

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทเพื่อใช้เดินทางไปสถานศึกษา  
(Bicycle for Student in Rural Area)



รพ.  
ศ ๒๗๑๓  
๒๕๔๙-๒๕๕๐

เลขหาง.....  
เลขทะเบียน..... 78307  
วัน,เดือน,ปี 27 ก.พ. 2551

b. 11890332  
i. ....

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2549 - 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้  
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

๕๓๓๓

.....  
(ผศ. นพปฎล สุวีจนานนท์)  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ

(ผศ. ธวัชชัย มหานพวงศ์ชัย)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ คมกฤช ตระกูลทิวากร)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ไชยพิพัฒน์ ปกป้อง)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ศศินันท์ ศุทธยาลัย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....  
(ผศ. ธวัชชัย มหานพวงศ์ชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

### สิ่งพิมพ์

กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โครงรถจักรยาน. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และสีแสงห้าว. วัสดุช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540.

ยรรยง เจริณพงศ์. รู้เฟื่องเรื่องเฟรม. นิตยสารเสือภูเขา. ปีที่ 1 ฉบับที่ 11 ธันวาคม 2542.

Nolen Oayda และม้ายาย. ขนาดจักรยานที่เหมาะสม. นิตยสารเสือภูเขา. ปีที่ 1 ฉบับที่ 11 ธันวาคม 2542.

วัสดุและวิธีการผลิต 1 (โลหะ). ม.ป.ท.

### เว็บไซต์

การศึกษาขั้นพื้นฐาน. หลักสูตรการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา. เข้าถึงได้จาก : [http://www.arc.nrru.ac.th/be/body/base\\_study2.html](http://www.arc.nrru.ac.th/be/body/base_study2.html)

พรบ. การศึกษาภาคบังคับ. เข้าถึงได้จาก : <http://www.moe.go.th/inspec6/00/new/new.htm>

โครงการรีไซเคิลจักรยานเก่า. ชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaicycling.com/recycle.html>

## ประวัติการศึกษา

เข้าศึกษาในชั้นก่อนประถมศึกษาที่ โรงเรียนอนุบาลเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์  
ระหว่างปีการศึกษา 2528 - 2529

สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาจาก โรงเรียนอนุบาลเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์  
ปีการศึกษา 2535

สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนเพชรพิทยาคม อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์  
ปีการศึกษา 2538

สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนเพชรพิทยาคม อ.เมือง  
จ.เพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์   โครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทเพื่อใช้เดินทางไป  
สถานศึกษา  
ชื่อนักศึกษา   นาย สมภพ บุญจง  
รหัสนักศึกษา   42020126  
คณะ           สถาปัตยกรรมศาสตร์  
ภาควิชา       ศิลปอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา   2549

### บทคัดย่อ

จากความห่างไกลสถานศึกษาของเด็กนักเรียนในชนบท ส่งผลให้มีการขาดเรียนอยู่เป็นประจำ จึงได้มีการช่วยเหลือจากหน่วยงานต่างๆ โดยการมอบหรือบริจาคจักรยานได้เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เด็กนักเรียนได้เดินทางมายังสถานศึกษาได้สะดวกมากขึ้นเป็นการลดโอกาสการขาดการศึกษาได้

ในด้านของตัวผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่เป็นการได้รับการบริจาค ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถเลือกขนาดที่เหมาะสมกับสรีระได้ อีกทั้งรูปแบบของจักรยานส่วนใหญ่ยังมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และตัวผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมานั้นยังมีลักษณะที่ไม่สอดคล้องกับการใช้งานในชีวิตประจำวันของเด็กนักเรียน และในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ในฐานะของนักออกแบบที่มีส่วนช่วยสังคมจึงมีแนวคิดในการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทเพื่อให้ตัวผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานในพื้นที่ต่างๆในชนบท

การดำเนินการค้นคว้าข้อมูลของโครงการนี้มี 2 ลักษณะคือ การค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารและสื่อต่างและการค้นคว้าเก็บข้อมูลในภาคสนาม แต่ด้วยข้อจำกัดในด้านของเวลาจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลในหลายๆพื้นที่ได้ จึงได้เลือกเก็บข้อมูลในบางสถานที่เท่านั้น ซึ่งได้แก่พื้นที่ในเขตชานเมืองฝั่งตะวันออกของกรุงเทพฯและในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีลักษณะความเป็นชนบทตั่งนียบนยที่ตั่งไว้ จากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์สรุปผลเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย การร่างแบบด้วยมือ การร่างแบบในคอมพิวเตอร์ การพัฒนาแบบการทำหุ่นจำลองขนาดเท่าจริงในชั้นแบบร่าง จากนั้นจึงนำมาประเมินผลในขั้นตอนแบบร่างเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการวัดผล แล้วจึงนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงในขั้นตอนสุดท้ายต่อไป

ชิ้นงานในขั้นตอนสุดท้ายประกอบด้วย จักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบท และอุปกรณ์เสริมบนตัวรถจักรยาน

## คำนำ

จักรยาน เป็นสิ่งประดิษฐ์ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์เป็นเวลานานับร้อยๆปี และได้มีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ ตามจุดประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกัน และด้วยความเจริญก้าวหน้าในยุคปัจจุบัน ได้เกิดพาหนะชนิดใหม่ๆขึ้นมาเพื่อให้การดำรงชีวิตมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น และเนื่องด้วยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปทำให้วิถีชีวิตเปลี่ยนไป จากการใช้จักรยานเป็นพาหนะในการเดินทาง ได้เปลี่ยนเป็นพาหนะที่มีความทันสมัยและสะดวกสบายมากขึ้น และจักรยาน ได้ถูกเปลี่ยนสถานะจากที่เคยเป็นพาหนะ ได้กลายเป็นเพียงแค่อุปกรณ์กีฬาชนิดหนึ่งเท่านั้นสำหรับสังคมเมือง

จากความแตกต่างของวิถีชีวิต การดำรงชีพของคนในแต่ละภูมิภาคที่แตกต่างกัน ฐานะที่แตกต่างกัน การเดินทางได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีพ หรือทำธุระต่างๆ แม้กระทั่งการศึกษา โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่นที่ห่างไกลและทุรกันดาร และขาดแคลนทุนทรัพย์ จักรยานได้เป็นตัวเลือกอันดับต้นๆสำหรับพาหนะที่ตอบสนองการเดินทางได้เป็นอย่างดี ซึ่ง จักรยานเป็นพาหนะที่มีการผ่อนแรงทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายมากขึ้นและเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดมาบนพื้นฐานของความประหยัดและไร้มลพิษ และเป็นพาหนะชนิดแรกที่ทุกคนส่วนใหญ่ได้สัมผัสมาในวัยเด็ก และด้วยเหตุนี้เพื่อเป็นการทำบางอย่างเพื่อสร้างประโยชน์แก่สังคมของผู้ที่ด้อยโอกาส จึงมีแนวคิดว่าหากนำการออกแบบมาช่วยพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เหล่านี้ให้สามารถตอบสนองลักษณะการใช้งานและมีปริมาณเพียงพอโดยใช้ทุนทรัพย์ไม่มากในการผลิต เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ใช้ได้อีกทางหนึ่ง

โครงการออกแบบนี้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาคุณภาพชีวิต และเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เด็กในชนบทได้รับโอกาสทางการศึกษามากขึ้นเพื่อเป็นแรงในการพัฒนาประเทศต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

ผลงานชิ้นนี้ประสบผลสำเร็จได้นั้น ได้ผ่านระยะเวลาอันยาวนาน ผ่านมารุ่นต่อหลายรุ่น ได้เห็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่าง ๆ มากมาย ที่หลาย ๆ คน ไม่เคยได้สัมผัสและไม่อยากสัมผัส ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ชีวิตอย่างหนึ่ง โดยความรู้สึกของผู้จัดทำถือว่าเป็นกำไรชีวิตอย่างหนึ่ง และกว่าจะเป็นวันนี้ได้ ด้วยความร่วมมือร่วมใจจากหลายๆคน จึงขอกล่าวคำขอบคุณทุกๆท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

**คำขอบคุณที่หนึ่ง**อยากขอบคุณเป็นคนแรกเลยคงหนีไม่พ้น พ่อ-แม่ และญาติๆ ทั้งหลายที่เป็นห่วงและเข้าใจ และเป็นผู้สนับสนุนที่ดีสำหรับเรื่องทุนการศึกษา และความช่วยเหลืออื่นๆ เอาไว้ว่างๆคงได้คุยกันมากขึ้นครับ

**คำขอบคุณที่สอง**ที่อยากกล่าว**คำขอบคุณ** ได้แก่อาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่าน

**ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาคนแรกของผม** ผศ.สมเกียรติ ไตรพันธ์ ที่เป็นที่ปรึกษาให้ผม ถึงแม้ว่าผมจะไม่ได้ไปปรึกษาเลยและต้องกล่าวคำขอโทษไว้ ณ ที่นี้ด้วย ที่ต้องทำให้เสียเวลากับเรื่องไม่เป็นเรื่องของผม

**ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาคนที่สอง** อ.คมกฤษ ตระกูลทิวากร(อ.อ้วน) ที่ยอมสละเวลามาเป็นที่ปรึกษาให้ผม ถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาสั้นๆก็ตาม เนื่องจากการกระทำของตัวเองที่ทำให้เกิดเหตุการณ์แบบนี้ และต้องขอโทษด้วยครับที่หายไปโดยไม่บอกกล่าว

**ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาคนที่สาม** อ.สมบัติ ตั้งสถิตยางกูร(อ.เบิ้ม) ที่เป็นที่ปรึกษาให้ผม และเป็นอีกครั้งที่ผมไม่ได้ไปปรึกษาเลย ขอโทษด้วยนะครับอาจารย์

**ขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาคนสุดท้ายของผม** ผศ.ธวัชชัย มหานพวงศ์ชัย ขอขอบคุณมากๆครับที่คอยตาม และเตือนสติผม ขอขอบคุณที่อยู่เป็นที่ปรึกษาผมจนถึงเวลานี้ ขอขอบคุณอาจารย์หลายๆที่เข้าใจการทำงานของผม และต้องขอโทษด้วยครับที่ไม่ค่อยได้โทรไปรายงานตามที่นัดไว้บ่อยๆ แม้กระทั่งครั้งสุดท้าย

**ขอบคุณคณะกรรมการทุกๆท่าน** ขอขอบคุณสำหรับคำแนะนำที่ดี ขอขอบคุณสำหรับคำติชม ขอขอบคุณสำหรับโอกาสที่ให้มามากมายและหลายครั้ง

ขอขอบคุณมากๆๆครับ

และสุดท้ายนี้ต้องขอกล่าวคำขอโทษอาจารย์ที่ปรึกษาทุกๆท่านที่ผมทำให้เสียเวลากับเรื่องไม่เป็นเรื่องของผม ขอโทษด้วยนะครับ!!!

