระบบได้แม้ว่าจะมีเหตุกา รณ์กระแสไฟฟ้าดับเกิดขึ้น นอกจากระบบล๊อคจักรยานแล้วช่องจอดยังมีส่วนของการอ่านข้อมูลจากจักรยาน โดยในจักรยาน แต่ละคันจะมีรหัสเฉพาะผ่านทางระบบอาร์เอฟไอดี ในขั้นตอนการล๊อคและปลดล๊อคจักรยานประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- อุปกรณ์ อินพุท เอาท์พุท ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโซลินอยด์เพื่อทำการปลดล๊อคจักรยาน โดยการรับคำสั่งจาก คอมพิวเตอร์ประจำสถานีผ่านทางยูเอสบีพอร์ท Digital I/O จะติดตั้งอยู่ภายในตู้ควบคุมประจำสถานี Digital I/O 1 ตัว สามารถใช้ควบคุมโซลินอยด์ได้ 8 ตัว (8 ช่องจอด)

รูปที่ 2.8: อุปกรณ์ อินพุท เอาท์พุท

- ตัวล็อคจักรยาน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ประยุกต์มาจากที่ล๊อคเบาะรถจักรยานยนต์ เป็นกลไกทางแมคคานิค โดยที่ตัวจักรยานจะมีหูเหล็กบริเวณ ด้านหน้าคอจักรยานอยู่ต่ำกว่าแท็กอาร์เอฟไอดี การเข้าล็อคจะเป็นล็อคเชิงกลและการปลดล็อคจะใช้ โซลินอยด์ดันกระเดื่องตัวล็อคให้ปลดล็อค ตัวล็อคจักรยานติดตั้งอยู่ที่ช่องจอดจักรยานทุกช่องจอด ใช้ตัวล็อคจักรยาน 1 ตัว ต่อ 1 ช่องจอด

- โซลินอยด์และตัวแปลงไฟ โซลินอยด์ แสดงในรูปที่ 2.10 ตัวแปลงไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 2.11 เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ดันกระเดื่องตัวล็อคให้ทำการปลดล็อค การสั่ง งานโซลินอยด์จะสั่งงานผ่านทาง Digital I/O เมื่อ Digital I/O ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ครบ วงจรโซลินอยด์ก็จะทำการดัน

รูปที่ 2.9: ตัวล็อคจักรยาน

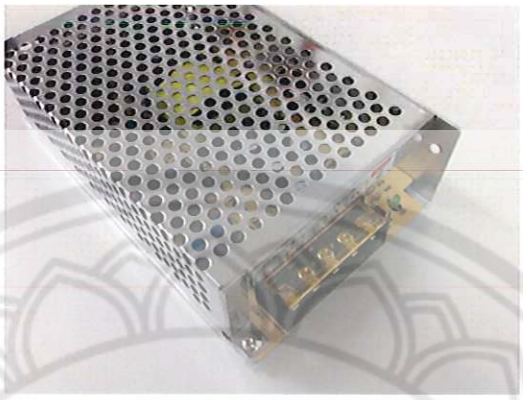
กระเดื่องของตัวล็อคให้ปลดล็อคจักรยาน โดยโซลินอยด์จะใช้ไฟฟ้า 24 Vdc จึงต้องมีอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจาก 220 Vac โซลินอยด์และตัวแปลงไฟติดตั้งอยู่ที่ช่องจอด จักรยาน ซึ่งจะใช้โซลินอยด์และตัวแปลงไฟ 1 ชุด ต่อ 1 ช่องจอด

รูปที่ 2.10: โซลินอยด์

- เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากแท็กอาร์เอฟไอดีที่ติดอยู่กับส่วนหน้าของคอ จักรยานเครื่องอ่านจะทำการอ่านแท็กเมื่อจักรยานเข้าช่องจอดเพื่อส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ ประจำสถานีผ่านทางยูเอสบีพอร์ทเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจะติดตั้งอยู่ที่ช่องจอดจักรยานส่วนบน ของตัวล็อคจักรยาน เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจะใช้ 1 เครื่องต่อ 1 ช่องจอด

- แท็กอาร์เอฟไอดี ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ใช้ในการระบุหมายเลขของจักรยานของแต่ละคันซึ่งจะไม่เหมือนกัน โดยจะมีการ ส่งข้อมูลจากแท็กสู่คอมพิวเตอร์ประจำสถานีผ่านทางเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ติดตั้งอยู่ที่ช่องจอด แท็กอาร์เอฟไอดีจะติดอยู่บริเวณส่วนหน้าของคอจักรยาน เพื่อความ

รูปที่ 2.11: ตัวแปลงไฟ



รูปที่ 2.12: เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี

สะดวกในการอ่านสัญญาณ จากแท็กของเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีแท็กอ่านอาร์เอฟไอดีจะใช้ 1 ชิ้นต่อจักรยาน 1 คัน

รูปที่ 2.13: แท็กอาร์เอฟไอดี

ชนิดของอุปกรณ์	ราคาต่อชิ้น (บาท)	จำนวนชิ้นต่อสถานี	รวม (บาท)
ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	8,000	1	8,000
จอภาพระบบสัมผัสขนาด 10 นิ้ว	8,590	1	8,590
เครื่องอ่านบาร์โค้ด	1,487	1	1,487
ดิจิตอล อินพุท เอาพุท	8,314	1	8,314
เครื่องอ่าน RFID	1,605	16	25,680
โซลีนอยด์	1,105	16	17,680
อุปกรณ์แปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง	5,000	1	5,000
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น			74,751

ตารางที่ 2.2: ราคาของอุปกรณ์แต่ละชนิด

2.3.3 การติดต่อสื่อสารระหว่างตัวสถานีกับระบบส่วนกลาง

ในการติดต่อสื่อสารระหว่างตัวสถานีกับระบบส่วนกลางนั้น จะกระทำผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายใน มหาวิทยาลัย เพื่อติดต่อสื่อสารกันเองระหว่างสถานีและติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูลนิสิตของทางมหาวิทยาลัย โดยในแต่ละ สถานีจะมีคอมพิวเตอร์อยู่ 1 เครื่องเพื่อทำการประมวลผลและสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางผ่านทางช่อง อีเทอร์เน็ต (RJ45)หรือระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยการติดต่อสื่อสารจะมีรายละเอียดดังนี้

- เพื่อแจ้งจำนวนของจักรยานที่มีอยู่ในช่องจอดในขณะนั้นๆ ให้กับคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง
- เพื่อตรวจสอบข้อมูลนิสิตกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ของทางมหาวิทยาลัย
- เพื่อรับข้อมูลจำนวนช่องจอดที่ว่างอยู่ของสถานีต่างๆ
- เพื่อแจ้งว่ามีจักรยานที่ต้องการการซ่อมแซมอยู่ในสถานีหรือไม่

2.4 การวิเคราะห์ต้นทุนการสร้างสถานีจอดจักรยาน

จากการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อสร้างสถานีต้นแบบสถานีจอดรถจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ราคาของอุปกรณ์แต่ละชนิดภายในหนึ่งสถานี (จำนวนช่องจอดเท่ากับ 16 ช่อง) สรุปได้ดังตารางที่ 2.2 จากตารางรายการราคาอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่ประกอบเป็นตัวสถานีทำให้ทราบได้ว่าราคาอุปกรณ์ต่อสถานีมีราคาเท่ากับ 74,751 บาท ซึ่งราคานี้ยังไม่รวมค่าก่อสร้างโครงสร้างของสถานี ตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 4

บทที่ 3

การออกแบบจักรยานสำหรับใช้ในระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ระบบจักรยานแบ่งปันทั่วไป จะมีจักรยานที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละระบบ เพื่อให้สังเกตุได้ง่าย มีความเป็นเอกลักษณ์ มีชิ้นส่วนที่ไม่ซับซ้อน ทำให้เกิดความสะดวกในการบำรุงรักษา ดังนั้นในโครงการจักรยานระบบแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จึงได้ทำการศึกษาวิธีการออกแบบจักรยานและทำการสร้างต้นแบบจักรยานที่จะนำมาใช้ในระบบจักรยานแบ่งปัน โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.1 การออกแบบจักรยาน

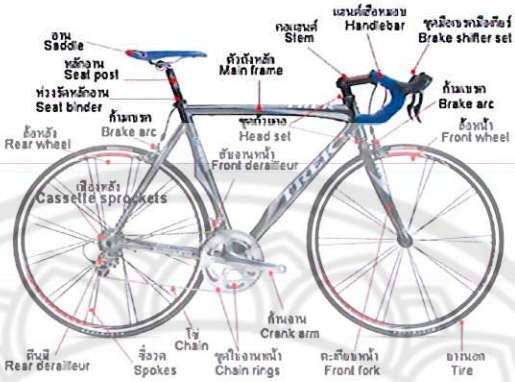
ในขั้นตอนการออกแบบจักรยาน จะต้องศึกษาถึงส่วนประกอบต่างๆ ของจักรยานรวมถึงหน้าที่การใช้งานของส่วนประกอบแต่ละชิ้น การเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาขึ้นรูปโครงจักรยาน การคำนวณขนาดและพารามิเตอร์ต่างๆ ของจักรยานเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้ได้จักรยานที่มีความเหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน แข็งแรงทนทาน และ บำรุงรักษาง่าย

3.1.1 ส่วนประกอบของจักรยาน

ในการออกแบบจักรยานให้ใช้งานได้ตามความต้องการนั้นจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบต่างๆ ของจักรยานอย่างเป็นระบบ จักรยานหนึ่งคันจะมีส่วนประกอบสำคัญดังรูปที่ 3.1 จากรูปเป็นตัวอย่างส่วนประกอบของจักรยานประเภทเสือหมอบ โดยส่วนประกอบหลักของจักรยานชนิดต่างๆ จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- **ตัวถังหลัก** (Main frame) ในจักรยานทุกประเภทจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนหลักที่เรียกว่า ตัวถังหลัก โดยชิ้นส่วนนี้จะมีรูปแบบและวัตถุดิบที่นำมาสร้างแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของจักรยาน ราคาของจักรยานจะขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนนี้เป็นหลัก โดยตัวถังจักรยานรูปแบบหลักที่มีใช้กันทั่วไป

รูปที่ 3.1: ส่วนประกอบของจักรยานเสือหมอบ [12]



ประกอบไปด้วยรูปแบบทรงเพชร ดังรูปที่ 3.2 โดยจักรยานที่มีรูปแบบตัวถังแบบทรงเพชร (Diamond frame) ได้แก่ จักรยานเสือหมอบ จักรยานเสือภูเขาและจักรยาน BMX รูปทรงนี้จะมีรูปทรงที่คล้ายกับรูปทรงของเพชร รูปทรงที่นิยมอีกรูปทรงหนึ่งก็คือรูปทรงที่เรียกว่าตัวถังจักรยานแบบก้าวข้าม (จักรยานแม่บ้าน) (Step through frame) ดังรูปที่ 3.3 โดยรูปทรงตัวถังแบบนี้ได้ออกแบบมาสำหรับสุภาพสตรีโดยเฉพาะเพื่อให้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีจักรยานที่ออกแบบเป็นพิเศษ ยกตัวอย่างเช่น จักรยานแบบนอน ดังรูปที่ 3.4 จักรยานแบบพับได้ ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.2: รูปทรงตัวถังแบบเพชร [16]

ในส่วนของตัวถังจักรยานสามารถแบ่งส่วนประกอบย่อยได้ดังนี้ (ดังแสดงในรูปที่ 3.6)

- ที่ใส่ตะเกียบหน้า (Head Tube) เป็นส่วนที่ติดตั้งชิ้นส่วนแฮนด์จับและตะเกียบหน้า
- ท่อบน (Top Tube)
- ท่อล่าง (Down Tube)
- ท่อนั่ง (Seat Tube)

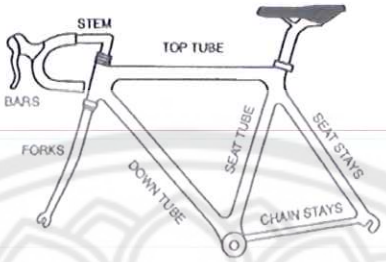
รูปที่ 3.3: รูปทรงตัวถังจักรยานแบบก้าวข้าม [13]

รูปที่ 3.4: รูปทรงตัวถังจักรยานแบบนอน [18]

รูปที่ 3.5: รูปทรงตัวถังจักรยานแบบพับได้ [15]

- ตะเกียบท่อนั่ง (Seat Stay)
- ตะเกียบโซ่ (Chain Stay)

รูปที่ 3.6: ส่วนประกอบย่อยของตัวถังจักรยาน [8]



- **วงล้อและยางล้อ** ล้อจักรยานเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของจักรยานทุกชนิด ในการเคลื่อนที่ของจักรยานนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้แรงของผู้ขับขี่ส่งถ่ายผ่านระบบต่างๆไปยังล้อเพื่อให้ล้อหมุน ให้จักรยานเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่วนประกอบที่สำคัญๆ ของล้อประกอบไปด้วย วงล้อ ซี่ล้อ แกนล้อและยางล้อ ในส่วนของขนาดวงล้อและยางนั้นได้มีการผลิตออกมาหลากหลายขนาด ชนิด ทาง International Organisation for Standardization (ISO) และ European Type and Rim Technical Organisation (ETRTO) ได้ออกมาตราฐานเกี่ยวกับล้อจักรยาน (ISO 5775) โดยมาตราฐานนี้แบ่งออกเป็นสองส่วน [7] คือ

  - International Standard ISO 5775-1:1997, Bicycle tyres and rims — Part 1: Tyre designations and dimensions
  - International Standard ISO 5775-2:1996, Bicycle tyres and rims — Part 2: Rims

ในส่วนของยางนอกซึ่งเป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญเพราะจะทำให้ขี่ได้อย่างราบรื่นสนุกกับเส้นทางแล้วแถมยังปลอดภัย การเลือกใช้ยางให้เหมาะกับสภาพของเส้นทาง น้ำหนักรวมของรถกับคนและรูปแบบของการขี่จักรยานต้องเจอกับสภาพหลายรูปแบบด้วยกัน บางเส้นทางอาจมีสภาพแบบเดียวกันตลอดเส้นทาง แต่บางเส้นทางอาจมีสภาพหลายแบบปนกัน ไม่ว่าจะเป็นทางเปียก ทางแห้ง ทางดิน ทางลูกรัง ทางยางมะตอย ทางหิน ทางทราย และไม่มียางรุ่นไหนที่สามารถใช้ได้ดีกับทุกสภาพเส้นทาง ด้วยเหตุนี้ทางผู้ผลิตยางจึงได้ทำการออกแบบยางเพื่อรองรับกับการใช้งานได้ทำการออกแบบยางเพื่อรองรับการใช้งานในสภาพทางต่างๆ ให้ผู้ใช้เป็นคนเลือกใช้ยางให้เหมาะสมกับสภาพทางไม่ว่าจะเป็นแบบมียางในหรือไม่มีก็ตาม ฉะนั้นต้องรู้ว่ายางแต่ละรุ่นถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับสภาพทางอย่างไร เพื่อให้เราสามารถขี่ผ่านเส้นทางไปได้อย่างสนุกและปลอดภัย ยางแต่ละรุ่นจะถูกออกแบบมาให้ใช้ดีที่สุดในสภาพทางรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรืออย่าง

มากก็ 3 รูปแบบ ขั้นแรกการเลือกยางนอกให้เหมาะกับสภาพทางคืออ่านฉลากที่ติดอยู่ที่ยาง โดยปกติแล้วฉลากนี้จะบอกคุณสมบัติต่างๆ ของยางเช่น เหมาะกับทางแห้งหรือทางเปียก ดินแข็งหรือดินร่วน หรือหินเป็นต้น ซึ่งดอกยางและเนื้อยางจะมีลักษณะต่างกัน และการเลือกยางนอกให้เหมาะสมตามเส้นทางสามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภทดังนี้

- ทางแห้งเรียบลาดยางมะตอย ยาง ที่ใช้กับทางประเภทนี้จะมีดอกยางใหญ่ไม่ถี่มากหรือมีดอกอยู่ช่วงกลางหน้ายาง หน้าสัมผัสจะน้อยเพื่อลดแรงเสียดทาน จึงทำให้ยางแบบนี้ไม่ถูกกับน้ำหรือทางเปียก หน้ายางควรมีขนาดไม่ต่ำหว่า 1.90 มิลลิเมตรไม่เกิน 2.00 มิลลิเมตร ยกเว้นทางเรียบตลอดเส้นทางสามารถใช้ยางดอกเรียบที่มีขนาดตั้งแต่ 1.00 มิลลิเมตรได้
- ทางดินแข็ง ยาง ที่ใช้กับทางประเภทนี้จะมีดอกเล็กค่อนข้างถี่ เพื่อกระจายหน้า สัมผัสให้ยึดเกาะกับผิวทาง นอกจากนี้ยังมีดอกที่คิ้วยางเพื่อช่วยในการยึดเกาะเวลาเลี้ยวยางแบบนี้สามารถใช้ในทางที่ผิวทางแข็งแต่เปียกได้ ไม่เหมาะกับทางที่ผิวทางนิ่ม และเปียกเพราะดอกยางที่ถี่จะทำให้ดินติด และออกยาก
- ทางดินหรือลูกรังร่วน ยางที่ใช้กับทางประเภทนี้จะมีดอกยางค่อนข้างสูงเพื่อใช้จิกลงไปในผิวทาง นอกจากนี้ยังมีดอกที่คิ้วยางค่อนข้างถี่เพื่อช่วยในการตะกุย และการควบคุมขณะเลี้ยว ยาง ประเภทนี้จะมีคุณสมบัติร่วมกับยางที่ใช้ในทางประเภทอื่นด้วยคือทางหินและทางกรวด
- ทางหิน ยางที่ใช้กับทางประเภทนี้จะมีดอกยางเป็นปุ่มใหญ่ค่อนข้างสูงทั้งกลางหน้ายาง และคิ้วยาง เพื่อช่วยในการยึดเกาะ ร่องระหว่างดอกยางจะค่อนข้างห่างช่วยในการไต่ไปตามก้อนหินที่ตะปุ่มตะป่ำ เนื่องจากทางประเภทนี้มีไม่ตลอดทั้งเส้นทาง จึงเป็นเพียงคุณสมบัติรองของยางที่ใช้ในประเภทอื่นๆ เช่น ทางเลน ทางกรวด
- ทางกรวด ยางที่ใช้กับทางประเภทนี้จะมีดอกยางเป็นปุ่มค่อนข้างสูงเป็นร่องห่างกัน เพื่อใช้ตะกุยผ่านก้อนกรวด มีดอกที่คิ้วยางถี่บ้างห่างบ้าง ขึ้นอยู่กับว่ายางนั้นมีคุณสมบัติร่วมที่ใช้ได้กับทางประเภทอื่นสามารถใช้ดอกยางแบบเดียวกับทางหินและทางเลน
- ทางโคลน หรือเลนยางที่ใช้กับทางประเภทนี้จะมีดอกยางกว้างหรือเป็นปุ่มสูง เพื่อใช้จิกและตะกุยอีกทั้งดอกยางยังห่างเพื่อช่วยในการสลัดหรือรีดเลนออกจากยาง หน้ายาจะมีขนาดไม่ใหญ่ เพื่อลดแรงดูดจากเลนที่เหนียว หน้ายางจะมีขนาด 1.70–1.75 มิลลิเมตร และมีการต้าน ทานพลังงานทำลายมีไม่น้อยกว่า 6.86 นิวตันเมตร ความสามารถในการต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 7.84 เมกาปาสกาล และความยืดของดอกยางไม่น้อยกว่าร้อยละ 350 ความต้านทานแรงยึดเหนียวของโครงสร้างไม่น้อยกว่า 1.96 นิวตันต่อมิลลิเมตร ความสามารถในการต้านทานแรงดึงของคอร์ดไม่น้อยกว่า 3.92 นิวตันต่อมิลลิเมตร

- **มือจับ** (Handle Bar) แฮนด์เอาไว้จับและบังคับรถให้เลี้ยวตามที่ต้องการ หรือยกล้อก็ได้ โดยทั่วไป

จะมีความกว้างในช่วง 21-24 นิ้ว ซึ่งมี 2 ลักษณะคือ แฮนด์ตรง หรือเกือบตรง โดยจะมีมุมเอนไปทางด้านหลังเล็กน้อยประมาณ 0-12 องศา ใช้สำหรับขี่ทั่วไป แฮนด์ยก หรือแฮนด์ปีกนกจะมีองศาการยกแตกต่าง กัน ซึ่งสามารถเอามาชดเชยระยะเอื้อมได้ กรณีที่ตัวรถยาวไป และไม่อยากจะเอื้อมมาก ซึ่งแฮนด์ประเภทนี้จะดูสวยกว่าแฮนด์ตรงจึงเป็นที่นิยม และก็สามารถนำไปใส่กับรถที่ขี่แบบธรรมดาได้ในการกำหนดแฮนด์ให้เหมาะสมสามารถเลือกกำหนดได้ดังนี้