**คำขอบคุณที่สามที่จะขอกล่าวคำขอบคุณ** ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่เข้ามาช่วยทำงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนหนึ่ง(สิริวิทย์)สำหรับสิ่งต่างๆที่ช่วยเหลือ และขอขอบคุณสำหรับจักรยานที่ทิ้งเอาไว้ให้ขี่เล่น ขอขอบคุณเพื่อนเสือ(มนต์ชัย)ที่เข้ามาช่วยทำโมเดล และอยู่(อยู่จริงๆ)เป็นเพื่อนมาถึงปัจจุบัน ปีหน้าก็สู้เค้าจะเดียวจะกลับมาช่วย และขอขอบคุณเพื่อนๆคนอื่นๆด้วยที่เป็นห่วงและคอยเตือนสติอยู่เสมอ

**คำขอบคุณที่สี่** ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับน้องอ้อย ที่เข้ามาช่วยงาน โดยไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อยขอบคุณมากที่ช่วยเราทุกอย่าง และขอบคุณที่อยู่เป็นเพื่อนเราจนส่งงานทุกครั้งและขอขอบคุณสำหรับปรีเตอร์ เอ3 รวมทั้งคอมพิวเตอร์ที่ยกมาช่วย และขอขอบคุณสำหรับแหล่งพื้นที่ชั้นดีที่ปราศจากลมมารบกวน

**คำขอบคุณที่ห้า** ขอใจน้องรหัส น้องน้อง(ชื่อน้อง) น้องแอ๊ป ที่เข้ามาเรียนรู้การทำงาน และอยู่เป็นเพื่อนตอนทำงาน ขอใจน้องเอ็กซ์ สำหรับพาหนะที่คอยอำนวยความสะดวก ขอใจน้องปอยที่โทรมาเตือนการส่งงาน (เกือบไปไม่ทัน) ขอใจน้องอื่นๆอีกที่คอยแวะเวียนมาถาม และเอางานมาให้ช่วยคิด

**คำขอบคุณที่หก** ขอขอบคุณพี่ๆที่ชื่อปเล็กทุกๆคนที่ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในบางโอกาส

**คำขอบคุณที่เจ็ด** ขอขอบคุณและขอใจคาราจำเป็นทุกๆคนทั้งที่อยู่หน้ากล้องและไม่ได้ อยู่หน้ากล้อง เป็นที่มาขี่จักรยานและแสดงความคิดเห็นเพื่อให้งานนี้สมบูรณ์มากขึ้น

**คำขอบคุณที่แปด** ขอขอบคุณพี่บอลร้านไอศกรีมหัวมุมตึกโหล (12ชั้น) ที่คอยขี่จักรยานเป็นเพื่อนตอนถ่ายรูป และขอขอบคุณสำหรับแหล่งรวมพลใหม่

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกๆท่านที่ได้เข้ามาช่วยงานนี้จนประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณมากๆครับ และที่ขาดไม่ได้เลยคือขอบคุณจักรยานต้นแบบที่ไม่เกรงให้เสียงาน

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

อนุโมติผล

รายการตารางประกอบ

รายการภาพประกอบ

<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น.....	1
1.2 ขอบเขตของโครงการ.....	3
1.3 แนวทางการแก้ปัญหา.....	3
1.4 วิธีการดำเนินโครงการออกแบบ.....	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
<b>บทที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ.....</b>	<b>5</b>
2.1 ข้อมูลจักรยาน.....	5
2.1.1 ผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม.....	5
2.1.2 ส่วนประกอบของจักรยาน.....	7
2.1.2.1 ตัวถังหรือโครงสร้างจักรยาน.....	7
2.1.2.2 ระบบบังคับทิศทาง.....	12
2.1.2.3 อานและหลักอาน.....	14
2.2 ข้อมูลผู้ใช้งาน.....	18
2.2.1 พฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้งาน.....	18
2.2.2 ขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน.....	19
2.3 ข้อมูลสัมภาระและส่วนบรรทุกสัมภาระ.....	20
2.3.1 สัมภาระ.....	20
2.3.2 ส่วนบรรทุกสัมภาระ.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลสภาพแวดล้อม.....	24
2.4.1 สภาพเส้นทางการเดินทาง.....	25
2.4.2 สภาพแวดล้อมที่จุดจักรยาน.....	26
2.5 ข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	28
2.5.1 วัสดุประเภทโลหะ.....	28
2.5.2 วัสดุประเภทพลาสติก.....	30
ขอบเขตของการออกแบบ.....	34
<b>บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ.....</b>	<b>35</b>
3.1 ขั้นตอนการออกแบบ.....	35
3.2 การออกแบบขั้นต้น.....	35
3.3 การร่างแบบสามมิติ.....	38
3.4 การพัฒนาแบบ.....	42
3.5 การประเมินผลขั้นต้นแบบร่าง.....	44
3.6 การปรับปรุงหลังขั้นต้นแบบร่าง.....	45
3.7 รูปแบบสุดท้ายหลังจากการสรุปผล.....	47
<b>บทที่ 4 การเสนองานออกแบบ.....</b>	<b>48</b>
4.1 ภาพถ่ายผลงานจริง.....	48
4.2 แผ่นภาพเสนองาน.....	49
4.3 แบบแสดงรายละเอียด.....	61
<b>บทที่ 5 บทสรุป.....</b>	<b>88</b>
5.1 สรุปผลการออกแบบ.....	88
5.2 ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจวัดผลวิทยานิพนธ์.....	88
5.3 ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจวัดผลวิทยานิพนธ์ หลังจากการปรับปรุงแบบ.....	97
5.4 การปรับปรุงแบบจากข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจ วัดผล.....	98
5.5 ความคิดเห็นของนักศึกษา.....	104

บรรณานุกรม.....	105
สิ่งพิมพ์.....	105
เว็บไซต์.....	105
ประวัติการศึกษา.....	106



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการตารางประกอบ

ตารางที่	2.1.2.1 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างจักรยานในรูปแบบต่างๆ.....	12
ตารางที่	2.2 แสดงขนาดสัดส่วนของเด็กนักเรียนไทยที่มีผลต่อการออกแบบ.....	21
ตารางที่	2.3.1 แสดงมิติขนาดของสัมภาระ.....	22



## รายการภาพประกอบ

ภาพที่ 1 “โครงการรีไซเคิลจักรยานเก่า” โดยชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย.....	1
ภาพที่ 2 จักรยานที่นำมาบริจาค ในโครงการรีไซเคิลจักรยานเก่า.....	2
ภาพที่ 3 จักรยานแม่บ้านขนาดล้อ 24 นิ้วฟุต.....	5
ภาพที่ 4 จักรยาน บี เอ็ม เอ็กซ์ (BMX) ขนาดล้อ 20 นิ้วฟุต.....	6
ภาพที่ 5 จักรยานรูปแบบเหมือนจักรยานเสือภูเขา.....	7
ภาพที่ 6 จักรยานพับได้ขนาดล้อ 16 นิ้วฟุต.....	7
ภาพที่ 7 โครงสร้างตัวถังจักรยานแบบไดมอนด์เฟรม (Diamond Frame).....	8
ภาพที่ 8 โครงสร้างจักรยานแบบ ลูปเฟรม (Loop Frame) ขนาดล้อ 26 นิ้วฟุต.....	9
ภาพที่ 9 โครงสร้างจักรยานแบบ ลูปเฟรม (Loop Frame) ขนาดล้อ 26 นิ้วฟุต.....	9
ภาพที่ 10 โครงสร้างจักรยานแบบ ครอสเฟรม (Cross Frame).....	10
ภาพที่ 11 โครงสร้างตัวถังแบบโมโนค็อก (Monocoque Frame).....	11
ภาพที่ 12 ตะเกียบจักรยาน.....	13
ภาพที่ 13 แสดงมุม แคสเตอร์ ที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบจักรยาน.....	14
ภาพที่ 14 แสดงเบาะจักรยานแบบ สปริง.....	16
ภาพที่ 15 แสดงโครงสร้างเบาะจักรยานแบบ สปริง.....	16
ภาพที่ 16 แสดงเบาะนั่งแบบแข็ง.....	17
ภาพที่ 17 แสดงโครงสร้างเบาะจักรยานแบบแข็ง แบบไม่มีรางโลหะ.....	17
ภาพที่ 18 แสดงโครงสร้างเบาะแบบแข็ง แบบมีรางโลหะ(เหล็ก).....	17
ภาพที่ 19 การเดินทางด้วยจักรยานของเด็กนักเรียนชั้นประถม.....	19
ภาพที่ 20 ขนาดสัดส่วนของเด็กนักเรียนไทยอายุ 7-12 ปี.....	20
ภาพที่ 21 ตะกร้าแบบเหลี่ยม.....	23
ภาพที่ 22 ตะกร้า แบบโค้งมน.....	24
ภาพที่ 23 สภาพเส้นทางคอนกรีตในหมู่บ้าน.....	26
ภาพที่ 24 สภาพเส้นทางลาดยาง(แอสฟัลท์) บริเวณหน้าโรงเรียนประสานสามัคคี บ้านทับยาว ลาดกระบ้ง.....	26
ภาพที่ 25 สภาพเส้นทางหินกรวด บ้านทับยาว ลาดกระบ้ง.....	27
ภาพที่ 26 สภาพเส้นทางลูกรังและสะพานไม้ข้ามคลอง.....	27
ภาพที่ 27 สภาพพื้นที่จอดรถ ภายในโรงเรียน ประสานสามัคคี บ้านทับยาว ลาดกระบ้ง.....	28
ภาพที่ 28 วัสดุเหล็กท่อน้ำตัดกลม.....	29

ภาพที่ 29 ภาพร่าง (Sketch design) แผ่นที่ 1.....	35
ภาพที่ 30 ภาพร่าง (Sketch design) แผ่นที่ 2.....	36
ภาพที่ 31 ภาพร่าง (Sketch design) แผ่นที่ 3.....	36
ภาพที่ 32 ภาพร่าง (Sketch design) แผ่นที่ 4.....	37
ภาพที่ 33 ภาพร่าง (Sketch design) แผ่นที่ 5.....	37
ภาพที่ 34 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 1.....	38
ภาพที่ 35 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 2.....	38
ภาพที่ 36 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 3.....	39
ภาพที่ 37 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 4.....	39
ภาพที่ 38 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 5.....	40
ภาพที่ 39 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 6.....	40
ภาพที่ 40 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 7.....	41
ภาพที่ 41 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 8.....	41
ภาพที่ 42 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 9.....	42
ภาพที่ 43 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ 5 ที่ได้เลือกมาพัฒนาแบบต่อ.....	43
ภาพที่ 44 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design) แบบที่ได้รับการพัฒนาแบบ.....	43
ภาพที่ 45 แบบสุดท้าย ที่ใช้ในการเสนอผลงานชิ้นแบบร่าง.....	44
ภาพที่ 46 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงแบบด้วยการทำต้นแบบ.....	45-46
ภาพที่ 47 แบบสุดท้ายที่ได้หลังจากการสรุปผลจากการทำต้นแบบ.....	47
ภาพที่ 48 แบบสุดท้ายที่ได้หลังจากการสรุปผลจากการทำต้นแบบ.....	47
ภาพที่ 49 ภาพถ่ายผลงานในขั้นสุดท้าย ฝั่งด้านขวา.....	48
ภาพที่ 50 ภาพถ่ายผลงานในขั้นสุดท้าย ฝั่งด้านซ้าย.....	48
ภาพที่ 51 แผ่นภาพนำเสนองานที่1 Data relations.....	49
ภาพที่ 52 แผ่นภาพนำเสนองานที่2 Concept.....	49
ภาพที่ 53 แผ่นภาพนำเสนองานที่3 Data Analysis.....	50
ภาพที่ 54 แผ่นภาพนำเสนองานที่4 Data Analysis.....	50
ภาพที่ 55 แผ่นภาพนำเสนองานที่5 Data Analysis.....	51
ภาพที่ 56 แผ่นภาพนำเสนองานที่6 Sketch Design.....	51
ภาพที่ 57 แผ่นภาพนำเสนองานที่7 3D Sketch Design และการเลือกแบบเพื่อพัฒนาต่อ.....	52
ภาพที่ 58 แผ่นภาพนำเสนองานที่8 Fix Design ในขั้นตอนแบบร่าง.....	52
ภาพที่ 59 แผ่นภาพนำเสนองานที่9 ข้อเสนอแนะของกรรมการในการตรวจแบบร่าง.....	53

ภาพที่ 60 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 10 Sketch การพัฒนาแบบหลังขั้นตอนแบบร่าง.....53

ภาพที่ 61 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 11 แบบสุดท้ายก่อนการทำต้นแบบ.....54

ภาพที่ 62 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 12 การจัดตำแหน่งตัวถังก่อนทำการเชื่อม.....54

ภาพที่ 63 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 13 การประกอบตัวถังและการวิเคราะห์ผลการเชื่อมต้นแบบ.....55

ภาพที่ 64 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 14 สรุปผลการใช้งานต้นแบบคันแรก.....55

ภาพที่ 65 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 15 การสรุปผลหลังจากการปรับปรุง.....56

ภาพที่ 66 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 16 แบบสุดท้ายหลังจากการทำต้นแบบ.....56

ภาพที่ 67 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 17 การทดสอบการขับที่จริงหลังจากสรุปแบบในขั้นตอนสุดท้าย  
.....57

ภาพที่ 68 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 18 รูปทัศนียภาพสามมิติของแบบสุดท้าย.....57

ภาพที่ 69 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 19 รูปด้าน.....58

ภาพที่ 70 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 20 แสดงรายละเอียดของผลงาน.....58

ภาพที่ 71 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 21 แสดงวิธีการใช้งาน.....59

ภาพที่ 72 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 22 การทดสอบตัวอย่างสี.....59

ภาพที่ 73 แผ่นภาพนำเสนองานที่ 23 แสดงรายการวัสดุ.....60

ภาพที่ 74 รายละเอียดประกอบแบบ Multi view .....61

ภาพที่ 75 รายละเอียดประกอบแบบ ส่วนตัวถังหลัก ( Part A ).....62

ภาพที่ 76 รายละเอียดประกอบแบบ ส่วนตัวถังหลักแบบแยกชิ้นส่วน ( Part A Assembly )...63

ภาพที่ 77 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A1 ).....64

ภาพที่ 78 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A2 ).....65

ภาพที่ 79 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A3 ).....66

ภาพที่ 80 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A4 ).....67

ภาพที่ 81 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A5 ).....68

ภาพที่ 82 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A6 ).....69

ภาพที่ 83 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A7 ).....70

ภาพที่ 84 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A8 ).....71

ภาพที่ 85 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A9 ).....72

ภาพที่ 86 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A10 ).....73

ภาพที่ 87 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A11 ).....74

ภาพที่ 88 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A12 ).....75

ภาพที่ 89 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A13 ).....76

ภาพที่ 90 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A14 ).....	77
ภาพที่ 91 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A15 ).....	78
ภาพที่ 92 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนตัวถังหลัก ( Part A16 ).....	79
ภาพที่ 93 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนคอแฮนด์ ( Part B ) แบบสามมิติ.....	80
ภาพที่ 94 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนคอแฮนด์ ( Part B ) .....	81
ภาพที่ 95 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนคอแฮนด์ ( Part C ) แบบสามมิติ.....	82
ภาพที่ 96 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนคอแฮนด์ ( Part C ) .....	83
ภาพที่ 97 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนคอแฮนด์ ( Part D ) แบบสามมิติ.....	84
ภาพที่ 98 รายละเอียดประกอบแบบ ขึ้นส่วนคอแฮนด์ ( Part D ) .....	85
ภาพที่ 99 รายการวัสดุ.....	86
ภาพที่ 100 ตารางรายการวัสดุ.....	87
ภาพที่ 101 ข้อเสนอแนะของกรรมการ.....	89
ภาพที่ 102 แนวทางการปรับปรุงของตะกร้า.....	89
ภาพที่ 103 แบบที่ได้ทำการปรับปรุงในส่วนของตะกร้า.....	90
ภาพที่ 104 แบบที่ได้ทำเพิ่มเติมในส่วนของกราฟฟิก.....	90
ภาพที่ 105 แบบที่ได้ทำการพัฒนาต่อในส่วนของกราฟฟิกและการเลือกแบบ .....	91
ภาพที่ 106 กราฟฟิกบนส่วนต่างๆของรถจักรยาน.....	91
ภาพที่ 107 แนวทางในการปรับปรุงส่วนของเบาะนั่ง.....	92
ภาพที่ 108 การปรับปรุงส่วนของเบาะนั่ง.....	92
ภาพที่ 109 แบบของเบาะนั่ง ที่ได้ทำการปรับปรุง และการเลือกแบบขั้นสุดท้าย.....	93
ภาพที่ 110 แนวทางการปรับปรุงส่วนบังโคลน.....	93
ภาพที่ 111 การเลือกแบบบังโคลนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว.....	94
ภาพที่ 112 แนวทางการปรับปรุงส่วนที่ยืนโดยสารของผู้โดยสาร.....	94
ภาพที่ 113 การปรับปรุงส่วนที่ยืนโดยสารของผู้โดยสาร.....	95
ภาพที่ 114 แนวทางการปรับปรุงส่วนรองรับตะกร้า.....	95
ภาพที่ 115 การปรับปรุงและการเลือกแบบส่วนรองรับตะกร้า.....	96
ภาพที่ 116 รูปแบบสุดท้ายหลังจากการปรับปรุง.....	96
ภาพที่ 117 รูปแบบสุดท้ายหลังจากการปรับปรุง.....	97
ภาพที่ 118 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่1(ด้านขวา).....	98
ภาพที่ 119 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่1(ด้านซ้าย).....	98
ภาพที่ 120 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่2(ด้านซ้าย).....	99

ภาพที่ 121 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่2(ด้านขวา).....	99
ภาพที่ 122 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่3(ด้านขวา).....	100
ภาพที่ 123 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่3(ด้านซ้าย).....	100
ภาพที่ 124 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่4(ด้านขวา).....	101
ภาพที่ 125 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่4(ด้านซ้าย).....	101
ภาพที่ 126 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่5(ด้านขวา).....	102
ภาพที่ 127 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่5(ด้านซ้าย).....	102
ภาพที่ 128 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่6(ด้านขวา).....	103
ภาพที่ 129 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่2 แบบที่6(ด้านซ้าย).....	103



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ความห่างไกลสถานศึกษาของเด็กนักเรียนในชนบท อันเกิดจากปัญหาความยากจน การขาดแคลนทุนทรัพย์ ซึ่งส่วนใหญ่ครอบครัวของเด็กนักเรียนเหล่านี้จะประกอบอาชีพการทำเกษตรกรรม สามารถพบเจอได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เด็กนักเรียนในชนบทต้องขาดเรียน หรือขาดโอกาสทางการศึกษา ซึ่งเป็นผลเสียต่อการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาของเด็กไทย

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีโครงการต่างๆ เพื่อช่วยเหลือเด็กนักเรียนในชนบท ให้มีโอกาสทางการศึกษาทัดเทียมกับเด็กในเมือง โครงการจัดหาจักรยานเพื่อมอบให้กับเด็กนักเรียนตามชนบท จึงได้เกิดขึ้น ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานและชมรมต่างๆ โดยมีโครงการ “รีไซเคิลจักรยานเก่า” ที่จัดโดยชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย ซึ่งได้จัดอยู่เป็นประจำ



ภาพที่ 1 “โครงการรีไซเคิลจักรยานเก่า” โดยชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย

โดยวัตถุประสงค์ของชมรมซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ รับผิดชอบต่อจักรยานทั้งเก่าและใหม่ทุกสภาพ เพื่อนำมาซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ เมื่อรวบรวมได้ปริมาณพอสมควรจึงนำไปมอบให้กับนักเรียนยากจนตามโรงเรียนต่างๆ ในต่างจังหวัด ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถเดินทางไปโรงเรียนได้สะดวกขึ้น และเป็นการดึงนักเรียนในท้องถิ่นนั้นๆ เข้ามาับการศึกษามากขึ้น แต่ปริมาณของจักรยานที่ยังไม่เพียงพอต่อ

ความต้องการ อีกทั้งผู้รับมอบจักรยานยังไม่สามารถเลือกจักรยานให้เข้ากับสรีระของตนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถึงแม้ในบางครอบครัวจะพอมีสถานะอยู่บ้างและสามารถหาซื้อจักรยานเป็นของตนเองได้ แต่ส่วนใหญ่ผู้ซื้อมักจะเลือกขนาดของจักรยานที่มีขนาดใหญ่เกินตัวเด็กไว้ก่อน โดยเมื่อเอาไว้เมื่อเด็กโตขึ้นจะสามารถขี่จักรยานได้พอดี เพื่อเป็นการประหยัด จะได้ไม่ต้องเปลี่ยนจักรยานหลายคันตามขนาดของตัวเด็ก ซึ่งเป็นผลเสียที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายในระหว่างการใช้งาน ทำให้ผู้ขับขี่ได้รับบาดเจ็บ และยังทำให้จักรยานได้รับความเสียหาย



ภาพที่ 2 จักรยานที่นำมาบริจาค ในโครงการริเริ่มจักรยานเก่า

ในฐานะที่จักรยานเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศได้ และไม่ต้องใช้ความซับซ้อนในการผลิตมากนัก โดยสามารถทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้อีกทั้งผลิตภัณฑ์เดิมยังไม่สามารถตอบสนองการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายได้ครอบคลุมนัก ดังนั้น โครงการนี้จึงได้เกิดขึ้นโดยเน้นในเรื่องของการใช้งานที่ง่าย ปลอดภัย รวมทั้งการดูแลรักษาที่เหมาะสมกับการใช้งานในท้องถิ่นต่างในชนบท และการใช้วัสดุที่เหมาะสมกับต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้จักรยานที่มีราคาถูกลงซึ่งทำให้สามารถหาซื้อและแจกจ่ายไปยังสถานศึกษาอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น และเป็นการช่วยส่งเสริมให้มีการใช้จักรยานในชีวิตประจำวัน โดยกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์นี้จะเป็นผู้ใช้ในระดับชั้นประถมศึกษา ตั้งแต่ชั้นป.1-ป.6 หรืออายุ 7- 12ปี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การศึกษาภาคบังคับ ที่มีการเรียนการสอนอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่1 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่6 เพื่อใช้เดินทางไปยังสถานศึกษา
2. ออกแบบจักรยานเพื่อให้สามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนต่ำ และเหมาะสมกับการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
3. ออกแบบจักรยานให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ในชนบท
4. ออกแบบจักรยานที่มีความปลอดภัย และมีขั้นตอนการดูแลรักษาที่ง่าย ไม่ซับซ้อน

## 1.3 แนวทางการแก้ปัญหา

จากปัญหาที่เกิดขึ้นและขอบเขตของโครงการ ทำให้สามารถสรุปแนวทางการออกแบบได้เป็นหัวข้อต่างๆได้ดังนี้คือ

1. ออกแบบให้สามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนต่ำ โดยการลดส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่มีการใช้งานของผู้ใช้ออกไปและเพิ่มเติมหรือปรับปรุงในส่วนที่มีการใช้งานบ่อยให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้ใช้ รวมทั้งช่วงเวลาและสิ่งแวดล้อม
2. ออกแบบโดยคำนึงถึงการผลิตที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งขั้นตอนการประกอบและซ่อมบำรุงที่ทำได้ง่าย
3. ออกแบบโดยเน้นความปลอดภัยและการใช้งานที่สะดวกเหมาะสมกับระยะทางและสภาพแวดล้อม
4. ออกแบบให้มีรูปลักษณะที่เหมาะสมกับผู้ใช้และจุดประสงค์ในการออกแบบ

## 1.4 วิธีการดำเนินโครงการออกแบบ

โครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทเพื่อใช้เดินทางไปยังสถานศึกษามีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. การศึกษาเนื้อหาทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับจักรยานทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาด, กรรมวิธีการผลิต, ส่วนประกอบและสิ่งที่สำคัญในการออกแบบจักรยาน โดยการศึกษาจากสิ่งพิมพ์, เอกสาร, งานวิจัย, และการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต
2. การศึกษาเนื้อหาเฉพาะ ได้แก่ พฤติกรรมการเดินทางด้วยจักรยาน, ขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มเป้าหมาย, สภาพแวดล้อมที่ทำการศึกษา, และรูปแบบที่สนใจของกลุ่มเป้าหมาย โดยการสังเกตและสอบถามกับผู้ที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์และประเมินผลข้อมูลที่ได้เพื่อนำมากำหนดขอบเขตของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขั้นตอนการร่างแบบด้วยมือ และการเลือกแบบมาทำแบบร่าง 3 มิติด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ขนาดและมิติต่างๆที่ชัดเจนขึ้น และสามารถทดลองแก้ไขในรายละเอียดต่างๆได้ดียิ่งขึ้น
5. การพัฒนาแบบด้วยการร่างแบบในคอมพิวเตอร์ และนำแบบร่างนั้นไปทำหุ่นจำลอง ขนาด 1:1
6. การทำหุ่นจำลองเพื่อทดสอบผลในด้านต่างๆ และสรุปผลเพื่อแก้ไขจุดบกพร่อง

## 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะได้รับสำหรับ “โครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบท เพื่อใช้เดินทางไปยังสถานศึกษา” คือ

1. ผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองการเดินทางไปโรงเรียนของเด็กนักเรียนในชนบท ที่สามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำ และสามารถตอบสนองรูปแบบการดำเนินชีวิตได้เป็นอย่างดี
2. ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบสามารถ ช่วยให้เด็กนักเรียนเดินทางไปโรงเรียนได้ สะดวกสบายและปลอดภัย และจากการออกแบบช่วยให้การผลิตทำได้ง่ายและมีราคาที่ต่ำลง เพื่อให้ผู้ให้การสนับสนุนโครงการสามารถจัดหาหรือเพิ่มจำนวนให้เพียงพอต่อความต้องการได้ง่ายขึ้น

## บทที่2 การรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

การรวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบท สามารถจำแนกข้อมูลเกี่ยวข้องออกเป็นส่วนต่างๆได้ดังนี้

### 2.1 ข้อมูลจักรยาน

#### 2.1.1 ผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม

จักรยานที่มีขายมีหลากหลายประเภท และหลากหลายราคา ในที่นี้จะกล่าวถึงจักรยานที่มีขายทั่วไป ที่มีราคาที่น่าซื้อได้ง่ายในท้องตลาด ได้แก่ จักรยานแม่บ้าน, จักรยาน บี เอ็ม เอ็กซ์ และ จักรยานแบบเสือภูเขา และจักรยานแบบอื่นที่มีราคาใกล้เคียงกับจักรยานประเภทนี้ ซึ่งได้แก่ จักรยานพับได้ ฯลฯ โดยราคาของจักรยานเหล่านี้จะอยู่ในช่วง ตั้งแต่ 1,000 บาท และไม่เกิน 3,000 บาท ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับความนิยมในการเลือกซื้อเป็นอันดับต้นๆ

#### จักรยานแม่บ้าน

จักรยานเอนกประสงค์หรือที่นิยมเรียกกันว่า “จักรยานแม่บ้าน” มีขนาดให้เลือกมากมาย ตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อ โดยทั่วไปที่มีขายและได้รับความนิยมจะมีขนาด 20, 24, และ 26 นิ้วฟุต จักรยานประเภทนี้มีราคาจำหน่ายอยู่ในช่วง 1,500- 2,500 บาท(ต.ค. 2549)

ลักษณะโดยทั่วไป เป็นจักรยานที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ มากมาย ส่วนใหญ่จะมากที่สุดในบรรดาจักรยานด้วยกันทั้งหมด



ภาพที่ 3 จักรยานแม่บ้านขนาดล้อ 24 นิ้วฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### จักรยาน บี เอ็ม เอ็กซ์ (BMX)

จักรยานประเภทนี้เป็นจักรยานที่ได้รับความนิยมมากสำหรับเด็ก เนื่องจากมีขนาดที่ไม่ใหญ่มาก มีขายอยู่เพียงขนาดเดียวคือ ขนาดล้อ 20 นิ้วฟุต ข้อดีของจักรยานประเภทนี้คือ มีขนาดที่ไม่ใหญ่มาก และมีโครงสร้างที่แข็งแรง ราคาจำหน่ายของจักรยานประเภทนี้จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1,800บาท ไปจนถึง 2,600 บาท

ส่วนประกอบของอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆของจักรยานประเภทนี้จะน้อยกว่าจักรยานประเภทอื่นๆ โดยจะมีเท่าที่จำเป็นเท่านั้น



ภาพที่ 4 จักรยาน บี เอ็ม เอ็กซ์ (BMX) ขนาดล้อ 20 นิ้วฟุต

### จักรยาน รูปแบบเหมือนจักรยานเสือภูเขา

จักรยานประเภทนี้เป็นจักรยานที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน มีขายอยู่หลายขนาด ได้แก่ ขนาด 20, 24, และ 26 นิ้วฟุต โดยได้รับความนิยมมากในขนาด 20 และ 24 นิ้วฟุต มีราคาจำหน่ายอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1,250บาท ไปจนถึง 1,600บาท (ต.ค.2549) ข้อดีของจักรยานประเภทนี้คือ มีลักษณะโครงสร้างที่แข็งแรง มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกมากพอกับจักรยานแม่บ้าน และมีรูปทรงที่เหมือนกับจักรยานเสือภูเขา ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน แต่แตกต่างกันในเรื่องของวัตถุประสงค์ในการใช้งาน