- ความกว้างของแฮนด์ (Width) แฮนด์ที่กว้างจะช่วยให้ควบคุมรถได้ง่ายขึ้น คนส่วนใหญ่อาจจะเลือกแฮนด์ที่กว้างไว้ก่อน แฮนด์แบบกว้างอาจมีผลดีในรถเสือภูเขา หรือรถวิบากเพราะช่วยในการควบคุมรถและทรงตัวได้ดีแต่รถในเมือง หรือรถอย่างเสือหมอบมันไม่ได้มีประโยชน์มากถึงแม้ว่า การใช้แฮนด์ที่กว้างจะทำให้เรารู้สึกสบาย และควบคุมรถได้ง่ายกว่าแฮนด์แคบๆ แต่สิ่งที่ต้องแลกมาคือ แรงต้านจากอากาศที่มากขึ้น ยิ่งกว้างมากไปก็อาจทำให้เมื่อยล้าได้ง่ายวิธีเลือก ความกว้างของแฮนด์ที่เหมาะสมกับผู้ใช้คือ ลองวิดพื้นดูหลายๆ ทีโดยลองเปลี่ยนตำแหน่งมือห่างกันหรือชิดกัน ตำแหน่งไหนที่ออกแรงถนัดที่สุดก็ใช้ระยะนั้น
- เส้นผ่าศูนย์กลางของแฮนด์ (Bar Diameter) ขนาดมาตรฐานของรถเสือภูเขาและ city bike จะอยู่ที่ 22.2 มิลลิเมตร ส่วนรถเสือหมอบมีขนาด 23.8 มิลลิเมตร
- ความสูงของแฮนด์จะใช้วิธีวัดเทียบกับตำแหน่งของเบาะนั่งเสมอ เพราะฉะนั้นต้องปรับตำแหน่งเบาะให้ถูกต้องแล้วจึงวัดความสูงของแฮนด์ โดยดูจากด้านข้างของจักรยาน แฮนด์จะต้องเตี้ยกว่าแนวบนสุดของเบาะ 2–3 นิ้ว สำหรับนักปั่นที่ชอบความเร็วและอาจจะปรับสูงขึ้นมาได้ไม่เกินความสูงของเบาะ สำหรับคนที่ชอบขี่แบบสบายๆ สำหรับความสูงของแฮนด์ที่สูงขึ้นมาเกินระดับบนสุดของเบาะ เอาไว้สำหรับผู้ที่มีความผิดปกติของหลังหรือคอหรือพวกจักรยานที่แต่งเอาไว้ขี่ Downhill ลงเขา
- ระยะเอื้อมถึงแฮนด์ ระยะเอื้อมที่ถูกต้องคือเมื่อก้มตัวลงจับแฮนด์แล้วหลังจะทำมุม กับพื้นราบประมาณ 45 องศา และข้อศอกจะต้องหย่อนพอสมควรไม่เหยียดตรงวิธีตรวจสอบง่ายๆ คือ คล่อมจักรยานแล้วให้เพื่อนๆ สังเกตวิธีแก้ไขก็คือ ใช้วิธีเลื่อนเบาะไปหน้าสุด หรือหลังสุดเพื่อชด เชยระยะที่ต้องเอื้อมถึงแฮนด์
- ลักษณะโครงสร้างแฮนด์ Oversize แฮนด์ที่มีลักษณะแบบปลายผอมแต่อ้วนกลาง แฮนด์ปกติไม่ Oversize จะมีขนาดเป็นท่อกลมเท่ากันทั้งแท่งหลักการของแฮนด์ Oversize คือ หล่อโลหะ ให้มีความหนาบางของท่อ ไม่เท่ากันโดยตรงกลาง ซึ่งต้องการความแข็งแรงมากก็ให้หนามากกว่าตรงปลาย ซึ่งต้องการความแข็งแรงน้อยกว่าเป็นผลให้แฮนด์ Oversize มีความแข็งแรงกว่าแฮนด์ปกติที่น้ำหนักเท่ากันและแน่นอน ราคาแฮนด์ Oversize ก็จะแพงกว่า ซึ่งแฮนด์จักรยานรุ่นใหม่ๆ จะเป็น Oversize
- แฮนด์ยกและแฮนด์ตรง แฮนด์ยก จะมีขนาดการยกสูงต่ำไม่เท่ากัน ต่างยี่ห้อก็มีความสูง

ต่างกันต้องเลือกดีๆ ข้อดีคือ จับสบายไม่ต้องก้มมาก ไม่ปวดหลัง ควบคุมทิศทางง่ายเวลาลง track สามารถปรับองศาของมุมแฮนด์ได้มากกว่า ชดเชยความสั้นความยาว และมุมยกของสแตมได้ ข้อเสียคือ จะมีแรงต้านทานอากาศในขณะปั่นมากกว่าเพราะตัวผู้ปั่นตั้งตรงเกินไป

- คอแฮนด์ (STEM) มีความยาวให้เลือกหลายขนาด ตั้งแต่ 8 ถึง 15 เซนติเมตรและมีมุมเงยจากแนวระนาบให้เลือกอีกหลายมุมองศา ผู้ขี่อาจมีความจำเป็นในการเปลี่ยนคอแฮนด์ ให้มีขนาดยาวขึ้น ในกรณีที่ผู้ขี่มีลำตัวและช่วงแขนยาวมาก หรือขนาดของตัวถังจักรยานเล็กกว่าตัวผู้ขี่ ซึ่งท่อบนจะค่อนข้างสั้น อาจเปลี่ยนคอแฮนด์ให้มีความยาวเพิ่มขึ้น หากแฮนด์สูงมากก็สามารถถอด คอแฮนด์คว่ำกลับหัวลงได้ หากแฮนด์ต่ำไปก็เปลี่ยนคอแฮนด์ใหม่ ให้มีองศาสูงขึ้นได้เช่นกัน คอแฮนด์ที่สั้นจนไม่เหมาะสม กับความยาวช่วงแขนและลำตัวของผู้ขี่จะทำให้หัวรถมีความไวมาก และบังคับรถยากขึ้น สำหรับจักรยานภูเขาแบบ DOWNHILL จะมีคอแฮนด์สั้น และองศายกสูง ขึ้น จนแฮนด์สูงกว่าระดับอาน เพราะต้องชดเชยท่าขี่ขณะลงเขาไม่ให้ก้มหน้ามากเกินไป และเพื่อให้น้ำหนักตัวผู้ขี่ถ่ายมาอยู่ที่ล้อหลังมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดอาการเลี้ยวไม่เข้าโค้ง และไม่ให้ตีลังกาง่ายเกินขณะที่ขี่ลงเขา

- **ระบบโซ่จักรยาน** โซ่เป็นตัวถ่ายทอดแรงจากบันไดไปยังล้อหลัง โดยรับจากจานหน้าส่งต่อไปยังเฟืองหลังจุดอ่อนของโซ่ก็คือ ข้อโซ่อาจจะได้รับการออกแบบมาอย่างดีสำหรับการรับแรงกระทำในแนวยาวซึ่งจะมาในรูปของการดึง แต่ไม่ได้ถูกออกแบบมาดีนักสำหรับการรับแรงบิด ทั้งการบิดเกลียว และการบิดด้านข้าง เมื่อโซ่ได้รับแรงบิด ข้อโซ่จะเป็นบริเวณที่ต้องเผชิญกับความเครียดและแรงเค้นเมื่อโลหะที่เป็นแผ่นประกับ Outer Plate ตรงบริเวณข้อโซ่ได้สะสมความเครียด และแรงเค้นจนถึงจุดที่เกิดอาการล้าตัวแกนข้อโซ่จะถูกบิดให้หลุดออกมา จะเกิดอาการที่เรียกว่า โซ่ขาด การบิดของโซ่จะเกิดเกือบตลอดเวลาของการใช้งาน โดยการบิดตัวด้านข้างจะเกิดขึ้นในขณะที่ใช้อัตราทดที่มีแนวโซ่เบี่ยงเบน ยิ่งเบี่ยงเบนมากจะบิดตัวมาก การบิดด้านข้างของโซ่จะทำให้มีแรงต่อฟันของจานหน้า และเฟืองหลังที่เกี่ยวข้อง การบิดเกลียวจะเกิดขึ้นในขณะที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งจานหน้า แรงบิดเกลียวที่กระทำต่อโซ่ในขณะเปลี่ยนตำแหน่งจานหน้านี้จะเพิ่มขึ้นตามแรงที่เรากดบันไดโซ่ที่ดีควรความทนทานต่อแรงดึงขาดไม่น้อยกว่า 8,040 นิวตัน ขนาดของโซ่มาตรฐานจะถูกระบุไว้โดยใช้ตัวเลข ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 เช่น 40 ตัวเลขด้านขวาสุดมีความหมาย [9] ดังนี้

  - 0 หมายถึงขนาดโซ่มาตราฐาน (chain of the standard dimensions)
  - 1 หมายถึงโซ่ที่มีน้ำหนักเบา (light weight chain)
  - 5 หมายถึง roller bushing chain

ในส่วนของตัวเลขด้านซ้ายมือแสดง pitch ของโซ่ในเศษหนึ่งส่วนแปดนิ้ว ยกตัวอย่างเช่น โซ่เบอร์ 40 จะมี pitch 4 ใน 8 นิ้ว หรือ 1/2 นิ้ว และมีขนาดมาตราฐานในส่วนของความกว้าง เส้นผ่าน

ตารางที่ 3.1: ขนาดโซ่ตามมาตรฐาน ANSI [9]

เบอร์โซ่	พีทช์	เส้นผ่านศูนย์กลางของโรลเลอ	ความกว้างของโรลเลอ	ความหนาของเฟือง	รับน้ำหนัก(ปอนด์)
25	1/4"	0.130"	1/8"	0.110"	140
35	3/8"	0.200"	3/16"	0.168"	480
40	1/2"	5/16"	5/16"	0.284"	810
41	1/2"	0.306"	1/4"	0.227"	500
50	5/8"	0.400"	3/8"	0.343"	1400
60	3/4"	15/32"	1/2"	0.459"	1950
80	1"	5/8"	5/8"	0.575"	3300

ตารางที่ 3.2: ขนาดโซ่รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ [9]

เบอร์โซ่	พีทช์	เส้นผ่านศูนย์กลางของโรลเลอ	ความกว้างของโรลเลอ	ความหนาของเฟือง
420	1/2"	5/16"	1/8"	0.110"
425	1/2"	5/16"	1/4"	0.227"
428	1/2"	5/16"	5/16"	0.284"
520	5/8"	0.335"	5/16"	0.284"
525	5/8"	0.400"	1/4"	0.227"
530	5/8"	0.400"	3/8"	0.284"

ศูนย์กลาง การเลือกขนาดโซ่สามารถเลือกใช้ตามความต้องการ

- **ดุมหน้าและดุมหลัง** ดุมหน้าและดุมหลังเป็นจุดสุดท้ายของระบบขับเคลื่อน ดุมหลังจะเป็นแกนกลางของชุดล้อหลังที่จะถ่ายทอดแรงจากระบบขับเคลื่อนหลักไปสู่พื้นดินหรือพื้นถนน ดุมล้อหน้าเป็นแกนหลักของล้อหน้าที่ทำหน้าที่บังคับทิศทาง ดุมล้อของเสือภูเขาจะมี 2 แบบคือแบบธรรมดาที่ใช้กับวีเบรกและแบบที่ใช้กับดิสก์เบรกที่มีจุดยึดใบจานดิสก์ได้ จุดยึดจะมีสองชนิดคือแบบยึดด้วยสกรู 6 ตัวและแบบใหม่ของ Shimano คือแบบ Center Lock ที่ติดตั้งง่ายกว่าและใบจานดิสก์ได้ศูนย์ดีกว่า ดุมหน้าและดุมหลังมาตรฐานมีความหนาไม่น้อยกว่า 10 และ 0.1 ไมครอนตามลำดับ และมีผิวเรียบสม่ำ เสมอ และมีคุณสมบัติรองรับลูกปืนล้อมีความลื่นในตัวในบริเวณจุดรองรับลูกปืน เมื่อประกอบเข้าด้วย กัน ต้องหมุนด้วยความคล่องตัว และมีความรวมศูนย์ในแนวแกนต้องน้อยกว่า 0.3 มิลลิเมตร ความแข็งของลูกปืนต้องมีค่ามากกว่า 52 วิธีร็อคเลล์ C

- **ระบบเบรกจักรยาน** ระบบเบรกจะทำหน้าที่หลักๆ คือทำให้รถ หรืออะไรก็ตามที่กำลังเคลื่อนที่อยู่นั้น หยุด หรือ ชะลอความเร็วลง ดังนั้นระบบเบรกจึงเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ยานพาหนะจำเป็นต้องมีไว้เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่ใช้หรือโดยสารยานพาหนะนั้นๆ และระบบเบรกของจักรยาน โดยทั่วไปเบรกจักร ยานประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนควบคุมบังคับ คือ มือเบรก ส่วนส่งกำลังก็คือสายเบรก ตัวกลไกเบรกเองหรือก้ามเบรก ความมาตรฐานชนิดของเบรกเป็นแบบก้ามปู มีความ

หนาไม่น้อยกว่า 10 และ 0.1 ไมครอน ตามลำดับ หนาไม่น้อยกว่า 15 ไมครอน ผ้าเบรกเป็นแบบยางที่มีส่วนประกอบของหนัง และประสิทธิภาพการห้ามล้อ ระยะหยุดในการทดสอบที่ความเร็ว 24 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ไม่เกิน 4.57 เมตร

- **อานและหลักอานรถจักรยาน** หลักอานจักรยาน วัสดุที่ใช้ควรมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มิลลิเมตร และความยาวของหลักอานไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว มีเครื่องหมายแสดงระยะสวมต่ำสุดที่หลักอานรถจักรยาน ซึ่งแสดงระยะที่น้อยสุดที่ใช้ในการสวมกับโครงรถจักรยานระยะแสดงสวมต่ำอย่างน้อย 2.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง เพื่อความปลอดภัยในการขับขี่ รับน้ำหนัก และหลักอานจักรยานทำการชุบเคลือบผิวด้วยสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 10 ไม ครอน หนาไม่น้อยกว่า 15 ไมครอน ในส่วนของอานจักรยานนั้นมีหลากชนิดและหลายแบบ อานเป็นอุปกรณ์แรกที่อาจสร้างไม่สะดวกสบาย ให้แก่ผู้ขี่มือใหม่ไม่เคยนั่งอานมานานๆ เพื่อป้องกันก้นกบจะแตกเป็นแผลก็ควรเลือกอานชนิดที่เป็น เจล ซึ่งมีทั้งความหนา ความนุ่ม และเลือกความกว้างของอานให้พอเหมาะพอสมกับความกว้างของกระดูกเชิงกราน ซึ่งผู้หญิงมักจะมีช่วงเชิงกรานกว้างกว่าผู้ชาย ส่วนมือเก่าที่ชินอานก็สามารถใช้อานชนิดบางและแคบได้ ซึ่งในขณะที่ปั่นรอบเร็วๆ ส่วนกว้างของอานจะไม่ติดต้นขาด้านใน ส่วนความเป็นสปริงก็จะขึ้นอยู่กับแบบของโครงอาน และคุณภาพของก้านรองอาน อานบางรุ่นมีรูปทรงปาดลู่ไปด้านท้าย ซึ่งเหมาะกับจักรยานแบบ DOWNHILL หรือจะใช้กับจักรยานภูเขาที่มีการขี่ลงจากที่ชันบ่อยๆ ซึ่งจำเป็นต้องยกบั้นท้ายโยกไปทางล้อหลัง ก็จะสะดวกในการโยกตัวกลับ เพราะต้นขาด้านใน จะไม่ติดท้ายอานแบบปาดลู่ สำหรับการปรับความสูงของหลักอานอย่างง่ายนั้นก็ปรับความสูงโดยการขึ้นไปนั่งขี่ แล้ววางส้นเท้าข้างหนึ่งไว้บนบันไดขณะที่บันไดข้างนั้นอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุด และปรับความสูงขึ้นไปจนขาอยู่ในลักษณะยืดตรงเมื่อเลื่อนปลายเท้ามาวางบนบันไดในท่าขี่ปกติ เข่าสามารถงอได้ประมาณ 5-10 องศา ขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้ขี่แต่ละคนไม่ควรปรับอานสูงจนเข่ายืดตรง เพราะจะเป็นตะคริวได้ง่าย ระดับความก้มเงยของอานควรปรับให้ขนานกับพื้น หากชอบปรับอานให้ก้มนิดๆ ไม่ควรปรับให้แนวอานชี้ต่ำกว่าจุดที่แฮนด์ต่อกับคอแฮนด์ ส่วนการปรับเลื่อนอานไปหน้ามาหลังควรปรับแนวหลักอานอยู่กลางตัวอาน แต่สามารถปรับเลื่อนไปหน้ามาหลังได้เพื่อให้อยู่ในท่าขี่ที่ยืดตัวยืดแขนได้ถนัดและมั่นคง สังเกตุว่าท่านั่งของจักรยานภูเขาที่ใช้ขี่ในภูมิประเทศที่ทางเรียบเป็นการปรับเปลี่ยนคอแฮนด์ให้มีองศาต่ำ ยาวกว่าปกติ 2 เซนติเมตรพร้อมกับปรับเลื่อนอานไปข้างหน้า 2 เซนติเมตร ผู้ขี่จะอยู่ท่าที่ก้มและโย้ลำตัวไปข้างหน้า 2 เซนติเมตรก็จะคล้ายกับการเพิ่มองศาของท่อนั่งให้ตั้งขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับองศาของจักรยานที่ใช้สำหรับการแข่งขัน โดยทฤษฎีจะได้ความเร็วเพิ่มอีกขึ้น แต่ก็เป็นท่าขี่ที่อาจก่อให้เกิดความปวดร้าว แขน ไหล่ คอของผู้ขี่ และผู้ขี่ไม่เคยฝึกอย่างนักกีฬาจักรยานอาจหายใจไม่ลึกพอ สำหรับภูมิประเทศที่เป็นทางลงเขายาวๆ ควรปรับลดอานลงจนต่ำกว่าแฮนด์เพื่อชดเชยท่าขี่ขณะลงเขาไม่ให้ก้มหน้ามากเกินไปพร้อมกับปรับเลื่อนอานไปข้างหลัง เพื่อรักษาระยะห่าง ระหว่างแฮนด์กับอานไม่ให้ชิดมาก อานมาตรฐานมีขนาด 270 x 180 มิลลิเมตร รับแรงกดในแนวดิ่งและ

แนวระนาบ ที่ระยะห่างจากปลายด้านหน้า 25 มิลลิเมตร ทนแรงบิดได้ไม่น้อยกว่า 29.6 นิวตันเมตร ปกติอานแบบเรียวเหมาะสำหรับเสือหมอบ เสือภูเขา และจักรยานท่องเที่ยวเป็นอานแบบป้าน

3.1.2 วัสดุที่นำมาใช้ทำโครงจักรยาน

การเลือกวัตถุดิบในการทำโครงจักรยานต้องดูองค์ประกอบหลายๆ อย่างเช่น ความแข็ง น้ำหนัก ความแข็งตึงและที่สำคัญลักษณะการใช้งานวัสดุต่างชนิดกันถ้าออกแบบแล้วจะให้ผลลัพธ์หรือคุณ สมบัติแตกต่างกันอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น โครงอลูมิเนียมที่ดีที่สุดมักจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่โตกว่า ผนังท่อบางถึงบางมาก และไม่บิดเบียวในซ้ายและขวาขณะที่ส่งแรงสุดๆ ผ่านลูกบันได โครงเหล็กที่ดีที่สุดจะมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเล็กกว่าผนังท่อรีดได้บางและให้ตัวได้มากไททาเนียม และใยคาร์บอนจะมีคุณสมบัติตรงกลางระหว่างสองวัสดุแรก

3.1.2.1 เหล็ก (Steel)

โครงเหล็กคุณภาพปานกลาง ราคาถูก ต้องทำผนังท่อหนาขึ้นเพื่อให้ความแข็งแรงเพียงพอ ผลที่ได้คือจะทำให้โครงหนักมากขึ้น โครงเหล็กที่แข็งแรง อาจรีดท่อให้บางลงได้ แต่ก็จะเสียคุณ ลักษณะการให้ตัวไป แต่พัฒนาการปัจจุบันใช้กระบวนการชุบแข็ง จะทำให้ท่อเหล็กมีความแข็งแรงมาก เช่น REYNOLDS 853 โครงเหล็กเป็นวัสดุดั้งเดิมในการใช้ทำตัวถังจักรยาน ให้ความรู้สึกที่ดีในการขับขี่ ควบคุมง่าย ขี่สนุก ให้ตัวดี ไม่แข็งกระด้าง แข็งแรง ทนทาน รับน้ำหนักได้ดี แต่ข้อเสียคือ มีน้ำหนักมาก ลำบากในการดูแลรักษา เพราะเป็นสนิมง่าย แต่ก็มีผู้ผลิตที่ใช้เหล็กคุณภาพดี ทำรถจักร ยานออกมาวางจำหน่าย ด้วยคุณสมบัติของเหล็กตามที่ได้กล่าวไว้ว่า มีน้ำหนักมาก ด้วยเหตุนี้เหล็กจึงไม่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตจักรยานในเชิงการกีฬา เหล็กจึงเป็นที่นิยมในการผลิตตัวถังจักร ยานในเชิงพาณิชย์โดยทั่วไปเท่านั้น ด้วยคุณสมบัติที่แข็งแกร่งของมัน เหล็กจึงยังสามารถครองตลาดจักรยานได้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เป็นวัสดุดั้งเดิมในการใช้ทำตัวถังจักรยาน ให้ความรู้สึกที่ดีในการขับขี่ ควบคุมง่าย ขี่สนุก ให้ตัวดี ไม่แข็งกระด้าง แข็งแรง ทนทาน รับน้ำหนักได้ดี

3.1.2.2 อลูมินัม (Aluminum)