ภาพที่ 5 จักรยานรูปแบบเหมือนจักรยานเสือภูเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## จักรยานแบบพับได้

จักรยานแบบพับได้ หรือในบางที่เรียกว่า “จักรยานพับ หรือ รถพับ” เป็นจักรยานที่ได้รับความนิยมพอสมควรอีกประเภทหนึ่ง เนื่องจาก มีขนาดเล็กที่เล็กกว่าจักรยานทั่วไป แต่สามารถปรับขนาดให้เหมาะสมกับตัวผู้ใช้ได้ค่อนข้างมาก (การปรับระยะต่างๆทำได้มากกว่าจักรยานประเภทอื่นๆ) จักรยานประเภทนี้ส่วนใหญ่มีล้อขนาดเล็ก ได้แก่ขนาด 16และ20นิ้วฟุต ราคาจำหน่ายของจักรยานประเภทนี้ ส่วนใหญ่เริ่มต้นที่ 3,500 บาทขึ้นไป เนื่องจากเป็นจักรยานที่ผลิตในต่างประเทศจึงมีราคาแพง



ภาพที่ 6 จักรยานพับได้ขนาดล้อ 16 นิ้วฟุต

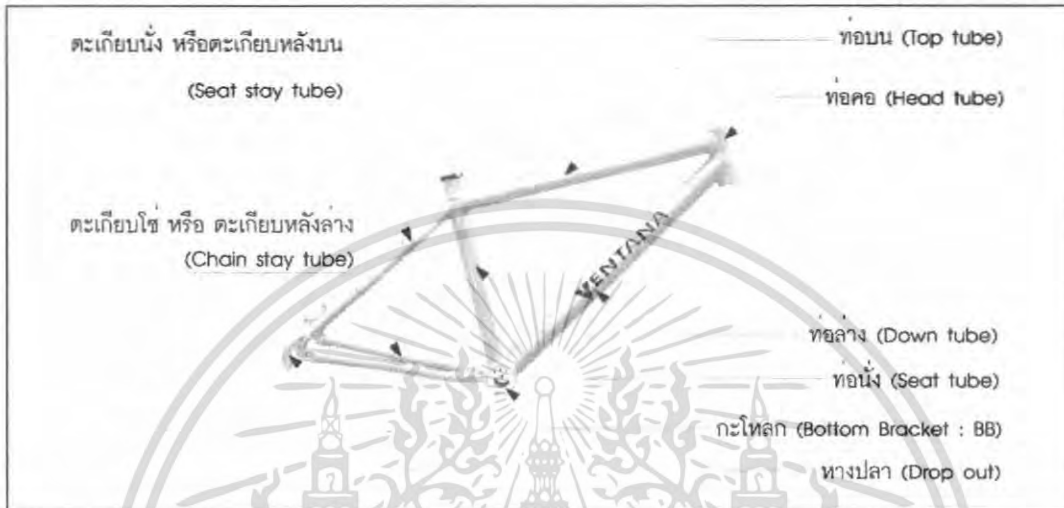
### 2.1.2 ส่วนประกอบของจักรยาน

#### 2.1.2.1 ตัวถังหรือโครงสร้างจักรยาน

โครงสร้างหลักหรือตัวถังจักรยาน(เฟรม) ได้ถูกพัฒนามาเป็นเวลานานจนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้มีรูปแบบที่หลากหลายตามการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยเกิดจากการดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วหรือคิดค้นขึ้นมาใหม่ ตัวถังจักรยานโดยทั่วไปที่ผลิตในประเทศมีน้ำหนักประมาณ 2-4 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับรูปแบบ ขนาดและวัสดุ มีโครงสร้างรูปแบบต่างๆที่เป็นของจักรยานและรูปแบบโครงสร้างของตัวถังจักรยานรูปแบบต่างๆที่มีความเป็นไปได้ในการทำเป็นตัวถังรถจักรยาน ดังนี้

### ก. โครงสร้างแบบไดมอนด์เฟรม (Diamond Frame)

โครงสร้างแบบนี้เป็นที่นิยมใช้กับจักรยานหลากหลายชนิดด้วยกัน เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง และมั่นคงมาก รูปแบบของโครงสร้างประเภทนี้จะคล้ายคลึงกับโครงถัก(Truss) ที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมเชื่อมต่อกัน



ภาพที่ 7 โครงสร้างตัวถังจักรยานแบบไดมอนด์เฟรม (Diamond Frame)

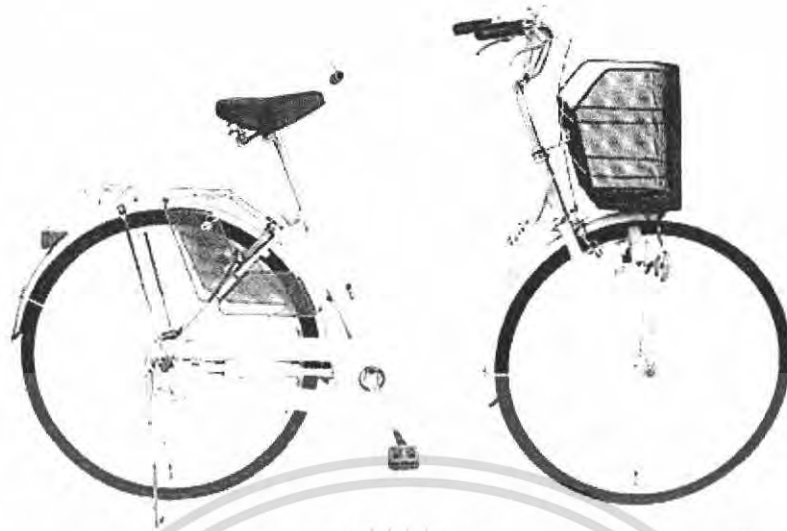
### ข. โครงสร้างแบบลูปเฟรม (Loop Frame)

โครงสร้างของจักรยานแบบนี้ได้มีการดัดแปลงมาจากแบบ ไดมอนด์เฟรม โดยจะมีโครงสร้างตัวถังชิ้นหนึ่งที่อยู่ในตำแหน่งที่เรียกว่า "ท่อบน" (Top tube) จะลาดต่ำลงมา มีผลทำให้มีความสะดวกในการก้าวขึ้นลงตอนขับขี่จักรยาน แต่ทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงลดน้อยลง



ภาพที่ 8 โครงสร้างจักรยานแบบ ลูปเฟรม (Loop Frame) ขนาดล้อ 26 นิ้วฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 โครงสร้างจักรยานแบบ ลูปเฟรม (Loop Frame) ขนาดล้อ 26 นิ้วฟุต

#### ค. โครงสร้างแบบครอสเฟรม (Cross Frame)

โครงสร้างของจักรยานประเภทนี้จะมีส่วนของตัวถังไขว้กัน เป็นโครงสร้างที่นิยมใช้กับล้อขนาดเล็ก ถ้าใช้กับล้อขนาดใหญ่จะมีส่วนตามเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้โครงสร้างแข็งแรงขึ้น ส่วนมากมักจะใช้วัสดุที่เป็นท่อกลวง ขนาดใหญ่ ลักษณะของโครงสร้างแบบนี้จะมีความยืดหยุ่นตัวสูง ทำให้การขับขี่นุ่มนวล แต่ไม่เหมาะกับการรับน้ำหนักมากๆ

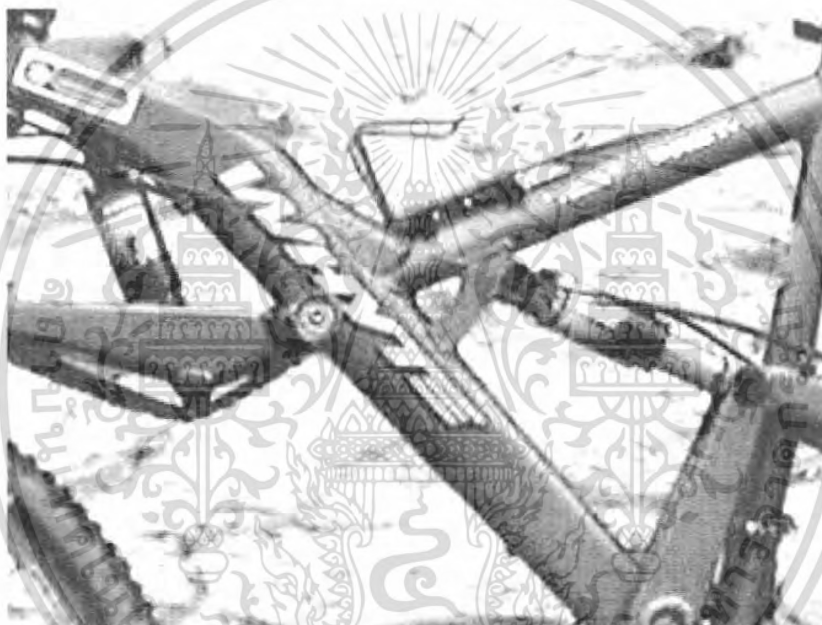


ภาพที่ 10 โครงสร้างจักรยานแบบ ครอสเฟรม (Cross Frame)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ง. โครงสร้างตัวถังแบบโมโนค็อก (Monocoque Frame)

โครงสร้างตัวถังจักรยานประเภทนี้มีลักษณะที่เกิดจากการนำแผ่นโลหะมาบ่มขึ้นรูป โดยแบ่งเป็นสองส่วนแล้วนำมาเชื่อมต่อกัน ส่วนใหญ่นิยมใช้อลูมิเนียมในการผลิต เพราะน้ำหนักเบา และขึ้นรูปเป็นรูปแบบต่างๆได้ง่ายกว่าเหล็ก โดยส่วนที่เรียกว่า "โมโนค็อก" ส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนหน้าซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของจักรยาน โดยส่วนหลังหรือตะเกียบหลังยังคงเป็นวัสดุทอกวงเหมือนเดิม รูปร่างหน้าตาของโครงสร้างแบบนี้มักมีขนาดใหญ่ เพราะใช้พื้นผิวของวัสดุในการรับแรง โดยบ่มเป็นลอน หรือหักมุมต่าง จึงใช้พื้นที่มากกว่าโครงสร้างประเภทอื่น แต่มีน้ำหนักเบา



ภาพที่ 11 โครงสร้างตัวถังแบบโมโนค็อก (Monocoque Frame)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 2.1.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติโครงสร้างจักรยานรูปแบบต่างๆ

แบบตัวถัง	ข้อดี	ข้อเสีย
โดมออนเฟรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงสูง</li> <li>- สามารถผลิตได้ด้วยวัสดุที่มีราคาถูก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีจำนวนชิ้นของเฟรมเป็นจำนวนมาก</li> <li>- มีการเชื่อมต่อหลายจุด</li> </ul>
ลูบเฟรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นโครงสร้างที่มีส่วนของเฟรมไม่สูงมาก การก้าวขึ้นลงทำได้สะดวก</li> <li>- สามารถผลิตได้ด้วยวัสดุที่มีราคาถูก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีน้ำหนักมาก</li> <li>- มีชิ้นส่วนของตัวถังมากพอกๆกับแบบ โดมออนเฟรม</li> <li>- มีการเชื่อมต่อหลายจุด</li> </ul>
ครอสเฟรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะของโครงสร้าง มีความยืดหยุ่นตัวสูง ทำให้การขับขี่มีนวล</li> <li>- สามารถผลิตได้ด้วยวัสดุที่มีราคาถูก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีน้ำหนักมาก</li> <li>- ไม่เหมาะกับการรับน้ำหนักมากๆ</li> </ul>
โมโนค็อก	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีน้ำหนักเบา</li> <li>- ใช้จำนวนชิ้นส่วนของตัวถังน้อย</li> <li>- มีแนวโน้มในการเชื่อมต่อชิ้นส่วนด้วยวิธีอื่นๆได้ เช่น การใช้ ริเวท นัต สกรู</li> <li>- ทำให้มีความแข็งแรง ได้ด้วยการเพิ่มรอยหักมุมหรือรอยพับต่างๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้การเชื่อมต่อเป็นแนวยาว</li> <li>- ใช้พื้นที่ผิววัสดุมาก</li> </ul>

### สรุปผลข้อมูลของโครงสร้างจักรยานแต่ละประเภท

ตัวถังจักรยานในแต่ละแบบมีความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน โดยสิ่งที่เหมือนกันของตัวถังจักรยานคือ ความแข็งแรง โดยตัวถังแต่ละแบบจะมีการรับแรงที่แตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบ

สำหรับโครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทนั้น ได้มุ่งเน้นในเรื่องของการผลิตที่สามารถทำได้ง่ายและเป็นการช่วยลดต้นทุน อีกทั้งยังเน้นในเรื่องการใช้งานที่สะดวกและเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในพื้นที่ชนบท ดังนั้นในขั้นตอนการออกแบบจึงได้นำข้อดีของตัวถังแบบต่างๆมาประยุกต์เข้ากับการออกแบบตามความเหมาะสม เพื่อให้เกิดการออกแบบที่มีความหลากหลาย และคงไว้ซึ่งความแข็งแรง

### 2.1.2.2 ระบบบังคับทิศทาง (Steering system)

ระบบบังคับทิศทางหรือที่เรียกกันว่า “ชุดแฮนด์” ซึ่งไม่ได้มีเพียงแค่แฮนด์และคอแฮนด์ แต่จะรวมไปถึงตะเกียบหน้าและระบบรองอื่น รวมทั้งสกรูและนัตต่างๆ เข้าไปด้วย

#### ตะเกียบหน้า (Front Fork)



ภาพที่ 12 ตะเกียบจักรยาน

ตะเกียบหน้าส่วนใหญ่ทำด้วยวัสดุแบบเดียวกับที่ใช้ทำตัวถังจักรยาน โดยจะมีราคาประมาณ 150-220 บาท (ต.ค.2549)

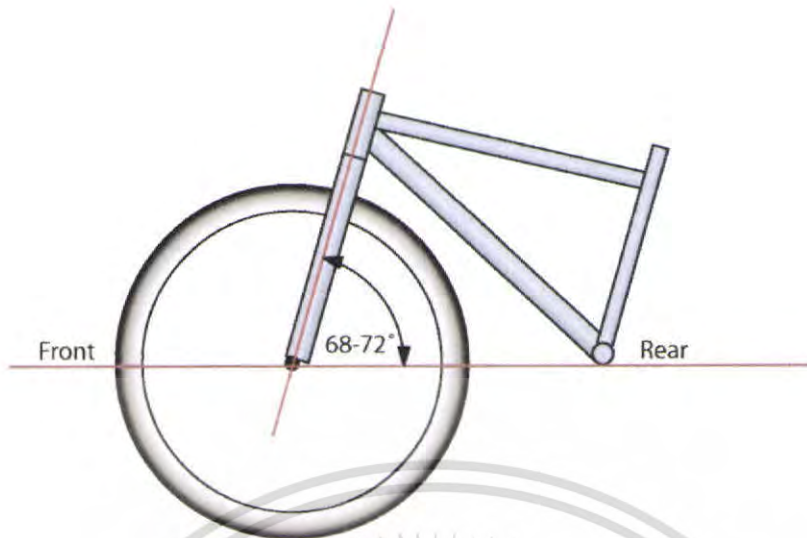
ตัวตะเกียบจะมีส่วนที่ใช้ยึดกับท่อคอเรียกว่า “ขาาง” โดยขาางส่วนใหญ่นี้ จะมีความยาวอยู่ในช่วง 5 ถึง 5.5 นิ้วฟุต (127-140 มม.) ซึ่งจะใช้กับท่อคอ (Head tube) ที่มีความยาว 3.5 ถึง 4 นิ้วฟุต (89-101 มม.)

ส่วนมุมความชันตะเกียบหน้า มักจะวัดจากมุมของแนวขาางตะเกียบกับเส้นแนวนอน (หรือวัดจากท่อคอซึ่งจะมีค่าเท่ากันเสมอ และสำหรับรถยนต์และจักรยานยนต์จะวัดกับเส้นแนวตั้ง) ซึ่งมุมนี้จะเรียกว่า “มุมแคสเตอร์” (Caster) ซึ่งมุมนี้จะมีผลต่อการขับขี่คือ

ถ้ามุมมาก คือ ชันมาก จะมีผลให้การเลี้ยวทำได้เร็ว และง่ายแต่จะไม่เสถียรซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานทางตรง

ถ้าหากมุมน้อย คือ ชันน้อย จะมีผลให้การเลี้ยวทำได้ยาก หน้าแฮนด์หนัก เหมาะกับทางตรงเป็นส่วนใหญ่

สำหรับจักรยานโดยทั่วไป มุมแคสเตอร์ จะมีความชันระดับ 68-72 องศา



ภาพที่ 13 แสดงมุม แคสเตอร์ ที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบจักรยาน

#### ชุดแหวนคอแฮนด์ (Headset)

ชุดแหวนคอแฮนด์ประกอบด้วย ตลับลูกปืน 2 ชุด อยู่ส่วนบนและส่วนล่างของถ้วยคอซึ่งเป็นตัวรองรับลูกปืนอีกที ซึ่งจะยึดเข้ากับท่อนคอ ของตัวถังจักรยาน โดยทั่วไปถ้วยคอจะมี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร (วัดตรงส่วนที่ใส่ลงไปในท่อนคอ หรือขนาดของรูบนท่อนคอ)

#### แฮนด์ และ คอแฮนด์ (Handle bar and Stem)

ตัวแฮนด์หรือที่เรียกกันสั้นๆว่า “แฮนด์” ส่วนใหญ่ของจักรยานทั่วไปมักทำด้วยเหล็ก ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ ตามประเภทของจักรยาน ลักษณะของแฮนด์จะมีส่วนที่ป่อง อยู่บริเวณกึ่งกลางของแฮนด์ ทำหน้าที่ช่วยให้แฮนด์มีความแข็งแรงขึ้น ละส่วนที่ป่องนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และตัวแฮนด์เองจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22.2 มิลลิเมตร

คอแฮนด์ มักทำด้วยเหล็ก ประกอบไปด้วยส่วนที่ยึดกับแฮนด์ และ ส่วนที่เสียบลงไปในตะเกียบ ซึ่งจะยึดติดกับตะเกียบด้วยการขันน็อตตัวบนของคอแฮนด์ ซึ่งจะไปทำให้กลไกภายในขยายตัวออก ทำให้คอแฮนด์ติดแน่นกับตะเกียบ ซึ่งจะต้องเสียบลงไปที่ยางตะเกียบ ไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับ หลักอาน

## การสรุปข้อมูลของระบบบังคับทิศทาง

จากการศึกษาข้อมูลของระบบบังคับเลี้ยว และส่วนประกอบที่มีความสำคัญในการออกแบบ มีข้อสรุปดังนี้

1. ขนาดของท่อคอกที่เหมาะสมกับตะเกียบจะมีความยาว ในช่วง 3.5 ถึง 4 นิ้วฟุต
2. ขนาดรูเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อคอกจักรยาน จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร
3. มุมเอียงท่อคอก หรือมุม แคสเตอร์ จะอยู่ในช่วง 68 – 72 องศา

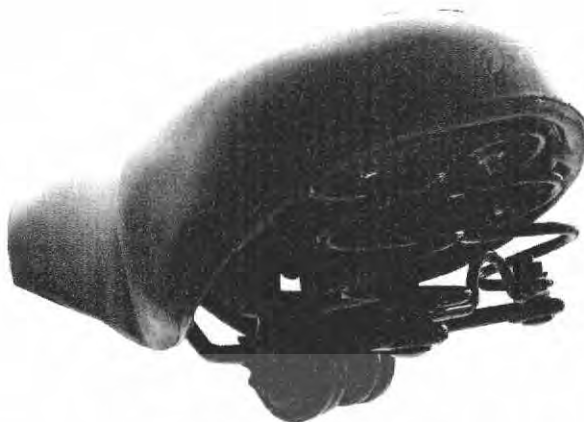
### 2.1.2.3 อานและหลักอาน (Saddle and Seat post)

อาน (Saddle) หรือเบาะนั่ง เป็นส่วนที่สัมผัสร่างกายของผู้ขับขี่เกือบตลอดเวลาในระหว่างการขี่จักรยาน เป็นส่วนที่ทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกสบาย หรือไม่สบายได้ในการขับขี่ อานที่ดีต้องสามารถรับน้ำหนักจากกระดูกเชิงกรานเวลานั่งได้