อลูมินัมสามารถสร้างโครงที่ให้ความกระด้างมากน้ำหนักเบาได้โดยเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเพื่อชดเชย ปัจจุบันยังคงใช้แนวคิดนี้อยู่ในการออกแบบโครงจักรยานให้มีคุณภาพดี มีการเพิ่มโลหะสแกนเดียมเพื่อลดน้ำหนักโครงลงและเพิ่มความแข็งแรง โดยรวมอลูมินัมเป็นวัสดุที่ดีมาก ให้ความแข็งตึงน้ำหนักเบาเพื่อการสร้างโครงจักยานสำหรับทุกสรีระเป็นวัสดุหนึ่งในสองประเภทที่เหมาะในการสร้างโครงที่ต้องการรูปร่างเฉพาะ โครงจักรยานที่ทำด้วยอลูมินัมจะมีน้ำหนัก1/3ของเหล็ก โครงราคาถูก น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิมออกแบบให้เป็นท่อลู่ลม แต่โครงอลูมินัมมีความแข็งแรง 1/2 ถึง 1/3 ของเหล็กหรือไททาเนียมชั้นดี

ดังนั้นโครงอลูมินัม แตกหักได้ ถ้าจะทำให้ความแข็งตึงได้ 1/3 ของเหล็กต้องทำท่อขนาดใหญ่ขึ้น มีความล้าสะสมในวัสดุมากบางทียืดให้ตรงแต่ไม่สามารถทำกลับคืนไม่ได้ และที่สำคัญท่อที่โตและบางยังทำให้เกิดความเสียหายจากการกระทบกระแทกเกิดง่ายขึ้น จักรยานโครงอลูมิเนียมขี่ไม่ค่อยนิ่มนวลเหมือนเฟรมชนิดอื่น ค่อนข้างแข็งกระด้างเมื่อขับขี่ในทางวิบาก แต่กลับตรงกันข้ามขี่ได้ดีในทางเรียบและทางสูงชัน ราคาไม่แพง มีให้เลือกมากมายในท้องตลาด รูปร่างและสีสันสวยงามสะดุดตาผู้พบเห็น ข้อควรพึงระวังในการดูแลรักษา สำหรับผู้ใช้โครงที่ผลิตด้วยอลูมิเนียม เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถเกิดการผุกร่อนได้ด้วยหลายสา เหตุแต่ที่สำคัญที่สุดมักจะพบบ่อยๆ คือไอน้ำจากน้ำเค็ม สำหรับผู้ที่อยู่ติดทะเล ควรหมั่นรักษาเช็ดทำความสะอาดด้วยทุกครั้งหลังจากการใช้งาน และที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้คือ เหงื่อจากตัวคนในระหว่างการขับขี่ หยดเหงื่อที่ไปโดนเฟรมอลูมิเนียมนั้น หากละเลยก็อาจจะทำให้โครงของเราเกิดการผุกร่อนได้

3.1.2.3 ไททาเนียม (Titanium)

ไททาเนียมวัสดุชนิดนี้เป็นโลหะที่เรียกว่าสุดยอดที่สุดที่นำมาใช้ทำรถจักรยาน เนื่องจากมันเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงมากๆ และเป็นโลหะที่ใช้ทำตัวถังเครื่องบินและอวกาศยาน ต้านทานการกัดกร่อนได้มาก มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นตัว แต่ราคาก็แพงมากตามไปด้วยไททาเนียม ที่ใช้ทำตัวถังรถจักรยานจะอยู่ด้วยกัน 2 เกรดคือเกรด 3AL-2.5V และเกรด 6AL-4V ซึ่งตัวเลขข้างหน้าหมายถึงส่วนผสมที่เป็นอลูมิเนียมและตัวหลังจะเป็นวานาเดียมโดยที่ค่าเปอร์เซ็นที่เหลืออยู่ก็จะเป็นส่วนของไททาเนียม ซึ่งเกรดที่นิยมและใช้กันมากที่สุดในการทำตัวถังรถจักรยานก็คือเกรด 3AL-2.5V ซึ่งเป็นส่วนผสมที่เหมาะสมมากในแง่ของประสิทธิภาพความแข็งแรงต่อความหยุ่นตัวของโลหะ และยังมีความหยุ่นตัวที่เหมาะสมกับการใช้งานมากกว่าชนิด 6AL-4V อีกทั้งยังนำมาทำเป็นท่อแบบไร้ตะเข็บได้ง่ายกว่าสูตร 6AL-4V จึงทำให้ราคาค่าตัวของท่อชนิด 3AL-4V มีราคาถูกกว่าด้วย แต่ราคาไททาเนียม ก็จะมีราคาที่ค่อนข้างสูง-สูงมาก และก็ขึ้นอยู่กับว่าท่อไททาเนียมจะผลิตขึ้นมาจากที่ไหน ซึ่งไททาเนียม ที่ผลิตจากประเทศแทบเอเชียก็จะมีราคาที่ถูกกว่าไททาเนียม ที่ผลิตจากฝั่งสหรัฐอเมริกาหรือยุโรปแต่ความสุทธิในส่วนผสมหลักๆ ก็จะต่างกันไปด้วยโดยที่ราคาไททาเนียม ที่ผลิตจากฝั่งเอเชียจะอยู่ที่ตั้งแต่ 50,000 บาทขึ้นไป แต่ถ้ามาจากฝั่งสหรัฐอเมริกาหรือยุโรปก็จะขยับขึ้นไปที่ 100,000 บาท

3.1.2.4 เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber)

เส้นใยคาร์บอนวัสดุชนิดนี้เป็นวัสดุในกลุ่มอโลหะสร้างขึ้นมาจากเส้นใยคาร์บอน ประสานเข้าด้วยกันด้วยสารเคมี ซึ่งในปัจจุบันนี้กำลังเป็นที่นิยมอย่างมาก เพราะด้วยน้ำหนักที่เบามาก มีความแข็งแรงสูง มีความยืดหยุ่นตัวได้ดี และที่สำคัญไม่เป็นสนิม มันจึงกลายเป็นวัสดุที่มาแรงมากในปัจจุบัน ส่วนสูตรในการผลิตเส้นใยคาร์บอนแต่ละบริษัทที่ผลิตก็ถือเป็นความลับสุดยอด เพราะว่าเส้นใยคาร์บอนมีการออกแบบให้รับแรงในส่วนต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เพราะฉะนั้นการที่จะนำเส้นใยคาร์บอนมาใช้งานแต่ละวัสดุอุปกรณ์ก็ต้องมีการออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานในส่วนนั้น เพราะว่าเส้นใยคาร์บอนไม่ได้นำมาใช้ทำตัว

ถังจักรยานอย่างเดียว ยังนำมาผลิตเป็นส่วนประกอบของจักรยาน เนื่องด้วยเพราะน้ำหนักที่เบามาก แต่เส้นใยคาร์บอนก็มีข้อเสียด้านราคาแพงมาก ราคาของเส้นใยคาร์บอนจะอยู่ตั้งแต่ 50,000 บาทขึ้นไปจนไปถึงหลักหลายแสนบาท และเกิดจุดอ่อนได้แน่นอนถ้าออกแบบ และประสานเส้นใยได้ไม่ดีพอแข็งตึงมากไป หรือให้ตัวมากไป อาจเกิดการแตกร้าว

3.1.2.5 โครโมลี่ (Chromoly)

โครโมลี่ เป็นโลหะผสมระหว่างเหล็กกับโมลิบดีนั่มมีน้ำหนักเบากว่าเหล็ก ท่อโครโมลี่ดีๆ บางยีห้อมีน้ำหนักจะไม่ต่างจากไททาเนี่ยม จุดเด็นของโครโมลี่ก็ให้ตัวดี ขี่สนุก แต่ข้อเสียคือ ดูแลรักษาค่อนข้างยากพอสมควร เป็นสนิมง่ายเหมือนเหล็กทั่วๆ ไปถึงอย่างไรก็ยังเป็นที่นิยมของบรรดานักจักรยานที่แท้จริงหรือนักแข่งมากพอสมควร ท่อโครโมลี่ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Ritchey Reynolds และ Columbus เฟรมโครโมลี่ราคาไม่แพงมาก นิยมใช้กัน เป็นรถของ KHS โดยใช้ท่อ ของ True Temper ส่วนมากนิยมใช้ทำจักรยานประเภท BMX

3.1.3 หลักการออกแบบโครงสร้างจักรยาน

การเลือกขนาดจักรยานให้เหมาะสมกับรูปร่างและส่วนสูงของผู้ขี่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการเลือกวัตถุดิบทำโครง การปรับแต่งรถจักรยานหรือคุณภาพของอะไหล่จักรยานที่นำมาประกอบเป็นรถจักรยาน ดังนั้น การเลือกขนาดของจักรยานจึงมีความจำเป็นซึ่งมันจะทำให้ประสิทธิภาพในการปั่นของผู้ที่เป็นเจ้าของรถคันนั้นได้ประสิทธิภาพสูงสุด ในการปั่นจักรยานที่มีไซด์ที่เหมาะสมกับผู้ขี่มากที่สุด ยิ่งถ้าเป็นจักรยานที่ใช้สำหรับการแข่งขันแล้วก็จะยิ่งสำคัญมาก จึงมีการวัดตัว เช่น ส่วนสูง ช่วงความยาวของขา ความยาวของลำตัว เพื่อนำไปสร้างจักรยาน และชิ้นส่วนของจักรยานที่เหมาะสมกับสรีระ

3.1.3.1 การวัดขนาดสรีระของร่างกายเพื่อให้เหมาะกับจักรยาน

การวัดขนาดร่างกายแบ่งออกเป็นการวัดความสูงของส่วนศีรษะ ความยาวของแขน ความยาวของลำตัว ความยาวของช่องขา และความสูงทั้งหมดเพื่อดูว่าร่างกายจะเหมาะสมกับขนาดจักรยาน การแบ่งสัดส่วนของร่างกาย เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ตั้งแต่ศีรษะมาจน ถึงลำคอ บริเวณกระดูกไหปลาร้าต่อกันด้านบนของทรวงอก ส่วนลำตัวคือ ส่วนต่อจากส่วนหัวลงไปถึงบริเวณเป้ากางเกง ส่วนขาคือ ส่วนต่อจากเป้ากางเกง ลงไปยังส้นเท้า

3.1.3.2 ขนาดของจักรยานที่เหมาะกับแต่ละบุคคล

ในการวัดขนาดของจักรยานที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคนนั้น การวัดจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

1. ความยาวช่วงขา (Inseem Length) ซึ่งวัดจากเป้ากางเกงไปยังส้นเท้าในท่ายืนตรง และไม่สามารถวัดจากเป้ากางเกงที่เราใส่อยู่ได้ แต่สามารถใช้วิธีการวัดง่ายๆ แม่นยำพอสมควรคือ ใช้สมุดหรือ

หนังสือที่มีสันหนาสอดไว้ตรงหว่างขาแล้วเอาขาหนีบไว้ดันให้สันของหนังสือประชิดติดกับหว่างขาให้แน่นที่สุดแล้วเอาขอบบนสุดด้านที่ตั้งฉากกับสันหนังสือไปชนกับกำแพงแล้วขีดเส้นบนกำแพงในแนวเดียวกับสันหนังสือ วัดระยะระหว่างพื้นถึงเส้นสันหนังสือบนกำแพง จะได้ค่าของ Inseem Length

2. การวัดความยาวช่วงลำตัว (Torso Length) โดยวัดจากไหล่ลงไปหาเป้ากางเกง ซึ่งวัดจากท่ายืนตรงเช่นกันแขนแนบลำตัว แล้ววัดจากเป้าขึ้นไปยังขอบบนสุดของกระดูกทรวงอกคือรอยบุ๋มของกระดูกไหปลาร้าใต้คอ ซึ่งตำแหน่งนี้จะตรงกับแนวไหล่พอดี

3. การวัดจากคอไปถึงส่วนสูงสุดของศีรษะ

4. การวัดระยะความยาวของแขน วัดจากปลายสุดของไหล่ถึงกึ่งกลางของฝ่ามือ โดยใช้วิธียืนตรงยกแขนตั้งฉากกับลำตัวด้านข้างมือกำดินสอและวัดระยะจากหัวไหล่เมื่อยกแขนขึ้นตั้งฉากจะมีรอยบุ๋มของกล้ามเนื้อหัวไหล่นั่นคือ ปลายกระดูกไปจนถึงแท่งดินสอที่กำอยู่จะได้ระยะแขนโดยทำการวัดทั้งสองข้าง

5. การวัดระยะความกว้างของหัวไหล่คือ วัดจากความห่างของปลายกระดูกไหล่ทั้งสองข้าง หลังจากวัดได้ระยะทั้งหมดเสร็จค่า Inseem Length มีสำคัญที่สุด พิจารณาจากระยะห่างของท่อบนกับพื้นดินเรียกว่า Stand Over Height ซึ่งค่านี้จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับระยะปลอดภัยมีผลต่อระยะความยาวของหลักอาน Seat Post ที่จะใช้ส่วนระยะ Torso Length กับ Arm Length จะเป็นตัวกำหนดการเลือกความยาวของท่อบนรวมไปถึงความยาวของคอ Stem ทั้งมุมก้มและมุมเงยของคอ Stem Angle

3.1.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของร่างกายเราที่วัดได้กับค่าต่างๆของจักรยาน

- ค่าความสูงของท่อบน (Top Tube) ไปจนถึงพื้นแต่เนื่องจากท่อบนของจักรยานบางรุ่นมักจะเทลาดลง ดังนั้นการที่จะวัดว่าค่าความสูงของท่อบนของจักรยานนั้นให้เป็นมาตรฐานเดียวกันคือจักรยานขนาด 16 นิ้ว มีค่าความสูงของท่อบนจะไม่เท่ากัน แต่ละยี่ห้อก็อาจจะทำท่อบนมาต่างองศากัน ค่าค่าความสูงของท่อบนของจักรยานแต่ละคันต่างกันเพราะมุมของท่อนั่ง ความยาวของท่อนั่ง **ความสูงของกะโหลกจากพื้นดินเนื่องด้วยจักรยานบางประเภทจะมีความสูงของกะโหลกสูงเพื่อช่วยให้ขี่ผ่านอุปสรรค ระยะยุบตัวของโช๊คอัพหน้ามีระยะยุบมากเท่าไหร่ค่าความสูงของท่อบนของรถคันนั้นก็มักจะสูงขึ้น รูปร่างของท่อบนเดิม และปัจจุบันท่อบนของจักรยานส่วนใหญ่มักจะตรงและลาดลง แต่บางยี่ห้อมักจะทำให้ท่อเป็นหักเป็นมุม หรือโค้งลงเพื่อชดเชยกับระยะของกะโหลกที่อาจจะสูงขึ้น หรือใช้โช๊คที่มีระยะยุบเยอะทำให้สามารถลดระยะค่าความสูงของท่อบนได้**

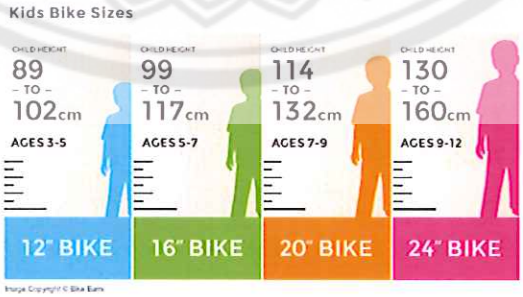
- **ระยะเอื้อมคือ ค่าที่วัดความยาวระหว่างท่อคอ (Head Tube) ไปจนถึงกึ่งกลางของท่อนั่งในแนวขนานกับพื้น ซึ่งค่านี้จะมีผลต่อท่าทางการขี่รถการเหยียดแขนมากไป ตัวก้มมากไปหรือเงยมากไปหรือไม่ และค่านี้จะเป็นอีกค่าหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาประกอบการเลือกจักรยานให้เหมาะกับตัวผู้ขับขี่ เพราะถ้าระยะสั้นมากไป ตัวก็จะตั้งขี่ต้านลมเหนื่อยง่าย ยาวไปจะทำให้เมื่อยข้อมือ หัวไหล่** มากเพราะน้ำหนักตัวที่โถมลงไปเพราะตัวก้มมากไป

- ความยาวและมุมก้มมุมเงยของคอ (Stem Length and stem angle) โดยปรกติขนาดของ stem นั้นจะติดมาให้โดยเป็นขนาดที่มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มคนที่จะใช้จักรยานขนาดนั้น ค่าความยาวของคอมีหลากหลาย ตั้งแต่ 50 – 150 มิลลิเมตร แต่แบ่งไปเป็นหลายเบอร์ มุมของคอนั้น คือ มุมที่แนวแกนของคอทำกับเส้นที่ลากตั้งฉากกับแกนโซ๊ค ซึ่งก็มีค่าของมุทมหลากหลาย เช่น ถ้ามุมของคอเท่ากับ 90 องศา ถือว่าคอนั้นไม่มีมุมยกหรือก้มแต่ถ้าคอนั้นขนาด 90/5 หมายถึงว่าคอนั้นยาว 90 มิลลิเมตร และมีมุมยก 5 องศา กลับด้านก็จะเป็นลบ 5 องศา มุมก้มหรือเงยของคอสามารถเลือกใส่ให้เหมาะกับความยาวช่วงตัว ช่วงแขน และรวมถึงลักษณะของการขี่ซึ่งจะแตกต่างกันระหว่างขี่แข่งขันกับขี่ออกกำลังกาย

3.1.3.4 ขนาดของจักรยาน

ขนาดของจักรยานเริ่มต้นวัดจากกลางกะโหลก ลากยาวขึ้นไปจนถึงปลายท่อด้านบนที่ใช้เสียบหลักอาน หน่วยที่ใช้ในการวัดนาดจะต่างกันไปตามผู้ผลิตเฟรมจักรยานหน่วยหลักคือ เซนติเมตร นิ้ว และขนาด XS S M L XL ขนาดคือ ความยาวของ Seat Tube ขนาดเฟรมแตกต่างกันเฉพาะความยาวของ Seat Tube ส่วนอื่น ของเฟรมจะใหญ่เล็ก สั้นยาว ลดหลั่นตามกันไป การเลือกขนาดจักรยานให้พอดีกับความสูง และมีขนาดมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 3.7 สำหรับเด็ก รูปที่ 3.8 สำหรับจักรยานเสือภูเขา รูปที่ 3.9 สำหรับจักรยานถนนทั่วไป

รูปที่ 3.7: ขนาดมาตราฐานของจักรยานสำหรับเด็ก [2]



รูปที่ 3.8: ขนาดมาตราฐานของจักรยานสำหรับจักรยานเสือภูเขา [2]

รูปที่ 3.9: ขนาดมาตราฐานของจักรยานสำหรับจักรยานถนนทั่วไป [2]

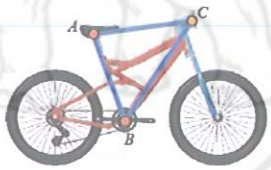
3.1.3.5 ชีวกลศาสตร์

การออกแบบจักรยานที่คำนึงถึงหลักชีวกลศาสตร์จะทำให้การขี่จักรยานมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเหมาะสำหรับผู้ขับขี่โดยเฉพาะ แต่ปัจจุบันการออกแบบจักรยานมักจะไม่รวมพารามิเตอร์คุณสมบัติของผู้ขับขี่อยู่ในขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งเฟรมจักรยานถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการออกแบบจักรยาน ตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างโครงจักรยานแต่ละชิ้นส่วนเช่น อาน แกนมือจับและศูนย์กลางของเฟรมจักรยาน ถือว่าเป็นตัวแปรหลักในการออกแบบเฟรมจักรยาน และพารามิเตอร์มีส่วนสำคัญมากในการสร้างจักรยานโดยใช้สมการถดถอย การออกแบบจักรยานเมื่อพิจารณาจากชีวกลศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็นสามส่วนหลักคือ การออกแบบโครงสร้างทางเรขาคณิตของโครงจักรยาน และการวิเคราะห์ความแข็งแรงของเฟรม และเลือกส่วนที่เหมาะสมกับการประกอบจักรยาน ดังนั้นสรีระของมนุษย์ควรที่จะได้รับการพิจารณาอันดับแรกในการออกแบบ เพื่อให้จักรยานเป็นจักรยานที่ดีและมีประสิทธิภาพการทำงานเหมาะสมสำหรับผู้ขับขี่ชีว

กลศาสตร์ของมนุษย์ เครื่องมืออุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับของมนุษย์ในการออกกำลังกาย จึงมีการศึกษามากขึ้น และแทรกซึมเข้าไปในการการออกแบบสำหรับการขี่จักรยานเพื่อให้มีความสะดวกสบาย เฟรมจักรยานเป็นส่วนที่สำคัญของจักรยาน มันต้องใช้น้ำหนักของผู้ขับขี่และเชื่อมต่อกับมือจับและล้อเนื่องจากความแตกต่างในด้านความสูง ความยาว น้ำหนัก และแขนขาของคนที่แตกต่างกันอาจทำให้แบบผลิตภัณฑ์โดยทั่ว ไปไม่เหมาะสมกับร่างกายผู้ขี่จักรยาน และตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างอาน มือจับ แกนศูนย์กลางที่ถูกกำหนด 3 ตำแหน่งที่สำคัญที่สุดของจักรยาน ซึ่งทั้งสามเป็นตัวแปรหลักในการออกแบบโครงจักรยานบนพื้นฐานความรู้ทางด้านชีวกลศาสตร์และการยศาสตร์ [17]

- พารามิเตอร์โครงจักรยานสำหรับการขี่ตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างอาน มือจับและการเหยียบมีผลกระทบมากในการขี่ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การขี่จักรยานสบายทำให้เกิดความสมดุลไปยังโครงจักรยาน และการเริ่มปั่นจักรยานรอบแกนทั้ง 3 ตำแหน่งที่ถูกกำหนดไว้ตามตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างอาน ที่ตำแหน่ง A ตัวยึดด้านล่างที่ตำแหน่ง B และจุดกึ่งกลางจากมือจับที่ตำแหน่ง C ตามที่แสดงในรูปที่ 3.10 ตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างที่จับ และอานมีผลต่อลำตัวของผู้ขับขี่ซึ่งเป็นการแสดงการเคลื่อนที่ของกระดูกสันหลังรวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งเท้าเหยียบ และอานมีผลต่อการลดความตึงเครียดของกล้ามเนื้อขาในระหว่างการการขี่จักรยาน