แต่เนื่องจากอานของผู้ชายและผู้หญิงมีความแตกต่างกัน คือผู้หญิงจะมีอานที่กว้างกว่าของผู้ชาย ดังนั้นอานที่เหมาะสมกับผู้หญิง จึงควรมีส่วนกว้างมากกว่าของผู้ชาย อีกทั้งท่าทางการนั่งขับขี่ มีผลต่อน้ำหนักที่กดลงบนอานเช่นกัน ดังเช่นการนั่งของจักรยานทั่วไป ที่เน้นความสบายในการขับขี่ ผู้ขับขี่จะนั่งหลังตรงกว่าจักรยานแบบแข่งชัน ทำให้น้ำหนักตัวของผู้ขับขี่จะตกลงที่อานมากกว่าปกติ มีผลทำให้เจ็บก้นได้ จึงต้องการอานที่กว้างและนุ่มกว่า อานจักรยานโดยทั่วไปแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆได้ 2 ประเภท คือ

#### 1. อานจักรยานแบบสปริง

อานจักรยานแบบสปริงส่วนใหญ่เป็นแบบที่ใช้กับจักรยานเอนกประสงค์ หรือที่เรียกกันว่า "จักรยานแม่บ้าน" เป็นเบาะนั่งที่สามารถรับแรงกระแทกได้ดีพอสมควร แต่เหมาะกับการใช้งานในระยะสั้นเพราะจะทำให้เกิดเหงื่อได้ง่าย เนื่องจากมีขนาดใหญ่กว่าแบบอื่นๆ และด้วยเหตุนี้เหมาะกับผู้หญิงอีกด้วย อานประเภทนี้มีลักษณะโครงสร้าง ที่ประกอบด้วย รางเหล็ก สปริง และตัวโครงสร้างของเบาะซึ่งเป็นพลาสติก ซึ่งจะหุ้มด้วยฟองน้ำ และส่วนที่หุ้มทับฟองน้ำอีกที ส่วนใหญ่จะเป็นหนังเทียม หรือพวก ไวนิล อานประเภทนี้มีราคาอยู่ในช่วง 200-350 บาท (ต.ค.2549)



ภาพที่ 14. แสดงเบาะจักรยานแบบ สปริง  
ที่มา : แฟ้มภาพ นาย สมภพ บุญจาง

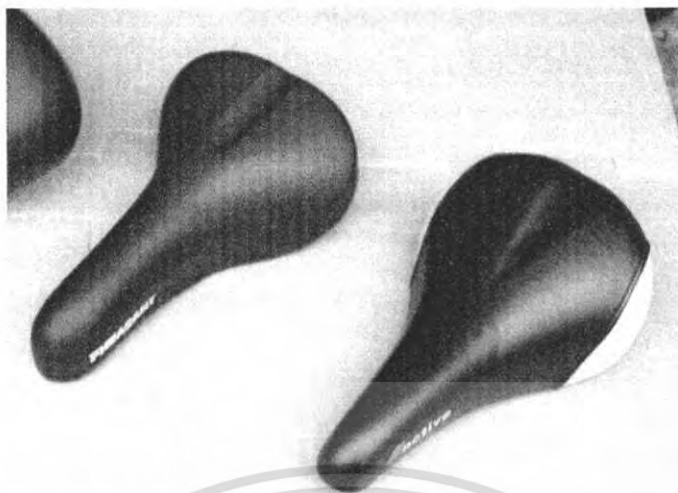


ภาพที่ 15 แสดงโครงสร้างเบาะจักรยานแบบ สปริง  
ที่มา : แฟ้มภาพ นาย สมภพ บุญจาง

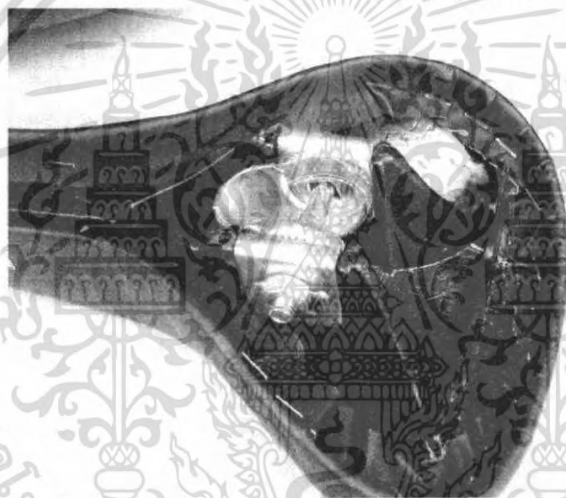
## 2. อานจักรยานแบบแข็ง

อานจักรยานแบบแข็ง ในที่นี้ หมายถึง อานที่มีโครงสร้างของอาน แบบแข็ง ส่วนใหญ่ทำมาจากพลาสติก และหุ้มด้วยฟองน้ำ และหนัง ฯลฯ อานจักรยานแบบนี้นิยมใช้กับจักรยานทั่วไปเกือบทุกแบบ เนื่องจากมีราคาถูก และไม่มีชิ้นส่วนซับซ้อน ซึ่งรุ่นใหม่ ๆ ในปัจจุบันจะนิยมฉีดตัวฟองน้ำและส่วนหุ้มฟองน้ำ มาเป็นชิ้นเดียวกันกับโครงเบาะ และในบางประเภทจะใช้วิธีการใช้วางเบาะที่เคยเป็นเหล็ก มาเป็นการฉีดพลาสติกโดยให้เป็นส่วนเดียวกับโครงเบาะ เพื่อลดต้นทุน โดยแบบทั่วๆไปจะมีราคา ประมาณ 90-150 บาท(ต.ค.2549)

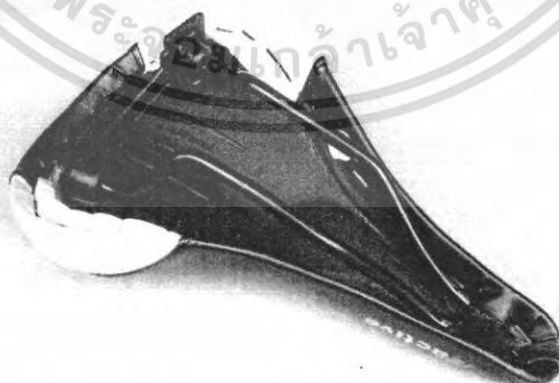
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 แสดงเบาะนั่งแบบแข็ง  
ที่มา : แพ้มภาพ นาย สมภพ บุญจาง



ภาพที่ 17 แสดงโครงสร้างเบาะจักรยานแบบแข็ง แบบไม่มีรางโลหะ  
ที่มา : แพ้มภาพ นาย สมภพ บุญจาง



ภาพที่ 18 แสดงโครงสร้างเบาะแบบแข็ง แบบมีรางโลหะ(เหล็ก)  
ที่มา : แพ้มภาพ นาย สมภพ บุญจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หลักอาน (Seat post)** เป็นตัวรองรับอานและ ยึดกับโครงสร้างจักรยาน โดยจะสวมลงไป ในท่อที่นั่ง (Seat tube) หลักอานที่ผลิตในประเทศส่วนใหญ่ทำจากเหล็กอย่างหนา เพราะต้องการ ความแข็งแรง มีทั้งแบบที่เป็นเหล็กชุบซิงค์ และ แบบที่ชุบโครเมียม ตัวหลักอานเป็นส่วนที่ปรับสูง ต่ำได้ช่วยให้ ผู้ขับขี่ปรับขนาดได้พอดีกับขนาดตัว แต่ไม่ควรตั้งขึ้นสูงเกินกำหนด ซึ่งจะมีขีดบอก เอาไว้และมีตัวหนังสือคำว่า min คือให้ใส่ลงไปไม่น้อยกว่ากว่าระยะนี้ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระยะ 65 มิลลิเมตร จึงจะปลอดภัย

ขนาดของหลักอานโดยมากที่ใช้กับจักรยานในประเทศจะมีอยู่สองขนาด คือ ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 22.2 และ 25.4 มิลลิเมตร แต่ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ขนาด 25.4 โดยจะมีความ ยาวให้เลือกขนาด 20 และ 30 เซนติเมตร ราคาของหลักอานอยู่ที่ 45-65 บาท

### สรุปข้อมูลส่วนที่นั่งของผู้ขับขี่

1. ในการออกแบบจักรยานควรมีตัวท่อยึดหลักอาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 25.4 มม. เนื่องจากเป็นแบบที่หาง่าย และมีความแข็งแรงเพียงพอเมื่อปรับอานขึ้นสูง
2. อานจักรยานควรนั่งได้สบายพอสมควร แต่ควรคำนึงถึงราคาเป็นหลัก เนื่องจากการใช้งานของ กลุ่มเป้าหมายเป็นการใช้งานในระยะสั้น

78307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ข้อมูลผู้ใช้งาน

### 2.2.1 พฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้งาน

ลักษณะการเดินทางด้วยจักรยานของเด็กนักเรียนในชนบทส่วนใหญ่ เป็นการเดินทางจากบ้านสู่จุดหมายปลายทาง คือโรงเรียน ในช่วงเวลาประมาณ 7.00น. ไปจนถึง เวลาประมาณ 7.50 น. และเดินทางจากโรงเรียนกลับถึงบ้าน ในช่วงหลังเลิกเรียนเวลา 15.30น. โดยในช่วงระหว่างการเรียนนั้นจักรยานจะถูกจอดแล้วล็อคเอาไว้ โดยการล็อคครดจักรยานนั้นส่วนใหญ่เป็นการล็อคเฉพาะตัวจักรยานเพียงลำพัง ไม่ได้มีการล็อคเข้ากับหลักหรือสิ่งปลูกสร้างที่มั่นคง

ในการเดินทางดังกล่าว จะประกอบได้ด้วยสัมภาระอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งได้แก่ สมุด หนังสือเรียน และอาหารกลางวัน และรวมไปถึงอุปกรณ์บางอย่างที่ใช้ประกอบกับการเรียนหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นในโรงเรียน และในบางครั้งหรือบางครอบครัวที่มีจักรยานไม่เพียงพอต่อจำนวนคนในบ้าน จะมีการโดยสารร่วมไปกับรถจักรยานคันเดียวกัน