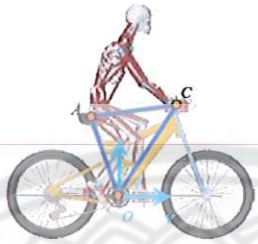
รูปที่ 3.10: ตำแหน่งทั้ง 3 ที่เป็นหัวใจของจักรยาน [17]



- แบบจำลองการขี่จักรยาน รูปแบบขี่จักรยานที่เป็นระบบรูปแบบการขับขี่รถจักรยานที่เป็นระบบเป็นสิ่งจำเป็นที่จะหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทั้งสามตำแหน่งที่เป็นหัวใจของโครงจักรยานตามมาตรฐานของมิติของมนุษย์รูปแบบการขับขี่ที่มีความสูงจาก 1600 มิลลิเมตร สร้างขึ้นโดยซอฟแวร์ LifeMOD เป็นสามมิติ ส่วนรูปแบบของจักรยาน สร้างขึ้นโดยซอฟต์แวร์ Pro /E ยางยืดแขนถูกนำมาใช้ในการเชื่อมต่อกับมือมนุษย์ การจัดการสะโพกของมนุษย์ อานเท้ามนุษย์ และเท้าเหยียบจักรยานแบบไดนามิคได้รับการพัฒนาในซอฟแวร์ Adams ซึ่งในแกนของตัวยึดที่ด้านล่างถูกกำหนดให้เป็นการกำเนิดพิกัดภายในตามที่แสดงในรูป 3.11

- ทฤษฎีการออกแบบตำแหน่งทั้งสามที่เป็นหัวใจของจักรยาน โครงสร้างของกระดูกสันหลังของมนุษย์จะถูกแสดงในรูปที่ 3.12 และเส้นโค้งที่เอวในท่าต่างๆ แสดงในรูปที่ 3.13 ในรูปที่ 3.13 เส้นโค้ง B แสดงให้เห็นสภาพธรรมชาติของการดัดกระดูกสันหลังของมนุษย์เมื่อร่างกายมนุษย์ที่

รูปที่ 3.11: รูปแบบของผู้ขับขี่รถจักรยาน [17]



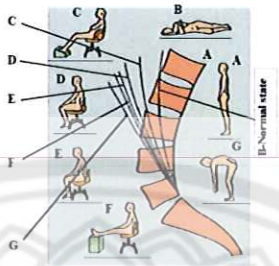
อยู่ในท่าทางที่ขี้เกียจเส้นโค้ง C แสดงให้เห็นท่านั่งที่ซึ่งกระดูกสันหลังของมนุษย์เป็นที่ใกล้เคียงที่สุดในลักษณะที่เป็นธรรมชาติเส้นโค้งอื่นๆ ระบุเหตุการณ์ที่กดดันของแผ่นกระดูกสันหลังจะไม่กระจายตามปกติ ดังนั้นร่างกายเป็นที่สบายที่สุดเมื่อกล้ามเนื้อหลังอยู่ในสภาพการผ่อนคลายเมื่อกระดูกสันหลังเป็นในลักษณะธรรมชาติ และร่างกายมนุษย์เป็นท่านั่งในระหว่างการขี่จักรยาน

รูปที่ 3.12: โครงสร้างของกระดูกสันหลังของมนุษย์ [17]

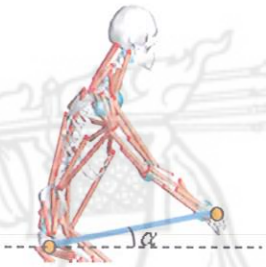
ตามทฤษฎีของการยศาสตร์ส่วนใหญ่ท่าทางการขี่จักรยานที่สะดวกสบายเกิดขึ้นเมื่อมุมระหว่างแขนและหน้าอกคือ 50 องศา ระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างอาน มือจับ มุมที่อยู่ระหว่างแนวนอนเส้นการ เชื่อมต่อมือจับและอาน ในรูปที่ 3.14 ดังนั้น ผู้ขับขี่ที่มีความสูงจาก 1600 มิลลิเมตร = 10.2 องศา

ผู้ขี่ให้พลังงานกับรถจักรยานมากจะทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อสำหรับผู้ขี่มีบทบาทสำคัญมากในระหว่างการขี่ และทำให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อกล้ามเนื้อเมื่อยล้าก็จะทำให้กำลังของกล้ามเนื้อแขนขาลดลง ความเครียดมีขนาดเล็กลงค่านี้เป็นที่น่าทึ่งเมื่อเทียบกับความเหนื่อยล้าสามารถหาได้จากการรวมกำลังสองของความเครียดของกล้ามเนื้อสามารถแสดงเป็นได้

รูปที่ 3.13: เส้นโค้งที่เอวในท่าต่างๆ [17]



รูปที่ 3.14: มุมที่อยู่ระหว่างแนวนอนและเส้นการเชื่อมต่อมือจับและอาน = 10.2 ° [17]



ดังนี้

$$J = \sum \sigma^2 = \sum_i \frac{F_i{}^2}{s_i} \tag{3.1}$$

J คือ ผลรวมกำลังสองของความเครียดของกล้ามเนื้อ
s คือ ความเครียดของกล้ามเนื้อ
Fi คือ แรงตึงของกล้ามเนื้อ
Si คือ บริเวณทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ

โดยกล้ามเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ กล้ามเนื้อสะโพก โครงกระดูกกล้ามเนื้อ ลูกหนู สำหรับผู้ขี่จะมีตำแหน่งทั้ง3 แตกต่างกันจะให้ผลที่แตกต่างกัน ตำแหน่งทั้ง 3 จุดที่สอดคล้องกับค่า J น้อยที่สุด ตำแหน่งนั้นคือตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ขี่

3.1.4 การสร้างจักรยาน

จากการศึกษาพบว่าการเลือกจักรยานให้เหมาะสมกับความสูงผู้ใช้มีส่วนสำคัญในการขี่จักยาน เพื่อเป็นการลดความเมื่อยล้าขณะปั่นและทำให้การทรงตัวการปั่นจักรยานไปข้างหน้าได้ดีมากขึ้น

- **ขนาดตัวถังจักรยานเลือกเป็นแบบเฟรมเสือภูเขาเพราะเฟรมเสือภูเขาเหมาะกับการขี่ที่หลากหลาย และเลือกใช้ สแตนเลส เบอร์ 304 เป็นวัสดุในการทำ เนื่องจากสแตนเลสมีคุณสมบัติรับแรงต่างๆ ได้ดีมีความแข็งแรง ยืดตัวสูง แม่เหล็กดูดไม่ติด ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี น้ำหนักเบา หาซื้อง่าย ไม่เกิดสนิม สะดวกในงานสร้างประกอบขึ้นรูป และการดูแลรักษาค่อนข้างง่าย และเลือกไซด์จักรยาน** เสือภูเขาขนาด 17 นิ้วในการทำขนาดตัวถัง ซึ่งเหมาะสมกับผู้ที่มีความสูง 168-178 เซนติ เมตร วิธีการปั่นจักรยานทำโดยการคร่อมตรงกลางของท่อบนจักรยาน ขณะยืนบนพื้นราบ ช่วงห่างระหว่างสุดเป้ากางเกงกับท่อนบนอยู่ประมาณ 2 นิ้ว เพราะสามารถปรับอานให้สูงพอดีได้โดยไม่เกินความยาวของหลักอาน และช่วงความยาวของของตัวถังก็จะเอื้ออำนวยให้ช่วงจับแฮนด์เป็นไปอย่างเหมาะสม

- เบาะเลือกเบาะที่ทำด้วยเจล แบบกึ่งผู้หญิง ทำให้นั่งสบายและเหมาะสมสำหรับผู้หญิงและชาย หลักอานเลือกแบบปรับความสูงได้โดยอาศัยสายรัดเพื่อทำให้บุคคลที่มีความสูงแตกต่างกันมีการนั่งและขี่จักรยานได้ดีมากขึ้น ระดับความสูงของอานเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการช่วยให้การปั่นจักรยานมีประสิทธิภาพ วิธีปรับความสูงของอานมีอยู่หลายวิธี เช่น ต้องทำวัดออกเป็นตัวเลข มีสูตรในการคำนวณคือ 0.888 เป็นตัวคูนได้สมาการ คือ

  ความสูงของอาน = ความยาวของขาด้านใน x 0.888

  โดยการวัดจากจุดกึ่งกลางของกะโหลกถึงหลักอานตัวเลขที่ได้ก็เอาไปตั้งความสูงของอานแล้วลองปั่น และต้องปรับความสูงของอานหรือลดลงให้ต่ำ ให้เหมาะสมกับพื้นผิวรองเท้าที่ใช้ในเวลานั้น ถ้าปั่นแล้วรู้สึกว่าสะโพกส่ายไปมา แสดงว่าอานสูงเกินไป สังเกตได้อีกคือในขณะที่ปั่นถึงจังหวะต่ำสุด หัวเข่าควรงอเล็กน้อยเป็นมุมประมาณ 150-160 องศาเพื่อช่วยทรงตัวให้รับแรงกระแทกขณะตกหลุม การปรับระยะหน้า - หลักของอานและมุมเอียง ปรับเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการปั่นสูงสุด วิธีการนี้ก็คือ ขึ้นไปนั่งบนอานที่รถอยู่กับที่ หาผู้ช่วยมาจับรถไม่ให้ล้ม สวมรองเท้าจักรยานที่ใส่ในการขี่เป็นประจำ วางปลายเท้าไว้บนลูกบันไดให้โคนหัวแม่เท้าอยู่กึ่งกลางลูกบันไดในตำแหน่งที่ลูกบันไดขนานกับพื้น ปลายหัวเข่าจะทำเป็นมุม 90 องศากับลูกบันได ผลกระทบต่อการตั้งอานคือ ถ้าตั้งในตำแหน่งค่อนข้างไปข้างหน้าจะช่วยให้รอบการปั่นสูง ถ้าตั้งอานค่อนมาข้างหลังก็ช่วยให้กำลังกดในจานหน้าได้ดีขึ้น

- **ลูกบันไดทำจากสแตนเลส เพื่อความแข็งแรงและง่ายต่อการบำรุงรักษาในระยะยาว ตำแหน่งเท้าบนลูกบันได เมื่อปั่นจักรยานแล้วต้องปั่นด้วยปลายเท้า ไม่ใช่ส่วนกลางของเท้า แต่ถ้าปั่นด้วยปลายเท้ามากไปจะทำให้ปวดกล้ามเนื้อเท้าและน่อง ตำแหน่งที่พอดีคือ ให้หัวแม่เท้าตกลงประมาณแกนลูกบันได ความยาวขาบันได ใช้ขนาดความยาว 170 มิลลิเมตร เพราะแปรผันตามความสูงของผู้ใช้**

ตารางที่ 3.3: ความสูงของอาน

ความยาวช่วงขาด้านใน (เซนติเมตร)	ความสูงของอาน (เซนติเมตร)
51	45.28
52	46.17
53	47.06
54	47.95
55	48.84
56	49.72
57	50.61
58	51.50
59	52.39
60	53.28
61	54.16
62	55.05
63	55.94
64	56.83
65	57.72
66	58.60
67	59.49
68	60.38
69	61.27
70	62.16
71	63.04
72	63.93
73	64.82
74	65.71
75	66.6
76	67.48
77	68.37
78	69.264
79	70.15
80	71.04
81	71.92
82	72.81
83	73.70

เพราะจะมีผลต่อการปั่นในทางทางเรียบและขึ้นเขา

- สัดส่วนการควบคุมการปั่นจักรยาน พื้นที่ส่วนนี้ควรกว้างขวางพอที่จะให้เคลื่อนไหวได้สะดวกขณะนั่งขี่ทางไกลหรือจะลุกขึ้นยืนโยกก็ไม่ติดขัด ท่านั่งที่ถูกคือขาหลังจะต้องงอเล็กน้อย และเสาแฮนด์ไม่ยาวยาวเกินไป ระยะที่พอดีคือเมื่อยืดแขนสุดแล้วถอยหลังได้สุดอาน เพื่อถ่ายน้ำหนักตัวตอนขี่ลงเขาได้

- แฮนด์จักรยานเลือกเป็นแบบจักรยาน BMX ใช้วัสดุเป็นอะลูมิเนียม เนื่องจากมีน้ำหนักเบามากกว่าเหล็ก และสแตนเลสทำให้การบังคับทิศทางง่าย และส่วนของคอแฮนด์เลือกใช้แบบที่ปรับองศาได้ เพื่อให้เกิดความยืนหยุ่นกับบุคคลที่มีระยะเอื้อม และบุคคลความสูงน้อยกว่า 168 เซนติเมตรและบุคคลที่มีความสูงมากกว่า 178 เซนติเมตร และทำมุม 8 องศา ให้รับกับแนวแขนก็จะทำให้ข้อมือที่จับแฮนด์เป็นธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ความกว้างของแฮนด์ จะเท่ากับ 25 เซนติเมตร หรือความกว้างของไหล่เป็นตัวกำหนด

- เบรก ใช้แบบวีเบรก ทำจากสแตนเลส ตำแหน่งเบรกให้เข้ากับข้อมือในแนวตรง เพื่อประสิทธิภาพในการเบรก และลดความอ่อนล้าของกล้ามเนื้อ เบรกมีหน้าที่สำหรับชะลอความเร็ว และไว้หยุดการเคลื่อนไหวของจักรยาน เบรกด้านหน้าจะมีบทบาทสำคัญกว่าเบรกล้อหลัง เนื่องจากเวลาเบรก น้ำหนักส่วนใหญ่จะตกลงที่ล้อหน้า ล้อหน้าจึงมีความสำคัญต่อการเบรกมากกว่าล้อหลัง แต่การออกแรงเบรกที่ล้อหน้าแต่เพียงล้อเดียว ก็อาจจะส่งอันตรายได้ง่าย โดยเฉพาะในเวลาที่ออกแรงเบรกอย่างแรง ล้อหน้าอาจจะล็อก ทำให้เกิดการตีลังกาข้ามจักรยานได้ การใช้เบรกล้อหลังประกอบ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญไม่น้อย การเริ่มต้นใช้เบรกนั้น เริ่มต้นด้วยการหัดเลี้ยงเบรก เรียนรู้สัดส่วนของแรงเบรกล้อหน้า และล้อหลัง ให้ความสำคัญกับการเบรกที่ล้อหน้าไว้เสมอ เพราะการเบรกที่ล้อหลังจะให้เกิดอาการล้อหลังล็อค ลากเป็นทางแต่ก็ยังควบคุมรถได้ แต่สำหรับล้อหน้าหากเบรกแรงเกินไปในพื้นที่ฝืดพอ ก็อาจจะเกิดล้อล็อค ตีลังกา แต่ถ้าหากเป็นพื้นที่ลื่นหรือขณะกำลังเข้าโค้ง ก็อาจเกิดอา การหน้าแฉลบล้มได้ง่าย

- อะไหล่จักรยานใช้วัสดุที่ทำจากสแตนเลส เนื่องจากสแตนเลส มีสมบัติอยู่ในระดับกลางๆของอะไหล่ทั่วไปที่ใช้ทำจักรยาน สามารถใช้ได้ในระยะยาวรวมถึงง่ายต่อการดูแลรักษา

- ส่วนของล้อเลือกแบบ 32 รูขอบล้อจะมีตาไก่เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ยางในและยางนอกขนาด 26×1.75 นิ้ว รับน้ำหนักได้ 599 ปอนด์ ยางนอกมีดอกยางใหญ่มีดอกอยู่ช่วงกลางหน้ายาง หน้าสัมผัสน้อยเพื่อลดแรงเสียดทาน เป็นการเหมาะสำหรับทางเรียบ ทางยางมะตอยและรับน้ำหนักได้

ตารางที่ 3.4: ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ทางเลือกพร้อมวัสดุที่ใช้ทำและต้นทุน

	ชิ้นส่วน	จำนวน(ชิ้น)	วัสดุ(ต้นแบบ)	ต้นทุน(บาท)	จำนวน(ชิ้น)	วัสดุ(ทางเลือก)	ต้นทุน(บาท)
1	เฟรม	1	สแตนเลส	5500	1	เหล็ก	2500
2	วงล้อ	1	สแตนเลส	1300	1	เหล็ก	600
3	ซี่ลวด	2	สแตนเลส	370	2	เหล็ก	180
4	แฮนด์	1	อะลูมิเนียม	300	1	เหล็ก	200
5	โซ่จักรยาน	1	สแตนเลส	140	1	เหล็ก	90
6	ยางนอก	2	ยาง	350	2	ยาง	350
7	ชุดกะโหลก	1	สแตนเลส	250	1	เหล็ก	180
8	บันได	2	สแตนเลส	350	2	เหล็ก	240
9	ยางใน	2	ยาง	130	2	ยาง	130
10	ดุมหน้า-หลัง	2	สแตนเลส	440	2	เหล็ก	300
11	ปลอกมือ	2	ฟองน้ำ	130	2	พลาสติก	90
12	คอแฮนด์	1	พลาสติก	370	1	พลาสติก	370
13	เฟืองหลัง	1	สแตนเลส	170	1	เหล็ก	90
14	ชุดถ้วยคอ	1	สแตนเลส	220	1	พลาสติก	180
15	หลักอาน	1	สแตนเลส	250	1	เหล็ก	190
16	อาน	1	เจล	480	1	ฟองน้ำ	450
17	มือเบรก	2	พลาสติก	350	2	พลาสติก	350
18	สายเบรก	2	สแตนเลส	200	2	เหล็ก	120
19	ขาตั้ง	1	สแตนเลส	250	1	เหล็ก	150
20	ตัวรัดหลักอาน	1	อะลูมิเนียม	250	1	เหล็ก	90
21	ชุดจาน	1	สแตนเลส	900	1	เหล็ก	750
22	วีเบรก	2	สแตนเลส	350	2	เหล็ก	300
รวม				13050			7680

3.1.5 การประเมินต้นทุนของจักรยานต้นแบบและวัสดุทางเลือก

จากการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาสร้างจักรยานต้นแบบ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการประเมินราคาวัสดุ และวัสดุทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนได้ สรุปได้ดังตารางที่ 3.4 และทำการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของวัสดุที่เลือกใช้กับวัสดุทางเลือก ดังแสดงในตารางที่ 3.5

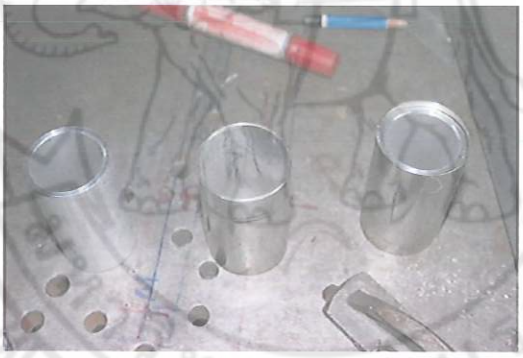
3.1.6 รูปขั้นตอนการจัดทำจักรยานต้นแบบ

ขั้นตอนการสร้างจักรยานต้นแบบเพื่อนำมาใช้ในโครงการจักรยานระบบแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร แสดงได้ดังรูปต่อไปนี้

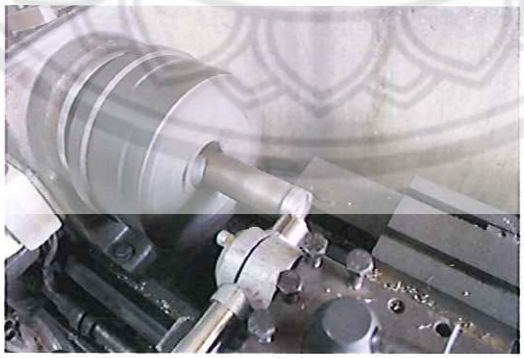
ตารางที่ 3.5: ข้อดีข้อเสียของผลิตภัณฑ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ทางเลือกพร้อมวัสดุที่ใช้ทำพร้อมต้นทุน

	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	ผลิตภัณฑ์ทางเลือก
	สแตนเลส เบอร์ 304	เหล็กกล้าคาร์บอนสูง
ข้อดี	- ไม่เกิดสนิม - สะดวกในงานสร้างประกอบ หรือขึ้นรูปทั่วไปได้ดีมาก - ความแข็งแรงและมีความยืดตัวสูงกว่าเหล็ก 1-2 เท่า - น้ำหนักเบา - หาซื้อง่าย - ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี - ดูแลรักษาง่าย	- ไม่แข็งกระด้าง - รับน้ำหนักได้ดี - ชุบแข็งได้ดี - ราคาถูก - แข็งแรง
ข้อเสีย	- ราคาแพงกว่าเหล็กประมาณ1-2 เท่า	- มีน้ำหนักมาก - ยากในการดูแลรักษา เช่น เป็นสนิมง่าย - หาซื้อยาก - เปราะ

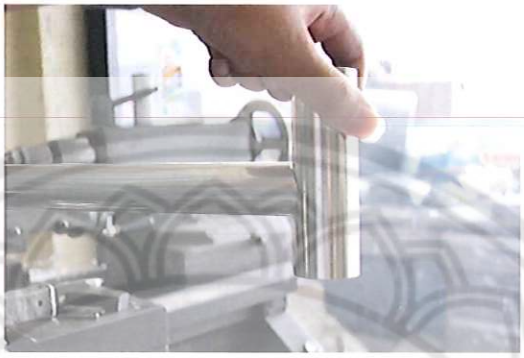
รูปที่ 3.15: การทำกะโหลกจักรยานต้นแบบ



รูปที่ 3.16: การกลึงท่อสแตนเลส

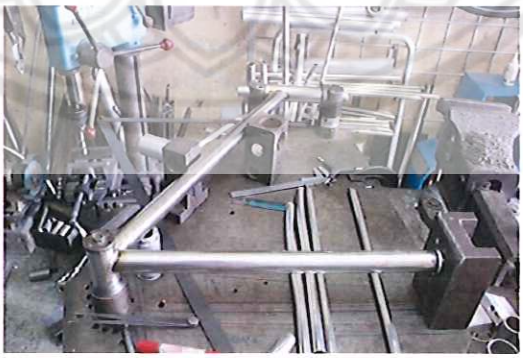


รูปที่ 3.17: การเทียบขนาด

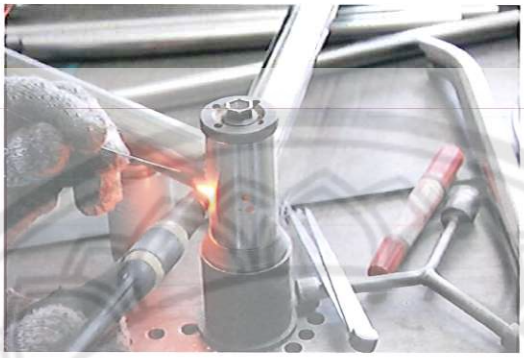


รูปที่ 3.18: นำคอจักรยาน กะโหลก และท่อนั่งมาตั้งบนจิ๊ก

รูปที่ 3.19: นำท่อล่างมาประกอบกับกะโหลกและคอแฮนด์



รูปที่ 3.20: เชื่อมทิก



รูปที่ 3.21: เฟรมที่เชื่อมทิกเสร็จแล้ว

รูปที่ 3.22: จักรยานเสร็จสมบูรณ์

บทที่ 4

การออกแบบโครงสร้างทางสถาปัตย์และสัญลักษณ์สำหรับใช้ในระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ในการออกแบบระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จำเป็นที่จะต้องทำการออกแบบสัญลักษณ์ที่มีความเป็น เอกลักษณ์ บ่งบอกถึงความเป็นมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำให้นิสิต บุคคลากรและบุคคลทั่วไปได้มองเห็นได้อย่างชัดเจนและสื่อ ความหมายได้อย่างที่ผู้ออกแบบต้องการ ในส่วนของสถานีจะทำการออกแบบให้มีอัตลักษณ์ที่ชัดเจน ใช้งานได้อย่างสะดวก ประหยัดทรัพยากรและพลังงานให้มากที่สุด ในขั้นตอนการออกแบบมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

4.1 การออกแบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของสถานีจอดจักรยาน

การออกแบบสถานีจอดจักรยานแบ่งปันอาศัยหลักการมีแนวความคิดในการออกแบบจากอาคารไม้ในแถบเอเชียเขตร้อน เน้น รูปทรงและวัสดุที่ดูกลมกลืนกับธรรมชาติ ใช้ไม้เป็นวัสดุหลักและ ใช้สีวัสดุเช่นเหล็กกระเบื้อง และเพิ่มความเป็นมิตรต่อสิ่ง แวดล้อมโดยนำแผงโซล่าเซลล์มาใช้เป็นพลังงานสำรองสำหรับแสงไฟของจุดจอดจักรยานตอนกลางคืน ตู้ยืมคืนใช้สีแนวทาง เดียวกับงานออกแบบตราสัญลักษณ์และมาสค็อต นำโลโก้และมาสค็อตมาเน้นย้ำความจดจำและดึงดูดความสนใจ

4.2 การออกแบบสัญลักษณ์ที่ใช้จักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

แนวคิดในการออกแบบตราสัญลักษณ์ มีแนวความคิดเรื่องการนำเอาลักษณะทางกายภาพที่สำคัญหลักๆ ของโครงการ คือจักรยานมาเน้นย้ำในตราสัญลักษณ์ เมื่อ มองเห็นในทันที และนำมาใช้ร่วมกับตัวอักษรย่อของชื่อโครงการ คือ nubs ซึ่งมาจากคำว่า Naresuan University Bike Sharing โดยคำว่า nubs นั้น ตัวอักษร u และ b ออกแบบให้มีรูปทรงเป็นตัวจักรยาน เพื่อสร้างความจดจำ ใช้การออกแบบ ตัวอักษรที่เรียบง่าย เน้นให้ความรู้สึกเมื่อมองเห็นแบบร่วมสมัย ใหม่ และดูเป็นมิตรในส่วนโค้งมน สร้างความดึงดูด

สายตา และย้ำจุดสำคัญของโครงการด้วยรูปจักรยาน สีที่ใช้นำสีประจำมหาวิทยาลัยคือสีส้ม-เทามาใช้ และสีเขียวโทนธรรมชาติเข้า มาร่วมในตัวอักษร s เพื่อเสริมแนวคิดของโครงการที่เป็นเรื่องระบบขนส่งแบบพลังงานสะอาดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติ ตราสัญลักษณ์ที่ออกแบบแสดงได้ดังรูปที่

รูปที่ 4.1: ตราสัญลักษณ์ของระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

การออกแบบตัวนำโชค (Mascot) ตัวนำโชค การ์ตูนสัญลักษณ์โครงการ เพื่อช่วยในเรื่องการประชาสัมพันธ์โครงการ แนวความคิดในการออกแบบ นำ สัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัยที่สำคัญ ในตราสัญลักษณ์ประจำที่ใช้อยู่ คือช้างทรงพระนเรศวร นำมาใช้ออกแบบให้มีความ เรียบง่าย เป็นมิตรโดยใช้รูปทรงกลมมนทั้งหมด เพื่อสร้างความจดจำ ให้แสดงท่าทางขี่จักรยาน โดยนำสีประจำมหาวิทยาลัย มาใช้โดยการปรับโทนและค่าสีให้เหมาะสมกับงาน และสามารถนำมาใช้ในสื่อประชาสัมพันธ์อื่นๆ เช่น แอนิเมชั่น ประชาสัมพันธ์โปสเตอร์ แบนเนอร์ สื่ออินเตอร์เน็ต และอื่นๆ ตัวนำโชคที่ออกแบบแสดงได้ดังรูปที่

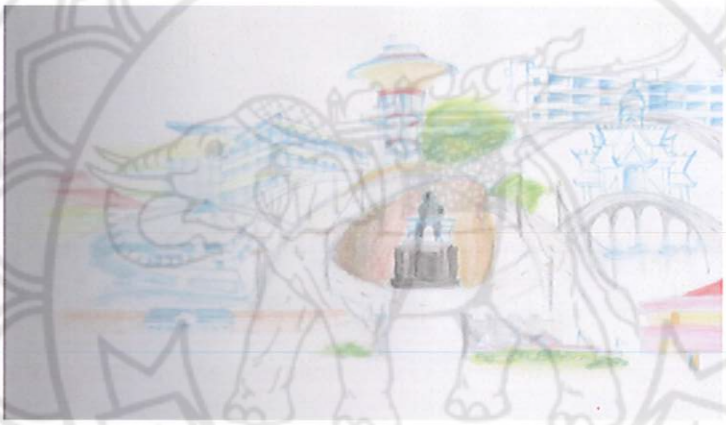
รูปที่ 4.2: ตัวนำโชคของระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

4.3 การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์

ในการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ ได้แบ่งการจัดทำเป็นขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 Pre-Production คือ ขั้นตอนก่อนกระบวนการผลิต อันได้แก่ การคิดหัว ข้อเรื่อง การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ การออกแบบในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว Motion Graphic Character ของตัวการ์ตูน รวมไปถึงการออกแบบฉากประกอบและเสียงและเกมฝึกทักษะ ในขั้นตอนแรกของการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ ได้มีการพิจารณาข้อมูลเพื่อกำหนดรูปแบบการนำเสนอ กำหนด Character ,Scene, Story Board, Color, Mood Tone, Concept, Style

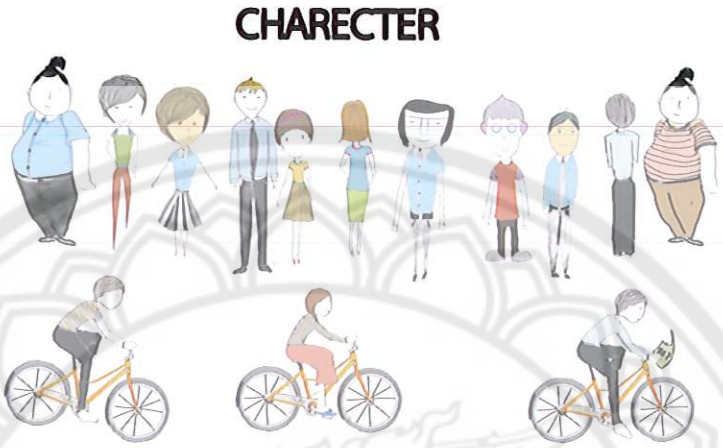
รูปที่ 4.3: งานสเก็ตการออกแบบองค์ประกอบโดยรวม



รูปที่ 4.4: การออกแบบภาพประกอบสถานที่โดดเด่นภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

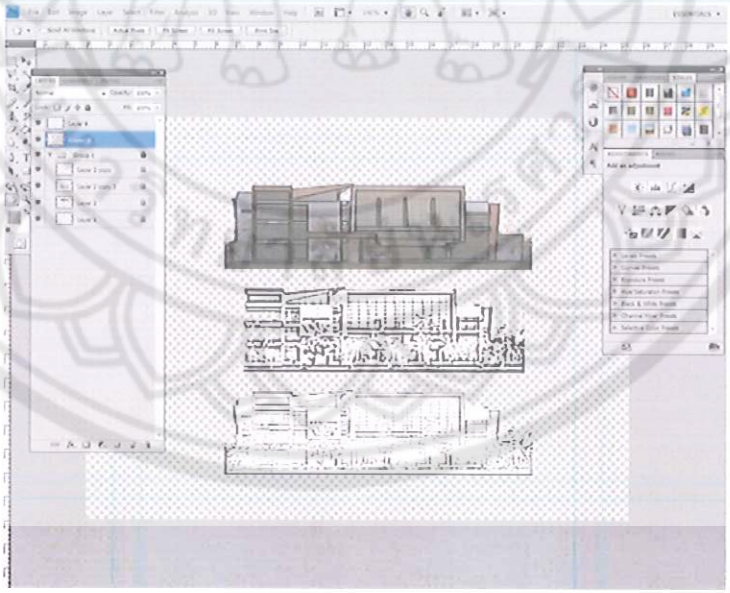
- ขั้นตอนที่ 2 Production คือ ส่วนของกระบวนการผลิตสื่อที่เป็นภาพเคลื่อนไหว โดยนำเนื้อหาที่วางแผนไว้ขึ้นมา นำมาสร้างตัวละคร,ฉาก,องค์ประกอบทั้งหมดโดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator และ Adobe Photoshop ในการออกแบบ และลงรายละเอียด เช่น การทดลองวาดตัวละคร

รูปที่ 4.5: การออกแบบตัวละครเพื่อใช้วิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้ทำสื่อประชาสัมพันธ์



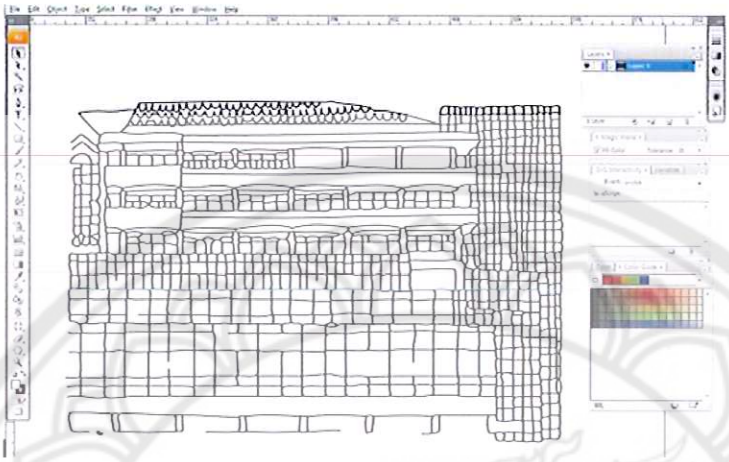
เพื่อนำมาใช้ให้เหมาะแก่วัยที่อยู่ในช่วงของนักศึกษา การหาลายเส้นที่ดูเรียบง่าย การสร้างชิ้นงานไว้เพื่อที่จะนำไปเคลื่อนไหวในขั้นตอนต่อไป การลงสีตัวการ์ตูน ฉากให้มีความสวยงามน่าสนใจ หลังจากนั้นจึงนำมาสร้าง ภาพเคลื่อนไหว โดยใช้โปรแกรม Adobe After Effects

รูปที่ 4.6: การหาลายเส้นที่น่าสนใจจากโปรแกรมและการสร้างภาพด้วยโปรแกรม Photoshop



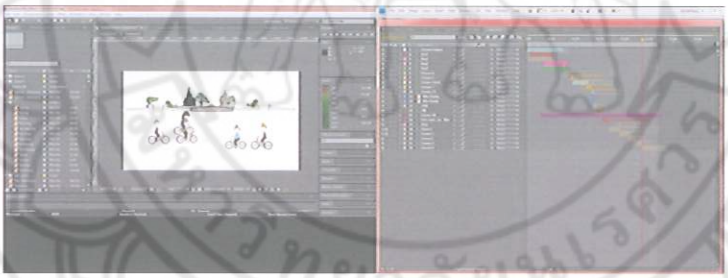
- ขั้นตอนที่ 3 Post-Production คือ กระบวนการตัดต่อทั้งภาพและเสียงให้มีความสมบูรณ์นำตัวละครและฉากที่ทำในแต่ละส่วน มาทำการตัดต่อภาพเคลื่อนไหวเพื่อดำเนินเรื่องราวตามหัวข้อ

รูปที่ 4.7: การหาลายเส้นที่น่าสนใจจากโปรแกรมและการสร้างภาพด้วยโปรแกรม Illustrartor

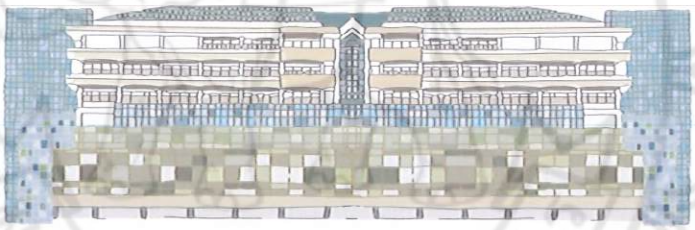


เรื่องและนำ Sound Effect มาตัดต่อให้มีความสอดคล้องกัน โดยใช้โปรแกรม Adobe Premiere Pro ในการตัดต่อและ Render จนเสร็จสมบูรณ์

รูปที่ 4.8: การทำภาพเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรม After Effects



รูปที่ 4.9: ภาพวาดตามแบบที่ถ่ายจริงและลงสีตาม Mood and tone ที่กำหนดเอาไว้



บทที่ 5

คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำหรับระบบจักรยานแบ่งปัน

ในการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร มีส่วนประกอบหลักในการทำงานแยกออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือในส่วนของระบบฐานข้อมูลซึ่งจะถูกวางไว้ในเซิร์ฟเวอร์กลางซึ่งเป็นเวปเซอร์วิส ส่วนของโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมสถานีจอดซึ่งเป็นวินโดว์แอพพลิเคชั่น และในส่วนของการบริหารจัดการระบบโดยรวมซึ่งเป็นเวปแอพพลิเคชั่น โดยการติดต่อสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับสถานีทำการติดต่อสื่อสารผ่านทางเวปเซอร์วิส ระบบทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.1 รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

5.1 ส่วนของโปรแกรมในเครื่องเซิรฟเวอร์

ในส่วนนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อยดังนี้

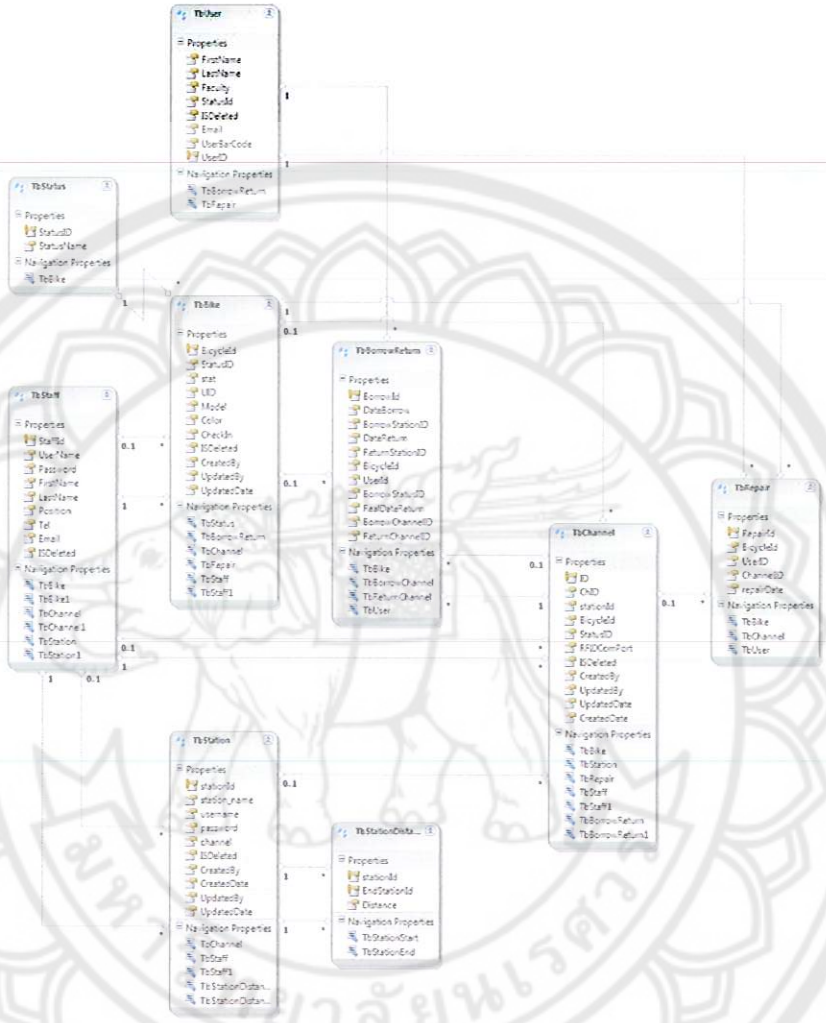
1. เวปแอพพลิเคชั่น ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการข้อมูลรถจักรยาน สถานี ผู้ใช้งาน ข้อมูลการยืม-คืน และการแจ้งซ่อม
2. เวปเซอร์วิส ทำหน้าที่ในการประมวลผลระบบยืม-คืน การแจ้งซ่อม สมัครสมาชิก โดยการทำงานของระบบการยืมแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 ระบบการคืนแสดงได้ดังรูปที่ 5.3 ระบบแจ้งซ่อมแสดงได้ดังรูปที่ 5.4

โดยทั้งสองส่วนนี้ จะทำการเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลนี้จะทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลตัวรถจักรยาน ข้อมูลของสถานีจอดแต่ละสถานี ข้อมูลการยืม-คืน การแจ้งซ่อม ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้งาน

5.2 ส่วนของโปรแกรมที่ติดตั้งที่สถานีจอด

ในส่วนของสถานีจอดจะทำการควบคุมระบบผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีโปรแกรมที่ประมวลผลผ่านทางวินโดส์แอฟพลิเคชั่นซึ่งพัฒนาบน Visual Studio 2010 ด้วยภาษา *C#* ทำหน้าที่ในการรับ ส่ง ข้อมูล

รูปที่ 5.1: ระบบสถานีจอดจักรยานระบบแบ่งปัน มหาวิทยาลัยนเรศวร

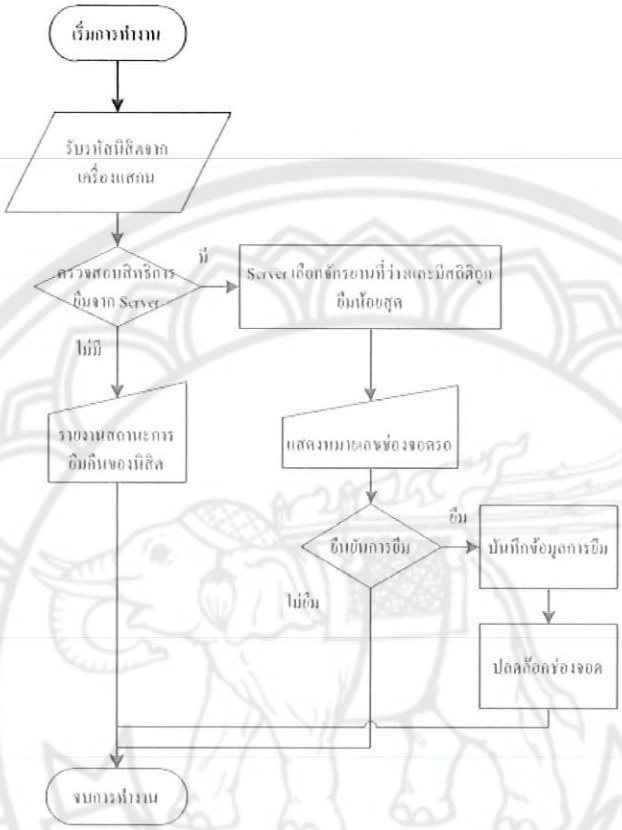


ระหว่างตัวสถานีกับจุดล็อคจักรยาน โดยจะมีการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ในจุดล็อคและในตัวสถานีเอง คือ ติดต่อกับตัวอ่าน RFID เพื่อรับข้อมูลของตัวจักรยาน ตัวอ่านบาร์โค้ดเพื่อรับข้อมูลของผู้ใช้งาน ติดต่ออุปกรณ์อินพุท เอาท์พุท เพื่อทำการปลดล็อคจักรยาน

โดยสรุปโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะมีความสามารถต่างๆ ดังนี้

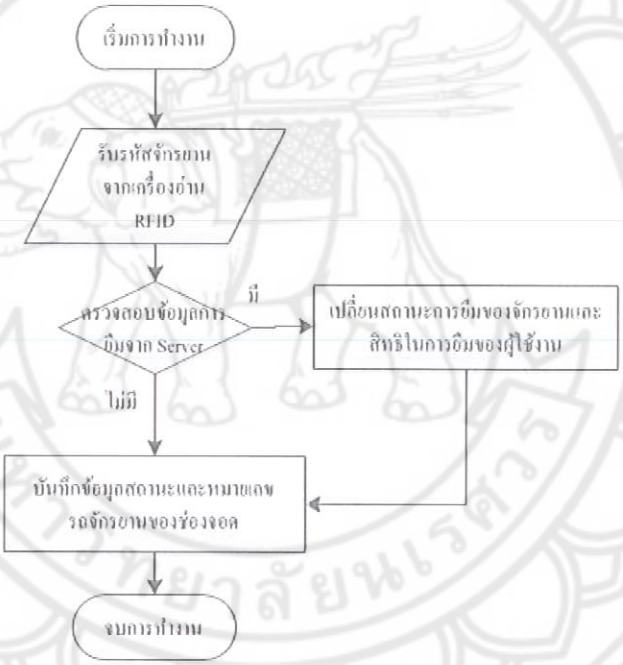
- สามารถยืมจักรยานอัตโนมัติ
- สามารถคืนจักรยานอัตโนมัติ
- สามารถแจ้งจักรยานเสีย

รูปที่ 5.2: ไดอะแกรมแสดงระบบการยืม

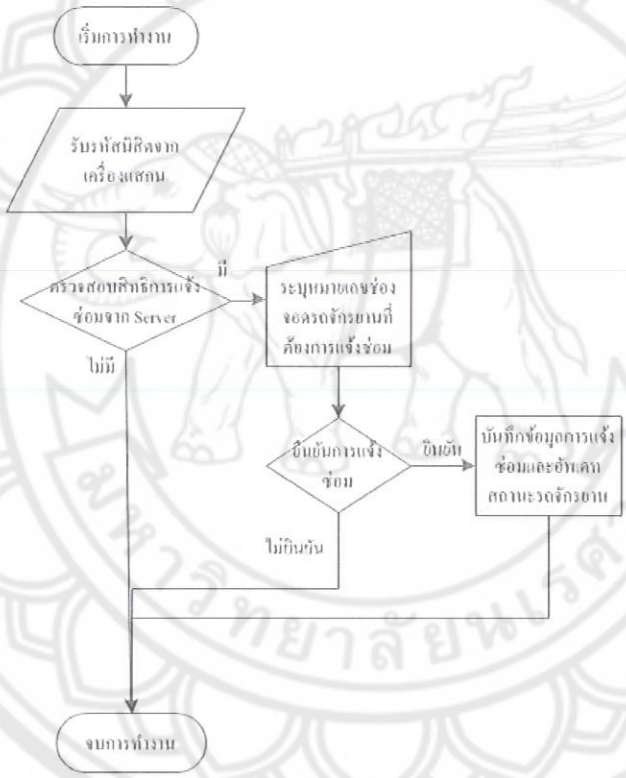


- สามารถเรียกดูสถานีใกล้เคียง เส้นทางเดินรถจักรยาน
- สามารถเรียกดูวีดีโอแนะนำการใช้งาน แผนที่และข้อมูลสถานี
- สามารถปรับสถานะจักรยาน (สำหรับเจ้าหน้าที่)
- สามารถย้ายจักรยาน (สำหรับเจ้าหน้าที่)
- สามารถเรียกดูรายงานต่างๆได้ (สำหรับเจ้าหน้าที่)

รูปที่ 5.3: ไดอะแกรมแสดงระบบการคืน



รูปที่ 5.4: ไดอะแกรมแสดงระบบการแจ้งซ่อม



บทที่ 5

คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำหรับระบบจักรยานแบ่งปัน

ในการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร มีส่วนประกอบหลักในการทำงานแยกออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือในส่วนของระบบฐานข้อมูลซึ่งจะถูกวางไว้ในเซิร์ฟเวอร์กลางซึ่งเป็นเวปเซอร์วิส ส่วนของโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมสถานีจอดซึ่งเป็นวินโดว์แอพพลิเคชั่น และในส่วนของการบริหารจัดการระบบโดยรวมซึ่งเป็นเวปแอพพลิเคชั่น โดยการติดต่อสื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับสถานีทำการติดต่อสื่อสารผ่านทางเวปเซอร์วิส ระบบทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.1 รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

5.1 ส่วนของโปรแกรมในเครื่องเซิรฟเวอร์

ในส่วนนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนย่อยดังนี้

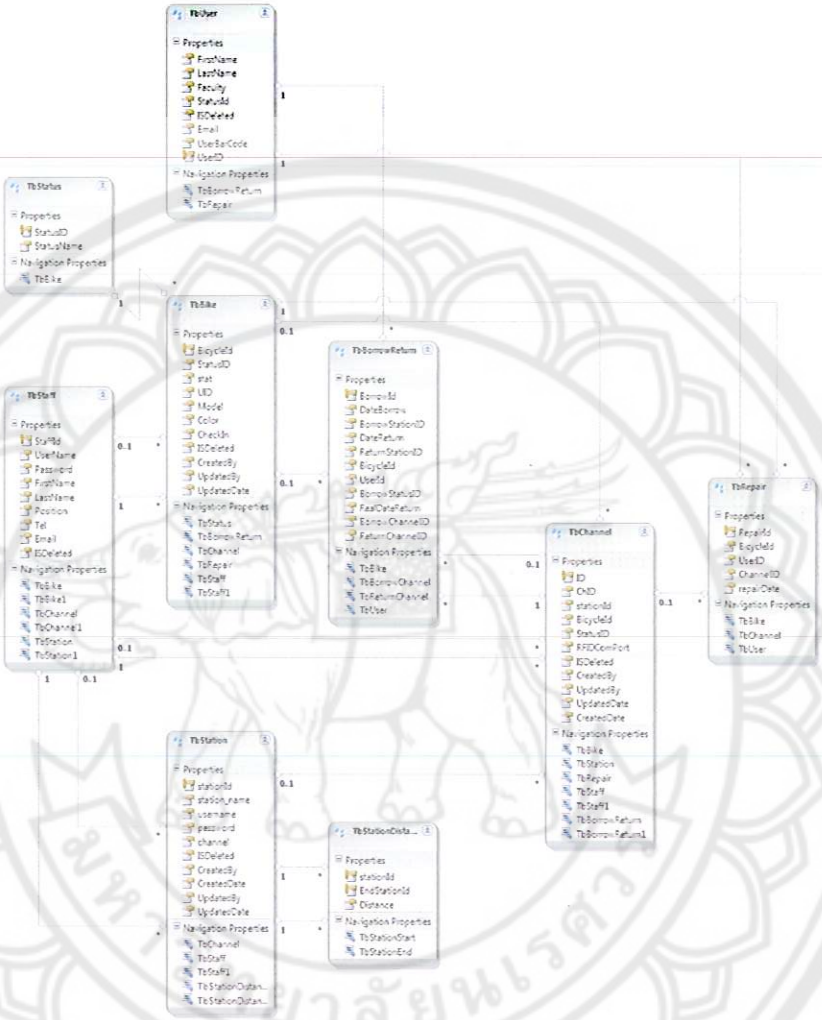
1. เวปแอพพลิเคชั่น ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการข้อมูลรถจักรยาน สถานี ผู้ใช้งาน ข้อมูลการยืม-คืน และการแจ้งซ่อม
2. เวปเซอร์วิส ทำหน้าที่ในการประมวลผลระบบยืม-คืน การแจ้งซ่อม สมัครสมาชิก โดยการทำงานของระบบการยืมแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 ระบบการคืนแสดงได้ดังรูปที่ 5.3 ระบบแจ้งซ่อมแสดงได้ดังรูปที่ 5.4

โดยทั้งสองส่วนนี้ จะทำการเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลนี้จะทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลตัวรถจักรยาน ข้อมูลของสถานีจอดแต่ละสถานี ข้อมูลการยืม-คืน การแจ้งซ่อม ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้งาน

5.2 ส่วนของโปรแกรมที่ติดตั้งที่สถานีจอด

ในส่วนของสถานีจอดจะทำการควบคุมระบบผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีโปรแกรมที่ประมวลผลผ่านทางวินโดส์แอฟพลิเคชั่นซึ่งพัฒนาบน Visual Studio 2010 ด้วยภาษา C# ทำหน้าที่ในการรับ ส่ง ข้อมูล

รูปที่ 5.1: ระบบสถานีจอดจักรยานระบบแบ่งปัน มหาวิทยาลัยนเรศวร

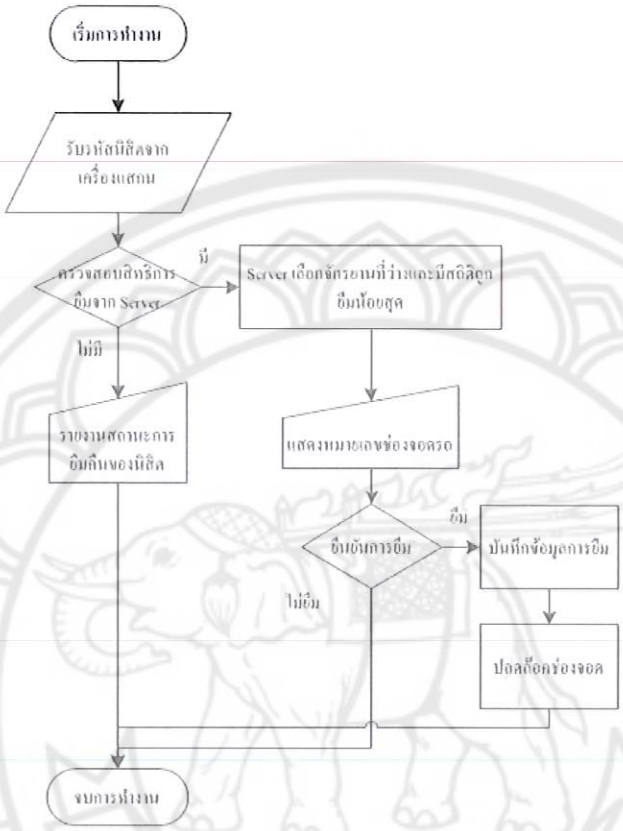


ระหว่างตัวสถานีกับจุดล็อคจักรยาน โดยจะมีการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ในจุดล็อคและในตัวสถานีเอง คือ ติดต่อกับตัวอ่าน RFID เพื่อรับข้อมูลของตัวจักรยาน ตัวอ่านบาร์โค้ดเพื่อรับข้อมูลของผู้ใช้งาน ติดต่ออุปกรณ์อินพุท เอาท์พุท เพื่อทำการปลดล็อคจักรยาน

โดยสรุปโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะมีความสามารถต่างๆ ดังนี้

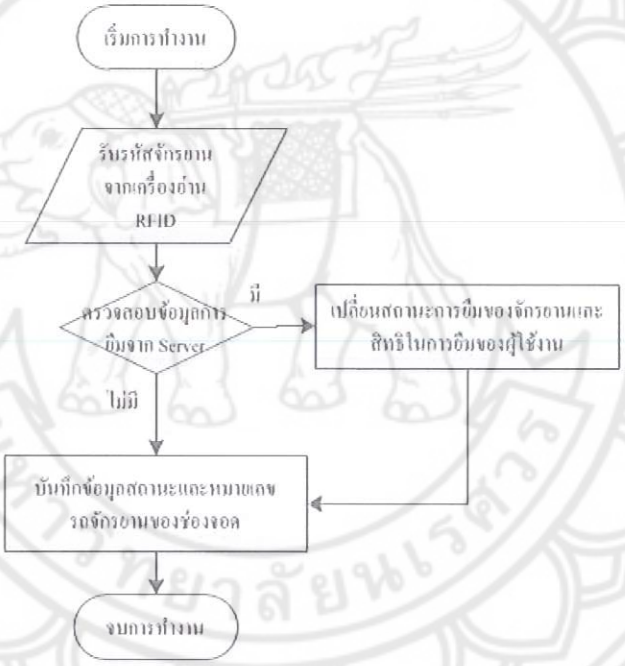
- **สามารถยืมจักรยานอัตโนมัติ**
- **สามารถคืนจักรยานอัตโนมัติ**
- **สามารถแจ้งจักรยานเสีย**

รูปที่ 5.2: ไดอะแกรมแสดงระบบการยืม

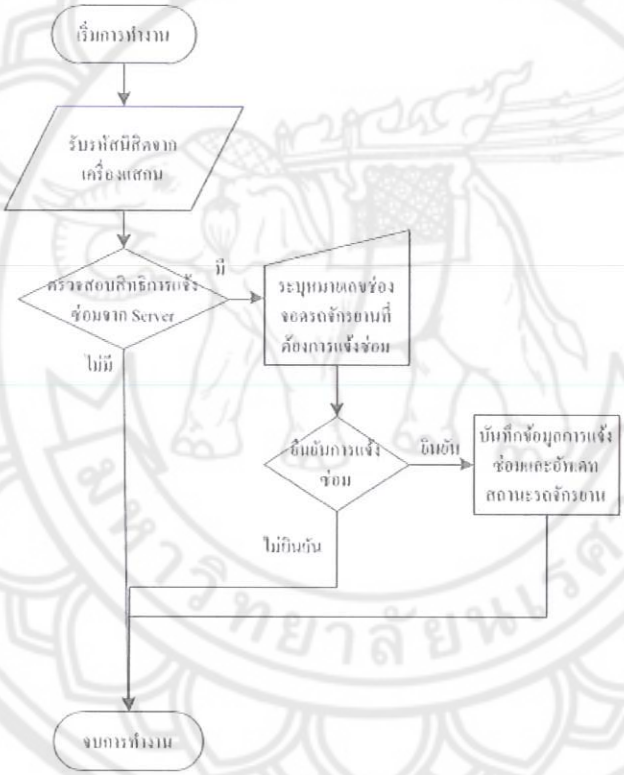


- สามารถเรียกดูสถานีใกล้เคียง เส้นทางเดินรถจักรยาน
- สามารถเรียกดูวีดีโอแนะนำการใช้งาน แผนที่และข้อมูลสถานี
- สามารถปรับสถานะจักรยาน (สำหรับเจ้าหน้าที่)
- สามารถย้ายจักรยาน (สำหรับเจ้าหน้าที่)
- สามารถเรียกดูรายงานต่างๆได้ (สำหรับเจ้าหน้าที่)

รูปที่ 5.3: ไดอะแกรมแสดงระบบการคืน



รูปที่ 5.4: ไดอะแกรมแสดงระบบการแจ้งซ่อม



บทที่ 6

การบริหารจัดการระบบจักรยานแบ่งปันภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

6.1 การวางผังเส้นทางจักรยานและตำแหน่งสถานีจอด

การกำหนดสถานีจอดจักรยานนั้นมีการพิจารณาในหลายๆด้าน เพื่อกำหนดสถานีให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งเมื่อกำหนดสถานีจอดจักรยานแล้วจึงกำหนดจำนวนจักรยานเพื่อให้สอดคล้องกับจำนวนสถานี

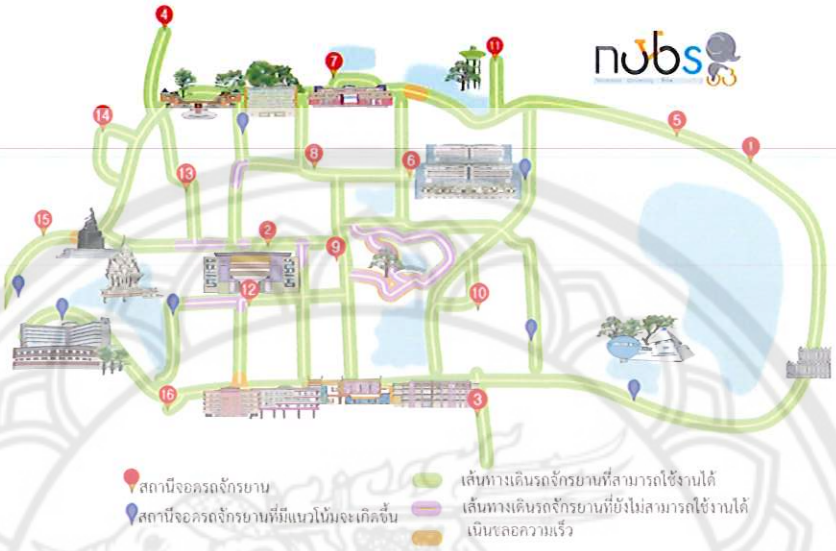
6.1.1 การกำหนดตำแหน่งสถานีจอดจักรยานระบบแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ตำแหน่งของสถานีได้ถูกกำหนดขึ้นจากปัจจัยหลายๆ ด้านประกอบกัน และยังปรึกษาผู้ที่มีความรู้เรื่องการกำหนดจำนวนสถานีเพื่อขอคำแนะนำในการกำหนดตำแหน่ง ประกอบการพิจารณากับปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ร่มเงาเพื่อยืดอายุการใช้งานของตัวสถานีและตัวจักรยาน อยู่ใกล้แหล่งไฟฟ้าเพราะตัวสถานีนั้นต้องใช้ไฟฟ้าในการดำเนินการระบบ ความหนาแน่นของนิสิตในตำแหน่งที่ตั้งของสถานี อยู่ภายในเส้นทางจักรยาน รวมถึงพิจารณาแผนระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เครือข่ายเส้นทางในมหาวิทยาลัย และพฤติกรรมการเดินทางในมหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีได้แล้ว จึงขอความอนุเคราะห์จาก อาจารย์บุญพล มีโชโย อาจารย์ภาควิศวกรรมโยธา ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในด้านการขนส่งการจราจร และมีงานวิจัยที่แสดงถึงผลงานด้านการขนส่งการจราจร ให้พิจารณาถึงความเหมาะสมในแต่ละตำแหน่งของสถานีจอด และได้มีการปรับแก้ไขตำแหน่งซึ่งสามารถสรุปเป็น 16 สถานี (ดังแสดงในรูปที่ 6.1) รายละเอียดของแต่ละสถานีแสดงอยู่ในรูปที่ 6.2 ถึง 6.17

6.1.2 การกำหนดจำนวนจักรยานภายในระบบ

ในการกำหนดจำนวนจักรยานนั้นจากการออกแบบระบบสถานีจอดมีการใช้อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารระหว่างตัวสถานีกับระบบล็อคโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอินพุต 16 ช่องสัญญาณจึงจัดทำตัวล็อคจักรยานทั้งหมด 16 ตัว

รูปที่ 6.1: รายละเอียดเส้นทางจักรยานและสถานีจอดของระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 6.2: ตำแหน่งที่ 1 สถานีจอดบริเวณด้านหน้าศูนย์อาหารหอพักนิสิตปี 1

ล็อคเพื่อให้มีการใช้งานอุปกรณ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถแบ่งออกเป็นช่องที่มีจักรยานที่พร้อมใช้งาน 12 คันใน 12 ช่อง และ 4 ช่องเพื่อรองรับผู้ใช้งานนำรถจักรยานมาจอด แต่จะมีบางสถานีที่มีผู้ใช้งานมาก คือสถานีอาคารเฉลิมพระเกียรติ และสถานีหอพักในนิสิตปี 1 จะมีพอร์ตรองรับ 48 พอร์ต หรือ 48 ช่องสถานี ดังนั้นจำนวนจักรยานทั้งหมดมีจำนวน 216 คัน ตอนเริ่มต้นระบบจะจอดจักรยานดังนี้ จอดที่หอพักนิสิตในมหาวิทยาลัย 40 คัน อาคารเฉลิมพระเกียรติ 8 คัน และสถานีอื่นๆ อีก 14 สถานีสถานีละ 12 คัน สาเหตุที่สถานีหอพักนิสิตในมหาวิทยาลัยมี 40 คัน และสถานีอาคารเฉลิมพระเกียรติมีรถจักรยานมี 8 คัน เพราะเป็นสถานีใหญ่ที่จะมีการใช้งานการยืมหนาแน่น สรุปจำนวนจักรยานตั้งต้นในแต่ละวันของสถานีได้ดังตารางที่ 6.1

รูปที่ 6.3: ตำแหน่งที่ 2 สถานีจอดบริเวณด้านหลังอาคารเรียนรวมเฉลิมพระเกียรติ

รูปที่ 6.4: ตำแหน่งที่ 3 สถานีจอดบริเวณลานจอดรถตึกมหาธรรมราชา

รูปที่ 6.5: ตำแหน่งที่ 4 สถานีจอดบริเวณบริเวณประตู 5

6.1.3 การวัดระยะทางระหว่างสถานี

จากการกำหนดจำนวนรถจักรยานและตำแหน่งสถานีจอดรถจักรยานแล้ว จึงทำการวัดระยะห่างของแต่ละสถานีจอดรถจักรยาน จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ และหาระยะทางที่ใกล้ที่สุด 3 อันดับเพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการทำงานของโปรแกรมในเรื่องของสถานีที่ใกล้ที่สุดจากสถานีที่ยืม ซึ่งได้ผลดังตาราง

รูปที่ 6.6: ตำแหน่งที่ 5 สถานีจอดบริเวณป้ายจอดรถโดยสารประจำทาง

รูปที่ 6.7: ตำแหน่งที่ 6 สถานีจอดบริเวณหน้าอาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์

รูปที่ 6.8: ตำแหน่งที่ 7 สถานีจอดบริเวณระหว่างอาคารกีฬาในร่มและสระว่ายน้ำ

ที่ ?? (สถานีใกล้เคียงอ่านจากตารางในแนวนอน)

- สีเหลือง แสดงถึงระยะทางที่ใกล้กับสถานีทางซ้ายมือมากที่สุด
- สีเขียว แสดงถึงระยะทางที่ใกล้กับสถานีทางซ้ายมืออันดับ 2

รูปที่ 6.9: ตำแหน่งที่ 8 สถานีจอดบริเวณด้านข้างคณะเกษตรศาสตร์

รูปที่ 6.10: ตำแหน่งที่ 9 สถานีจอดบริเวณระหว่างศูนย์หนังสือจุฬาฯและสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 6.11: ตำแหน่งที่ 10 สถานีจอดบริเวณหน้าอาคารเรียนรวมคณะวิทยาศาสตร์

- สีฟ้า แสดงถึงระยะทางที่ใกล้กับสถานีทางซ้ายมืออันดับ 3

รูปที่ 6.12: ตำแหน่งที่ 11 สถานีจอดบริเวณประตู 4

รูปที่ 6.13: ตำแหน่งที่ 12 สถานีจอดบริเวณระหว่างคณะเภสัชศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

รูปที่ 6.14: ตำแหน่งที่ 13 สถานีจอดบริเวณลานจอดรถอาคารปราบไตรจักร

6.2 ข้อมูลความต้องการและความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

การเก็บข้อมูลเบื้องต้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบระบบบริหารจัดการเพื่อให้ระบบบริหารจัดการที่จะถูกกำหนดขึ้นนั้นมีความสอดคล้อง เหมาะสม และตรงตามความต้องการมากที่สุด ซึ่งในการเก็บข้อมูลนั้นมีจุดประสงค์ คือ เพื่อให้ทราบความต้องการ และทัศนคติของนิสิตต่อจักรยานระบบแบ่งปัน

รูปที่ 6.15: ตำแหน่งที่ 14 สถานีจอดบริเวณหน้าอาคารอเนกประสงค์

รูปที่ 6.16: ตำแหน่งที่ 15 สถานีจอดบริเวณทางเข้าสถานีวิทยุกระจายเสียงมหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 6.17: ตำแหน่งที่ 16 สถานีจอดบริเวณลานจอดรถกลุ่มคณะทันตแพทยศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ และคณะพยาบาลศาสตร์

โดยการเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามทั้งหมด 600 ชุด คิดเป็น 3 เปอร์เซ็นต์ ของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ข้อมูลที่เก็บมาทำการวิเคราะห์ มีดังนี้

ตารางที่ 6.1: จำนวนจักรยานตั้งต้นในแต่ละวันของแต่ละสถานี

ตำแหน่งของสถานี	จำนวนช่องจอด	จำนวนจักรยาน
หอพักในนิสิตปี 1	48	40
หลังอาคารเฉลิมพระเกียรติ	48	8
ประตู 5	16	12
ประตู 4	16	12
ประตู 3	16	12
ป้ายจอดรถประจำทาง	16	12
คณะวิศวกรรมศาสตร์	16	12
สระว่ายน้ำ	16	12
คณะเกษตรศาสตร์	16	12
วิทยาลัยนานาชาติและหอสมุด	16	12
คณะวิทยาศาสตร์	16	12
คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์	16	12
อาคารปราบไตรจักร	16	12
อาคารอเนกประสงค์	16	12
ลานพระบรมราชานุสาวรีย์	16	12
กลุ่มคณะทันตะแพทย์ คณะพยาบาล คณะสหเวช	16	12

6.2.1 ข้อมูลทั่วไป

ในส่วนของข้อมูลทั่วไปนี้จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับผู้ให้ข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย เพศ คณะ ชั้นปี ค่าใช้จ่ายต่อเดือน ที่พักอาศัย วิธีการเดินทางส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัย จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปแสดงความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การใช้งานกับความต้องการใช้งานจักรยานระบบแบ่งปันของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรแต่ละชั้นปีโดยแสดงเป็นกราฟของความสัมพันธ์ดังรูปที่ 6.19 จากรูปที่ 6.19 จะเห็นว่าทั้ง 4 ชั้นปี ชั้นปีที่ 1 มีความต้องการใช้งานจักรยานระบบแบ่งปันมากที่สุด เนื่องจากชั้นปีที่ 1 ต้องพักอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัยการเดินทางมาเรียนของนิสิตนั้นจึงไม่ค่อยสะดวกต้องรอรถไฟฟ้า ซึ่งรถไฟฟ้าก้อไม่ได้เข้าถึงหน้าตึกคณะที่นิสิตชั้นปีที่ 1 ต้องการจะไปทั้งหมด ดังนั้นนิสิตชั้นปีที่ 1 จึงมีแนวโน้มของการใช้งานจักรยานระบบแบ่งปันมากที่สุด จากรูปที่ 6.20 แสดงให้เห็นว่านิสิตที่พักอยู่หอพักในมหาวิทยาลัยมีความต้องการใช้จักรยานระบบแบ่งปันมากกว่าเนื่องจากมีความต้องการในการเดินทางในมหาวิทยาลัยด้วยวิธีการที่หลากหลายและรวดเร็วกว่านิสิตที่พักอยู่นอกมหาวิทยาลัย

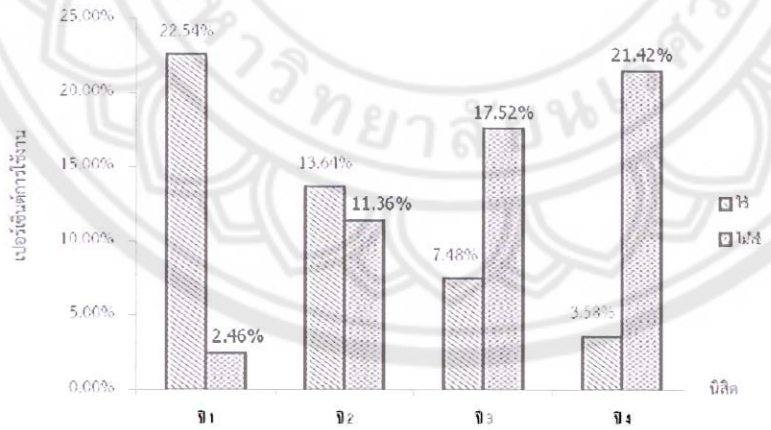
6.2.2 ข้อมูลความต้องการและความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

ข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดระบบบริหารจัดการโดยตรง เพื่อให้ระบบบริหารจัดการที่ออกแบบมามีความเหมาะสมและสามารถรองรับกับความต้องการได้ดี ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับการใช้บริการ ช่วงเวลาในการให้บริการ ระยะเวลาในการยืมคืน จำนวนจักรยาน จำนวนตัวล็อก ตำแหน่ง

รูปที่ 6.18: ตารางแสดงระยะห่างระหว่างสถานี (เมตร)

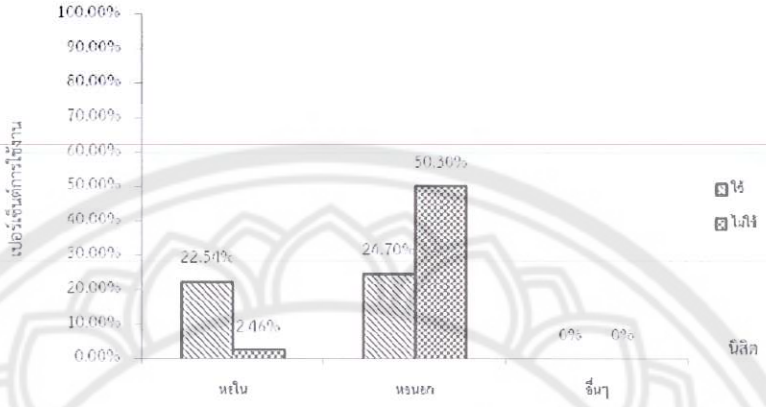
ตำแหน่งของสถานี	ประตู 5 (เมตร)	ประตู 4 (เมตร)	ประตู 3 (เมตร)	หอพักในนิสิตปี 1 (เมตร)	ป้ายจอดรถประจำทาง (เมตร)	คณะวิศวกรรมศาสตร์ (เมตร)	อาคารเรียนรวมและสระน้ำ (เมตร)	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (เมตร)	อาคารเฉลิมพระเกียรติ (เมตร)	คณะวิทยาศาสตร์ (เมตร)	อาคารเฉลิมพระเกียรติ (เมตร)	คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ (เมตร)	อาคารประชาสัมพันธ์ (เมตร)	อาคารอเนกประสงค์ (เมตร)	อาคารพระบรมราชานุสาวรีย์ (เมตร)	กลุ่มคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ พยาบาล สหเวช (เมตร)
ประตู 5 (เมตร)		1195	1188	1723	1600	961	708	719	873	1361	645	1164	512	553	[illegible]	1527
ประตู 4 (เมตร)	1195		843	958	[illegible]	[illegible]	563	691	886	721	1034	1237	1267	1008	1267	1596
ประตู 3 (เมตร)	1188	843		1191	873	833	1162	1010	[illegible]	[illegible]	706	[illegible]	979	1084	1243	716
หอพักในนิสิตปี 1 (เมตร)	1723	[illegible]	1191		318	[illegible]	1091	1305	1416	1369	1479	1682	1712	1616	1795	1908
ป้ายจอดรถประจำทาง (เมตร)	1723	958	873	318		800	773	987	1013	[illegible]	1141	1364	1394	1298	1477	1590
คณะวิศวกรรมศาสตร์ (เมตร)	961	590	833	726	800		[illegible]	182	296	530	444	647	529	793	1305	1006
สระน้ำ (เมตร)	708	563	1162	1091	773	329		290	[illegible]	859	599	802	832	601	909	1141
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ (เมตร)	719	691	1010	1305	987	182	[illegible]		163	707	309	512	542	611	922	871
อาคารเฉลิมพระเกียรติ (เมตร)	873	886	606	1416	1013	[illegible]	651	163		604	[illegible]	351	315	786	709	710
คณะวิทยาศาสตร์ (เมตร)	1361	721	845	1369	751	[illegible]	859	707	[illegible]		732	955	985	1390	1313	913
อาคารเฉลิมพระเกียรติ (เมตร)	645	1034	706	1479	1141	444	599	[illegible]	148	732		319	225	638	561	678
คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ (เมตร)	1164	1237	711	1682	1364	647	802	512	351	955	319		552	957	880	[illegible]
อาคารประชาสัมพันธ์ (เมตร)	512	1267	979	1712	1394	529	832	542	[illegible]	985	225	552		495	[illegible]	911
อาคารอเนกประสงค์ (เมตร)	553	1008	1084	1616	1298	793	601	611	786	1390	638	957	[illegible]		416	1134
อาคารพระบรมราชานุสาวรีย์ (เมตร)	651	1267	1243	1795	1477	1305	909	922	709	1313	[illegible]	880	456	416		753
กลุ่มคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ พยาบาล สหเวช (เมตร)	1527	1596	716	1908	1590	1006	1141	871	[illegible]	913	678	[illegible]	911	1134	753	

รูปที่ 6.19: กราฟแสดงความต้องการใช้งานจักรยานระบบแบ่งปันของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรแต่ละชั้นปี



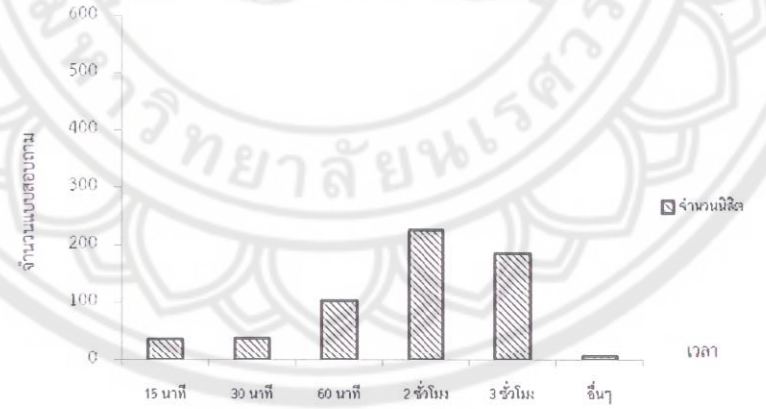
ของสถานีเพิ่ม และสิ่งอำนวยความสะดวก จากการวิเคราะห์ความต้องการและความคิดเห็นเพื่อที่จะนำไปออกแบบระบบสรุปผลได้ดังนี้แสดงเป็นกราฟของความสัมพันธ์ดังนี้ จากรูปที่ 6.21 กราฟแสดงความต้องการระยะเวลาการยืมคืนรถจักรยานของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรสรุปว่านิสิตในมหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 6.20: กราฟแสดงความสัมพันธ์ความต้องการใช้งานของนิสิตที่พักหอในมหาวิทยาลัยและนอกมหาวิทยาลัยนเรศวร



ต้องการยืมจักรยานระบบแบ่งปันเป็นเวลา 2 ชั่วโมงต่อการยืม 1 ครั้ง จากรูปที่ 6.22 กราฟแสดงความต้องการช่วงเวลาในการให้บริการในวันจันทร์ถึงศุกร์ของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร คือ 24 ชั่วโมง จากรูปที่ 6.23 กราฟแสดงความต้องการช่วงเวลาให้บริการจักรยานระบบแบ่งปันในวันหยุดเสาร์วันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรแสดงให้เห็นว่านิสิตยังมีการต้องการใช้งานจักรยานในวันหยุดเพื่อการเดินทางในมหาวิทยาลัย ช่วงเวลาในการให้บริการเป็น 24 ชั่วโมง

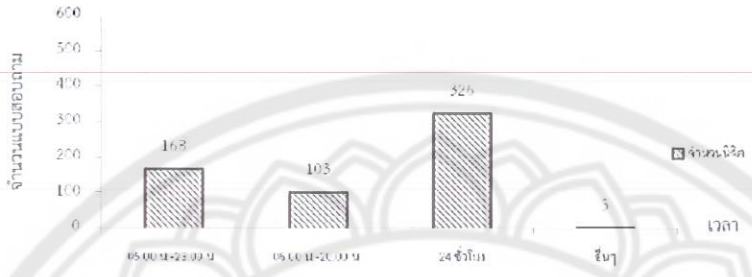
รูปที่ 6.21: กราฟแสดงความต้องการระยะเวลาการยืมคืนรถจักรยานของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อครั้ง



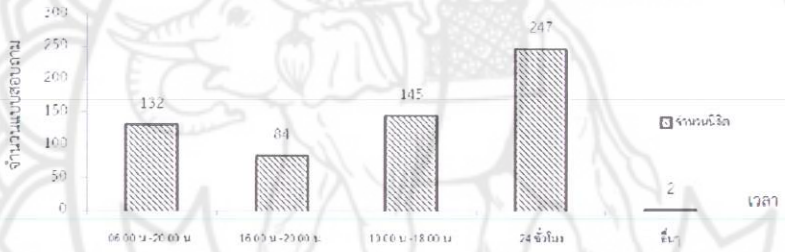
6.2.3 วิเคราะห์ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นข้อมูลที่ให้ผู้กรอกข้อมูลแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระว่ามีความต้องการทางด้านใดบ้างซึ่งข้อมูลในส่วนนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ด้าน จากการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะในแบบสอบถามทั้งหมด

รูปที่ 6.22: กราฟแสดงความต้องการช่วงเวลาในการให้บริการจักรยานระบบแบ่งปันในวันจันทร์ถึงศุกร์ของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 6.23: กราฟแสดงความต้องการช่วงเวลาให้บริการจักรยานระบบแบ่งปันในวันหยุดเสาร์วันอาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์ของนิสิตมหาวิทยาลัยนเรศวร



600 ชุดนั้น มีการให้ข้อมูลที่หลากหลายจึงใช้วิธีการสรุปความเห็นที่น่าสนใจ โดยข้อเสนอแนะออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

- ข้อเสนอแนะด้านตัวจักรยาน
  - ต้องการให้มีตะกร้าด้านหน้า
  - ต้องการให้มีไฟด้านหน้าเพื่อใช้เดินทางตอนกลางคืนและเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในตอนกลางวัน
  - ต้องการให้มีการซ่อมบำรุงจักรยานอย่างต่อเนื่อง
- ข้อเสนอแนะด้านสถานีจอด
  - นิสิตแต่ละคณะมีความต้องการสถานีจอดหน้าคณะของตนเอง
  - ต้องการให้มีที่เติมลมไว้ทุกสถานี
- ข้อเสนอแนะด้านอื่นๆ

- **ต้องการให้มีศูนย์ซ่อมบำรุงจักรยานในมหาวิทยาลัย**
- **ต้องการให้มีการจัดประชาสัมพันธ์ สื่อโฆษณา เพื่อเป็นการเชิญชวนให้มาใช้จักรยานในการเดินทางในมหาวิทยาลัย**
- ต้องการให้ผู้บริหารระดับสูง บุคลากร และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยมาใช้จักรยานในการเดินทางในมหาวิทยาลัยด้วย

6.3 การวางแผนการบำรุงรักษาระบบจักรยานแบ่งปัน

6.3.1 ระบบซ่อมบำรุงจักรยาน

การจัดทำระบบซ่อมบำรุงจักรยานนั้น จะได้ประสิทธิภาพสูง ต้องมีระบบรักษาชิ้นส่วนหรืออะไหล่ให้ดีอยู่เสมอ เป็นการตรวจสอบประจำเพื่อจะป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ชำรุด การรักษาชิ้นส่วนให้อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานได้ดี โดยมีการวางแผนป้องกันและบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า เช่น การทำความสะอาด หล่อลื่น การตรวจสภาพ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อสังเกตสิ่งผิดปกติอันน่าจะเกิดขึ้นได้ การจดบันทึกสถิติ จะสามารถคาดคะเนช่วงเวลาการซ่อมบำรุงในอนาคตได้ โดยปกติแล้วการป้องกันจะดีกว่าการที่จะต้องซ่อมแซมชิ้นส่วนหรืออะไหล่ เพราะจะเสียเวลาและงบประมาณน้อยกว่า และมีความพร้อมเมื่อเกิดกรณีที่งานซ่อมแซมฉุกเฉิน (Break Drown) โดยไม่กระทบต่องานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) โดยมีการสร้างศูนย์ซ่อมบำรุงจักรยานอยู่ภายในมหาวิทยาลัยบริเวณตรงข้ามอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาการ (Shop IE) มีการจ้างพนักงานผู้เชี่ยวชาญในด้านการซ่อมบำรุงรถจักรยาน 1 คน และจ้างพนักงานผู้เชี่ยวชาญในด้านระบบการจัดการและมีความเชี่ยวชาญในด้านเทคนิคระบบเครือข่ายสถานียืมคืนจักรยานระบบแบ่งปัน 1 คน แผนซ่อมบำรุงจักรยานและการบันทึกสถิติการซ่อมบำรุงรักษามีความจำเป็นมากเพื่อที่จะป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ และลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุลงได้ โดยมีการบันทึกสถิติการซ่อมบำรุงเพื่อให้ทราบว่าจักรยานคันนั้นมีจุดไหนบ้างที่เกิดการชำรุดหรือมีอาการผิดปกติแล้วเพื่อที่จะเฝ้าระวังเป็นพิเศษ ในแผนซ่อมบำรุงนั้นจะแบ่งเป็นแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และแผนซ่อมแซมฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance) เพื่อเป็นการป้องกันการชำรุดของจักรยานและยังรองรับการชำรุดที่จะเกิดขึ้นโดยไม่คาดคิดอีกด้วย

- แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) โดยกำหนดให้ตรวจสอบรถจักรยาน **ตามจุดเฝ้าระวังตามที่กำหนดในใบตรวจสอบในภาคผนวก และบันทึกการตรวจสอบทุกครั้ง โดยหมุนเวียนกันไปตามแผนการตรวจสภาพรถจักรยาน หลังจากการตรวจสอบตามจุดเฝ้าระวังแล้ว กำหนดให้เก็บรวบรวมจักรยานที่ชำรุดเพื่อทำการซ่อมบำรุงรักษารถจักรยาน การกำหนดจุดเฝ้าระวังมีเป้าหมาย คือ สามารถทำให้ผู้ปฏิบัติดำเนินการตรวจสอบประจำวัน โดยมีความรู้และหลักการของชิ้นส่วนและอะไหล่เป็นสิ่งช่วยเสริม ภายใต้การมีความเข้าใจเป็นอย่างดีในชิ้นส่วนและ**

อะไหล่ โดยการดำเนินการถ่ายทอดให้การศึกษาอบรมและตรวจยืนยันด้วยการทดสอบในหัวข้อต่างๆ เช่น ระบบขับเคลื่อน ความปลอดภัยและความผิดปกติทั่วไป

- จุดเฝ้าระวังระบบขับเคลื่อน ควรมีการสังเกตการสั่นคลอนของระบบขับเคลื่อน การเลื่อนตัว การสึกหรอของโซ่และสเตอร์จักรยาน และการชำรุดของที่ปั่นจักรยาน
- จุดเฝ้าระวังความปลอดภัย ควรมีการสังเกตความเสียหายของชิ้นส่วน เช่น เบรก ที่เหยียบพักเท้าหลัง ไฟสะท้อนหลังรถ ตำแหน่งที่ติด อาร์เอฟไอดี (RFID)
- จุดเฝ้าระวังความผิดปกติทั่วไป ควรมีการสังเกตความผิดปกติทั่วไปของตัวจักรยาน เช่น เบาะอยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ วงล้อรถจักรยานมีการชำรุดเสียหาย เบี้ยวเอียงหรือไม่ ระบบล๊อคอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่

• แผนซ่อมแซมรถจักรยานฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance)

- เมื่อเกิดเหตุการณ์รถจักรยานชำรุดระหว่างการใช้งาน ให้ผู้ใช้บริการนำจักรยานไปคืนที่สถานีจักรยานที่ใกล้ที่สุดและแจ้งจักรยานชำรุดให้ระบบทราบ หลังจากนั้นจะมีพนักงานผู้รับผิดชอบจะมานำจักรยานที่ชำรุดไปทำการซ่อมบำรุงให้กลับสู่สภาพเดิมและนำจักรยานนั้นๆกลับคืนสู่ระบบเพื่อใช้งานตามปกติ
- เนื่องจากไม่สามารถคาดได้ว่าในหนึ่งวันจะเกิดจักรยานชำรุดเสียหายเป็นจำนวนเท่าไหร่ จึงกำหนดให้พนักงานผู้รับผิดชอบด้านการซ่อมบำรุงรถจักรยานทำการซ่อมบำรุงจักรยานตามความเหมาะสมของจำนวนรถจักรยานที่ชำรุด นอกเหนือจากเวลาเกลี่ยรถจักรยาน
- การบันทึกสถิติการซ่อมบำรุงรักษา เมื่อทำการซ่อมบำรุงรักษาเสร็จต้องมีการบันทึกข้อมูล เช่น วันที่ตรวจ จุดที่มีการชำรุดเสียหาย เพื่อในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงในครั้งต่อไปจะได้มีการตรวจสอบเป็นพิเศษในจุดที่เคยเกิดการเสียหาย นอกจากนี้การทำสถิติยังสามารถคาดคะเนช่วงเวลาการซ่อมบำรุงในอนาคตได้อีกด้วย

6.3.2 ระบบซ่อมบำรุงสถานี

ในการจัดการระบบซ่อมบำรุงนั้นนอกจากจะออกแบบเพื่อป้องกันการชำรุดที่อาจจะเกิดขึ้นกับชิ้นส่วนหรืออะไหล่ของจักรยานโดยตรงแล้วนั้น ต้องมีการคำนึงถึงระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของสถานีด้วยเพื่อให้ระบบการยืมคืนมีความพร้อมต่อการใช้งาน และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ภายในตัวสถานีประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์และอุปกรณ์ต่างๆซึ่งจำเป็นต่อการดูแลรักษา เช่น หน้าจอแสดงผลแบบดิจิตอลทัชสกรีน คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการรันโปรแกรม ระบบการอ่านบาโค้ด ระบบการอ่าน ที่อ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) สายไฟ พอร์ต USB และระบบล๊อคตัวจักรยาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีระบบซ่อมบำรุงสถานีรถจักรยาน แผนซ่อมบำรุงสถานีและการบันทึกสถิติการซ่อมบำรุงรักษา จะแบ่งเป็นแผนซ่อมบำรุง

เชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และแผนซ่อมแซมฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance) เพื่อเป็นการป้องกันการขัดข้องของสถานีและและป้องกันระบบหยุดชะงักอีกด้วย

- แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) กำหนดให้ตรวจสอบสถานีรถจักรยานตามจุดเฝ้าระวังตามที่กำหนดในใบตรวจสอบในภาคผนวก และบันทึกการตรวจสอบทุกครั้ง โดยผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันไปตามแผนการตรวจสภาพรถจักรยาน เมื่อพบว่าสถานีมีการชำรุดเสียหายให้ทำการซ่อมบำรุงทันที เนื่องมาจากถ้าสถานีจอดรถจักรยานมีการขัดข้องจะส่งผลกระทบต่อระบบโดยตรง สถานียืมคืนจึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้ใช้บริการสามารถยืมคืนรถจักยานได้ กำหนดให้มีจุดเฝ้าระวังดังนี้
  - จุดเฝ้าระวังของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ ควรตรวจสอบอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์สำคัญดังนี้ หน้าจอทัชสกรีน คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อ่านบาร์โค้ด
  - จุดเฝ้าระวังของอุปกรณ์ทั่วไป ควรตรวจสอบอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์สำคัญดังนี้ ระบบล๊อคตัวจักรยาน สายไฟ และพอร์ต
  - จุดเฝ้าระวังความผิดปกติทั่วไป ควรตรวจสอบอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์สำคัญดังนี้ ความสะอาด เช่น ฝุ่นละออง เปียกชื้น และคราบน้ำมัน สนิม อุปกรณ์ป้องกันแสงแดดและน้ำฝน
- แผนซ่อมแซมสถานีรถจักรยานฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance) เมื่อพบว่าสถานีมีการชำรุดเสียหายให้ทำการซ่อมบำรุงทันที เนื่องมาจากถ้าสถานีจอดรถจักรยานมีการขัดข้องจะส่งผลกระทบต่อระบบโดยตรง สถานียืมคืนจึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้ใช้บริการสามารถยืมคืนรถจักยานได้ การบันทึกสถิติการซ่อมบำรุงรักษา เมื่อซ่อมบำรุงรักษาเสร็จต้องมีการบันทึกข้อมูลของการตรวจ วันที่ตรวจ และจุดที่มีการชำรุดเสียหายเพื่อหาอุปกรณ์มาเปลี่ยน และในการตรวจสอบครั้งต่อไปจะได้มีการตรวจสอบเป็นพิเศษในจุดที่เคยเกิดการเสียหายอีกทั้งการทำสถิติสามารถสามารถคาดคะเนช่วงเวลาการซ่อมบำรุงในอนาคตได้

6.4 งปประมาณ

ในการจัดทำโครงงานระบบบริหารจัดการและระบบซ่อมบำรุงจักรยานระบบแบ่งปันภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีงบประมาณที่เกี่ยวข้องในการศึกษาโครงงานสามารถแบ่งออกเป็นงบประมาณ 3 ประเภท ดังนี้

6.4.1 งบประมาณรถจักรยาน

เนื่องจากจักรยานมีการออกแบบและจัดทำขึ้นมาจึงมีต้นทุนของจักรยานมาเกี่ยวข้องซึ่งจักรยานที่ออกแบบมาใหม่มีเอกลักษณ์ให้รู้ได้ว่าเป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งมีต้นทุนดังนี้

- เฟรม + ค่าแรง 1 ชิ้น 5,500 บาท
- วงล้อ 2 ล้อ 1,300 บาท
- ซี่ลวด 2 ชุด 370 บาท
- แฮนด์ 1 อัน 300 บาท
- โซ่จักรยาน 1 เส้น 140 บาท
- ยางนอก 2 เส้น 350 บาท
- ชุดกะโหลก 1 ชุด 250 บาท
- บันได 2 ข้าง 350 บาท
- ยางใน 2 เส้น 130 บาท
- ดุมหน้าหลัง 2 อัน 440 บาท
- ปลอกมือ 1 คู่ 130 บาท
- คอแฮนด์ 1 อัน 370 บาท
- เฟืองหลัง 1 อัน 170 บาท
- ชุดถ้วยคอ 1 ชุด 220 บาท
- หลักอาน 1 อัน 250 บาท
- อานเจล 1 อัน 480 บาท
- มือเบรก 2 อัน 350 บาท
- สายเบรก 2 เส้น 200 บาท
- ขาตั้งรถจักรยาน 1 อัน 250 บาท
- ตัวรัดหลักอาน 1 อัน 250 บาท
- ชุดจาน 1 ชุด 900 บาท
- ก้ามเบรก 2 อัน 350 บาท

ต้นทุนจักรยานต้นแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร 1 คันคิดรวมเป็นเงิน 13,050 บาท

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จักรยานเป็นพาหนะที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งด้านร่างกาย สิ่งแวดล้อม สังคม เป็นการดำเนินชีวิตที่ไม่เร่งรีบ การเดินทางที่ประหยัด ทั้งหมดนี้เป็นเหตุผลเบื้องต้นที่ทำให้เกิดงานวิจัยชิ้นนี้ การนำจักรยานระบบแบ่งปันมาใช้ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรจะเป็นการเริ่มต้นที่ดีในการสร้างวัฒนธรรมจักรยานภายในรั้วมหาวิทยาลัยแห่งนี้ จากการทำโครงการวิจัยนี้ สามารถสรุปงานส่วนต่างๆ แยกออกเป็น 3 ส่วนย่อยๆ ตามโครงการย่อย ดังนี้

- ในส่วนของระบบสถานีจอด จากการทำการวิจัยสร้างสถานีจอด ได้ทำการออกแบบ สร้างและทดสอบการทำงาน ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ระบบที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังได้มีการนำมาแสดงในนิทรรศการต่างๆ ของทางมหาวิทยาลัย (ภาพในภาคผนวก) ทั้งนี้ระบบฮาร์ดแวร์บางส่วนยังมีความเปราะบางอยู่บ้างทำให้เกิดปัญหาทางด้านเทคนิค เช่นการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับระบบปลดล็อค ซึ่งจะได้ทำการพัฒนาในขั้นต่อไป นอกจากนี้ในส่วนของงบประมาณในการสร้างพบว่ามีต้นทุนการสร้างที่ยังค่อนข้างสูงพอสมควร ทำให้ต้องพิจารณาการพัฒนาที่นำอุปกรณ์ทดแทนที่ทำงานในฟังก์ชั่นเดียวกันแต่ราคาต่ำกว่ามาทดแทนในระบบ รวมถึงการพัฒนาซอฟแวร์บนระบบปฏิบัติการที่ไม่มีสิขสิทธิ์เพื่อลดต้นทุนในส่วนนี้ ในส่วนของการออกแบบและสร้างจักรยานต้นแบบ พบว่าการสร้างจักรยานตามที่ออกแบบนั้นมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูงและใช้เวลาในการสร้างค่อนข้างนาน รวมทั้งต้องการความเชี่ยวชาญ ทักษะฝีมือที่สูง ทางทีมผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการนำจักรยานที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมาทำการปรับปรุง ลดอุปกรณ์ในส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อลดปัญหาในการบำรุงรักษา ทำการดัดแปลงเพื่อให้จักรยานมีเอกลักษณ์ที่ชัดเจน เพื่อแสดงความเป็นตัวตนของมหาวิทยาลัยนเรศวร

- ในส่วนของงานการออกแบบโลโก้ สัญลักษณ์และสื่อประชาสัมพันธ์ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ระบบแบ่งปันจักรยาน มหาวิทยาลัยนเรศวร จะต้องทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำมาวางแผนเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางหาข้อสรุปใน

การออกแบบ ให้มีความเหมาะสม สวยงาม เหมาะแก่การนำไปเผยแพร่ออกไปโดยผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อนี้

- **การออกแบบลักษณะตัวละคร (Character Design) ตัวละครในเนื้อเรื่องใช้เป็นตัวแทน** นักศึกษาที่มีชุดนักศึกษา ชุดช็อปของแต่ละคณะต่างๆ การออกแบบตัวละครทั้งหมดจะมีความสดใส่น่ารักเหมาะกับเป็นตัวแทนของนักศึกษาโดยทั่วไป ลักษณะของตัวละคร ตัวละครแต่ละตัวจะมีลายเส้นที่เท่าๆกันเพื่อให้ดูถึงความเรียบง่าย ผ่อนคลาย ไม่หนักแน่ แต่สอดแทรกด้วยรูปทรงอื่นๆและลวดลายของชุดและเส้นผม เพื่อให้ตัวละครมีเอกลักษณ์ที่ลงตัว ลักษณะรูปร่างของตัวละครแต่ละตัวจะไม่เหมือนกันเพราะตามหลักการออกแบบตัวละครต้องมีความหลากหลาย แตกต่างกันของตัวละครแต่ต้องคำนึงถึงเมื่อนำตัวละครทุกตัวมาอยู่ร่วมกันต้องไม่เกิดความขัดแย้งกันเองส่วนลักษณะการใช้สีจะเน้นใช้สีโทนสว่างเน้นสีสดใส ให้อารมณ์สดใน น่ารัก ดูร่าเริงเป็นมิตรแก่ธรรมชาติ ใช้การไล่เฉดสี ค่าน้ำหนักและลวดลายต่างๆลงบนชุดช็อปเพื่อสื่อถึงลักษณะเด่นของคณะนั้นๆหรือตัวละครอื่นๆที่สื่อถึงว่าเป็นนักศึกษา
- การออกแบบฉาก (Scene) ฉากที่จะนำมาเป็นภาพประกอบการเล่าเรื่อง จะเน้นให้รู้สึกว่าภาพบรรยากาศโดยรวมทั้งหมดคือมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยจะเน้นการวาดตึกของแต่ล่ะคณะ หรือสถานที่ที่โดดเด่น เช่น ตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ ตึกธรรมราชา โรงพยาบาล อณุสวรียพระนเรศวร ศาลาพระเทพ และอีกมากมาย อีกทั้งภาพประกอบที่นำมาดำเนินเรื่องจะเกี่ยวกับการอธิบายของระบบแบ่งปันจักรยานอีกด้วย ฉากที่ใช้จะให้ความรู้สึกถึงความสดใส่ ชุ่มชื่น เน้นสีเขียว เพื่อความสบาย ประกอบกับการเล่าเรื่องด้วยตัวหนังสือที่เป็นสีเขียวอีกด้วย
- การออกแบบวิธีการดำเนินเรื่อง การดำเนินเรื่องในการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ระบบแบ่งปันจักรยาน เรื่องนี้จะใช้การดำเนินเรื่องโดยใช้ตัวละครเด็กนักศึกษาผู้หญิงที่มีความอ้วน โดยการเล่าเรื่องจะเน้นให้เห็นถึงความหมายว่าระบบแบ่งปันจักรยานใช้อย่างไร พอใช้แล้วจะให้ความรู้สึกที่ต่างกับรถจักรยานยนต์ หรือรถยนต์ที่ก่อให้เกิดมลพิษ โดยการดำเนินเรื่องจะเน้นให้เห็นถึงการหันมาใช้จักรยาน เพราะทางระบบจักรยานมีทางเดินจราจรที่ให้ร่มเงาแก่การสัญจรไปมา เช่น มีต้นไม้ข้างทาง มีหลังคาตามทาง สำหรับปั่นจักรยาน หรือยืนรอรถโดยสารประจำทางเท่านั้น และเส้นทางลัดเพื่อสะดวกและลวดเร็วต่อการเดินทาง
- **การออกแบบภาพเคลื่อนไหวของการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ระบบแบ่งปันจักรยาน เน้นการเคลื่อนไหวของตัวละครที่ปั่นจักรยาน โดยการออกแบบการเคลื่อนไหวจะต้องศึกษาวิธีการปั่นจักรยานจริงๆจากการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ศึกษาประเภทของจักรยานโดยลักษณะทั่วไปจักรยานมีหลายประเภท แต่ละประเภทจะมีการเคลื่อนไหวที่ต่างกัน ดังนั้นการศึกษา**

ที่สมจริงทั้งการปั่นจักรยานและประเภทของจักรยาน ถูกนำมาเป็นต้นแบบที่ดีของการทำภาพเคลื่อนไหวในงานชิ้นนี้

- **ในส่วนของงานด้านการบริหารจัดการระบบจักรยานแบ่งปัน ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ในส่วน**ของการวางสถานีและการบริหารจัดการระบบ ทางทีมผู้วิจัยได้ออกแบบสถานที่ตั้งสถานีทั้งหมด 16 สถานีกระจายตัวอยู่ตามจุดต่างๆ รอบมหาวิทยาลัย รวมถึงการสำรวจความต้องการในแง่มุมต่างๆเกี่ยวกับระบบจักรยานแบ่งปันภายในมหาวิทยาลัย พบว่านิสิตมีความต้องการใช้ระบบจักรยานแบ่งปัน โดยชั้นปีที่ 1 มีความต้องการในการใช้งานระบบมากที่สุดเนื่องจากพักอาศัยอยู่ภายในมหาวิทยาลัย โดยมีความต้องการให้ระบบจักรยานแบ่งปันนี้เปิดให้บริการทั้ง 24 ชั่วโมงทุกวัน ระยะเวลาการยืมในแต่ละครั้งอยู่ที่ไม่เกิน 2 ชั่วโมงซึ่งเพียงพอต่อการเดินทางระยะสั้นในแต่ละครั้งและทำให้มีจักรยานหมุนเวียนอยู่ในระบบตลอดเวลา การบริหารจัดการระบบจำเป็นที่จะต้องจัดการอย่างเป็นระบบ ระเบียบ มีผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน มีการบำรุงรักษาทั้งเป็นที่เป็น preventive maintenance และ break down maintenance เพราะหัวใจหลักของระบบจักรยานแบ่งปันที่ยั่งยืน คือการที่มีจักรยานที่พร้อมใช้งานอยู่ในระบบเสมอเมื่อมีความต้องการที่จะใช้งาน ดังนั้นจักรยานทุกคันต้องมีความพร้อมในการใช้งาน นอกจากนั้นยังจะต้องมีเจ้าหน้าที่ที่คอยสังเกตุการณ์และดำเนินการระบบ เนื่องจากต้องมีการเกลี่ยจักรยานของแต่ละสถานี เพื่อให้ระบบสมดุล รวมถึงรับทราบถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบ

บรรณานุกรม

[1] ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ และ ไพโรจน์ ไววานิชกิจ. *เทคโนโลยี RFID*. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2006.

[2] Bikebarn. Size guides. http://www.bikebarn.co.nz/size-guides/, cited December 2012.

[3] Colin Black and Stephen Potter. Portsmouth bikeabout: A smart-card bike club scheme.

[4] Rightsoft Corperation. ระบบบาร์โค้ดในงานอุตสาหกรรมการผลิต. http://www.rightsoftcorp.com/?name=news&file=readnews&id8, cited December 2012.

[5] Paul DeMaio. Smart bikes: Public transportation for the 21st century. *Transportation Quarterly*, 57:9--11, 2003.

[6] Paul DeMaio. Bike-sharing: Its history, models of provision, and future. *Velo-city 2009 Conference*, May 2009.

[7] International Organisation for Standardization. Iso 5775. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=25326, cited December 2012.

[8] Hubpages. Road bike frame. http://custodio.hubpages.com/hub/Road-bike-frame, cited December 2012.

[9] W.E. Johns. Notes on sprocket and chain. http://www.gizmology.net/sprockets.htm, cited December 2012.

[10] Sandip Lahiri. *RFID Sourcebook*. IBM Press, 2006.

[11] Transport of London. Barclays cycle hire. http://www.tfl.gov.uk/roadusers/cycling/14808.aspx, cited December 2012.

[12] Probike. คู่มือ การ เลือก ซื้อ จักรยาน. http://www.veloaction.com/how-to/choice_bye.htm, cited December 2012.

[13] L. Ruano. Cinelli bike frame by benny gold. http://hypebeast.com/2009/7/mash-sf-x-cinelli-bike-frame-by-benny-gold?_locale=en, cited December 2012.

[14] Stacey Guzman Susan shaheen and Hua Zhang. Bikesharing in europe, the americas, and asia:past, present, and future. *Institute of Transportation Studies, UC Davis*, 2010.

[15] Wikipedia. Brompton bike. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Brompton1.jpeg, cited December 2012.

[16] Wikipedia. Triumph bicycle. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Triumph_Bicycle.JPG, cited December 2012.

[17] Bu Yan Xiang Zhongxia, Xu Ruifen and WU Xiaofan. Optimal design of bicycle frame parameters considering biomechanical. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 2011.

[18] Ken Xu. Innesenti tricycle: Riding bike in the reverse manner. http://www.hardwaresphere.com/2010/03/02/innesenti-tricycle-riding-bike-in-the-reverse-manner/, cited December 2012.

Appendix A

รูปการจัดแสดงผลงานในงาน NU Open House 2012

รูปที่ A.1: การแสดงผลงานในงาน NU Open House

รูปที่ A.2: การแสดงผลงานในงาน NU Open House

รูปที่ A.3: การแสดงผลงานในงาน NU Open House

รูปที่ A.4: การแสดงผลงานในงาน NU Open House

Appendix B

รูปการจัดแสดงผลงานในงานนเรศวรวิจัย ปี 2555

รูปที่ B.1: การแสดงผลงานในงาน NU Open House

รูปที่ B.2: การแสดงผลงานในงาน NU Open House

เลขทะเบียน.....

หนังสือยินยอมการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการบนเว็บไซต์
ฐานข้อมูล NU Digital Repository (http://obj.lib.nu.ac.th/media/)
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตามที่ข้าพเจ้า อาจารย์พิสุทธิ์ อภิชยกุล (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์) ได้ส่งผลงานทางวิชาการการรายงานการวิจัย (เรื่อง) รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการจักรยานแบ่งปัน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีที่พิมพ์ 2558

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานทางวิชาการเป็นลิขสิทธิ์ของข้าพเจ้า อาจารย์พิสุทธิ์ อภิชยกุล เป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ และเพื่อให้ผลงานทางวิชาการของข้าพเจ้าเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและสาธารณชน จึงอนุญาตให้เผยแพร่ผลงาน ดังนี้

☑ อนุญาตให้เผยแพร่
☐ ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ เนื่องจาก.....
.....
.....

ลงชื่อ .....
(.....)
วันที่.....

หมายเหตุ ลิขสิทธิ์ใดๆ ที่ปรากฏอยู่ในผลงานนี้เป็นความรับผิดชอบของเจ้าของผลงาน ไม่ใช่ของสำนักหอสมุด