ภาพที่ 19 การเดินทางด้วยจักรยานของเด็กนักเรียนชั้นประถม

ระยะทางในการเดินทางจากการสังเกตพบว่า บ้านของกลุ่มเป้าหมายจะอยู่ใกล้ๆกับโรงเรียน โดยในแต่ละหมู่บ้านจะมีโรงเรียนประจำหมู่บ้านในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งถ้าเป็นหมู่บ้านที่มีขนาดใหญ่อาจจะมีโรงเรียนมากกว่า1โรงเรียน โดยมีระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนตั้งแต่ไม่ถึง1 กิโลเมตร ไปจนถึง3กิโลเมตร หรือมากกว่านั้น สำหรับนักเรียนบางคน

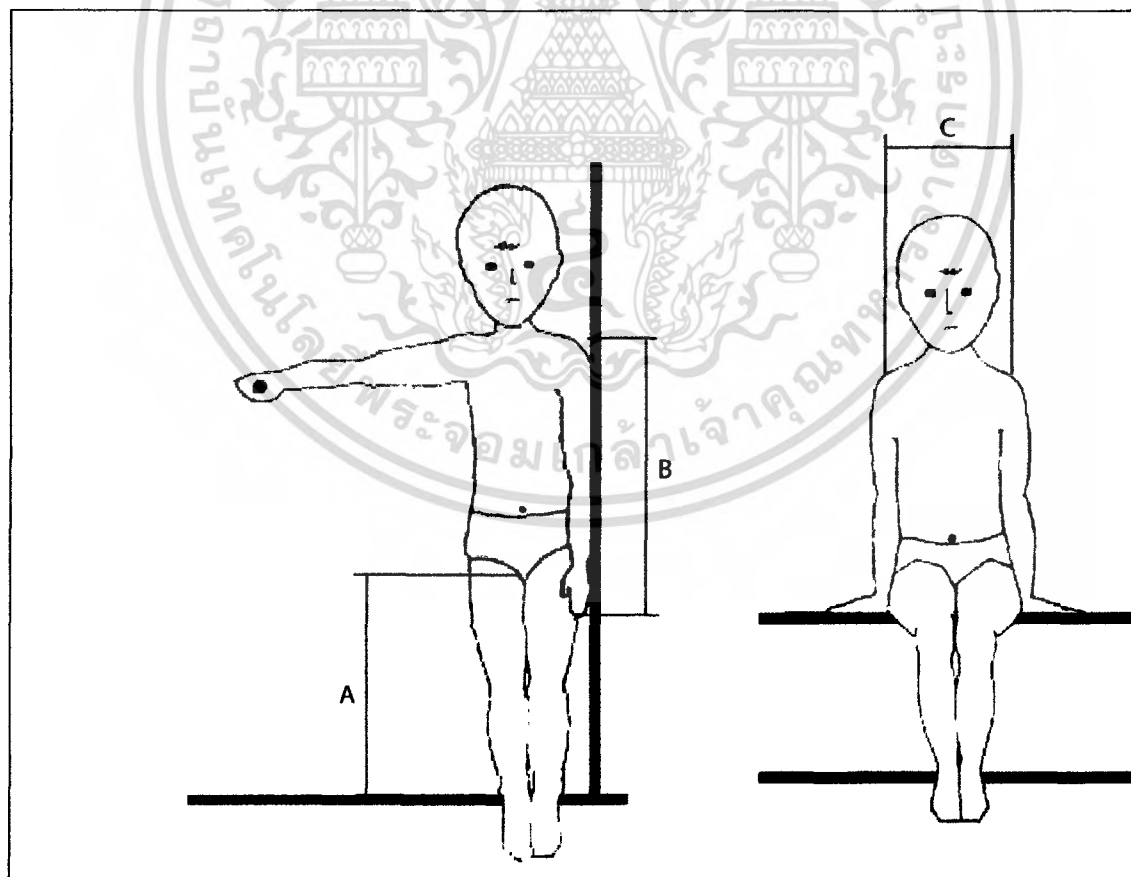
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 ขนาดสัดส่วนร่างกายผู้ใช้งาน

ขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานที่มีผลต่อการออกแบบจักรยาน โดยทั่วไปแล้วสามารถนำระยะต่างๆมาใช้ได้เกือบทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ได้จักรยานที่มีขนาดที่พอดีกับบุคคล คนนั้น แต่สำหรับการผลิตจักรยานในระบบอุตสาหกรรมการแบ่งขนาด(ไซส์)ของจักรยานจึงได้เกิดขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการผลิตและการเลือกซื้อของผู้ใช้งาน โดยในการแบ่งขนาดของตัวถังจักรยาน ออกเป็นขนาดต่างๆนิยมแบ่งโดยการใช้ความยาวช่วงขาเป็นเกณฑ์ และถูกแบ่งออกเป็นหลายๆขนาดเพื่อให้ง่ายต่อการเลือกซื้อ

ในการออกแบบจักรยานสำหรับโครงการนี้ ขนาดสัดส่วนของผู้ใช้จึงมีความสำคัญไม่แพ้กัน โดยระยะที่นำมาใช้ในการออกแบบจักรยานได้แก่

- A. ระยะความยาวช่วงขา เพื่อให้สำหรับกำหนดขนาดความสูงของตัวถัง เพื่อความปลอดภัยในการก้าวขึ้นลงและความสะดวกสบายในการใช้งาน
- B. ระยะความยาวช่วงแขน ใช้สำหรับกำหนดระยะเอี้อมในขณะที่นั่งจับแฮนด์
- C. ระยะความกว้างไหล่ ใช้สำหรับการเลือกระยะความกว้างแฮนด์ที่สัมพันธ์กับช่วงไหล่ของผู้ขับขี่



ภาพที่ 20 ขนาดสัดส่วนของเด็กนักเรียนไทยอายุ 7-12ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดสัดส่วนเด็กนักเรียนไทย ที่มีผลต่อการออกแบบ จักรยาน

	เด็กชาย			เด็กหญิง		
	MIN	MAX	MEAN	MIN	MAX	MEAN
A	43.5	71.5	52.8	44.7	76.0	70.9
B	63.5	73.5	68.5	63.5	73.5	68.5
C	22.5	43.5	35.5	21.5	44.0	36.5

เมื่อพิจารณาข้อมูลในตารางจะได้ระยะต่างๆสำหรับใช้ในงานออกแบบได้ดังนี้

1. ระยะความยาวขาที่มีผลต่อการออกแบบคือระยะความยาวขาน้อยที่สุดคือ 43.5 ซม. เป็นระยะที่ผู้ขี่จักรยานจะควรมองจักรยานได้อย่างปลอดภัย ตัวถังจักรยานจะต้องมีระยะความสูงที่น้อยกว่า 43.5 ซม. (ในส่วนของผู้ขี่ก้าวขึ้นลง)
2. ระยะความยาวแขนที่นำมาใช้คือ ค่า MEAN หรือ 68.5 ซม. เนื่องจากระยะแขนของกลุ่มเป้าหมายมีความแตกต่างกันไม่มากทั้งเด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิง โดยค่าที่นำมาใช้จะเป็นตัวกำหนดระยะเอี้อมของแขนที่เหมาะสม โดยเน้นที่การขี่ที่สบาย เพื่อให้ผู้ขี่ขี่ก้มตัวมากเกินไป
3. ระยะความกว้างไหล่ ที่นำมาใช้คือ ค่า MAX หรือ 44.0 ซม. เนื่องจากแฮนด์ที่กว้างกว่าช่วงไหล่จะทำให้การขี่และการควบคุมทำได้ง่ายปลอดภัย ในการออกแบบจึงเลือกใช้แฮนด์ที่มีขนาดกว้างกว่าช่วงไหล่ของผู้ขี่

## 2.3 ข้อมูล สัมภาระ และส่วนบรรทุกสัมภาระ

### 2.3.1 สัมภาระ


สัมภาระของกลุ่มเป้าหมาย ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังตารางที่ 2.3.1 ซึ่งการนำสัมภาระติดตัวไปใช้ประจำวัน พบว่าเป็นการนำไปเพียงบางส่วน โดยจะแบ่งเป็นส่วนหลักๆได้คือ

- กระเป๋าหนังสือ ซึ่งภายในจะมีอุปกรณ์เครื่องเขียน สมุดการบ้าน ฯลฯ ในบางที่จะใช้กระเป๋าที่มีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น ย่อม กระเป๋าสะพายหลัง กระเป๋าถือ ฯลฯ
- อาหารกลางวัน ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไปในเรื่องของภาชนะที่บรรจุ
- น้ำดื่มหรือภาชนะใส่น้ำ

### ตารางที่ 2.3.1 แสดงมิติขนาดของสัมภาระต่างๆ

สัมภาระ	ขนาดสัดส่วน ก x ย x ส(ซม.)
กระเป๋านักเรียน 	30 x 45 x 7 ความหนาตามสิ่งของที่บรรจุ ส่วนใหญ่ไม่เกิน 12 ซม.
ย่อม ขนาดของย่อมส่วนใหญ่จะมีขนาดตามสัมภาระ	21 x 30 x ความหนาตามสิ่งของที่บรรจุ(7)
กระเป๋าสะพายหลัง(เป้)	28 x 32 x 10 (ความหนาเปลี่ยนแปลงได้ตาม สิ่งของที่บรรจุ)
ปิ่นโต 	D15x 25(ความสูงตามจำนวนชั้น)
กล่องข้าว 	13 x 18 x 6
กระติบข้าวเหนียว(ขนาดเล็ก)	D9 x17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	
กระตักน้ำแบบทรงกระบอก	D9.5 x 18

### การสรุปขนาดสัดส่วนของสัมภาระ

ขนาดของสัมภาระของผู้ใช้ ส่วนใหญ่จะนำไปบางส่วน ตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งแบ่งเป็น3อย่างคือ กระเป่า อาหารกลางวัน น้ำดื่ม

ปริมาณของอุปกรณ์บรรทุกสัมภาระควรมีขนาด

1. กว้างไม่น้อยกว่า 30 ซม.
2. ยาว(หนา)ไม่น้อยกว่า 25 ซม.(ความหนาของกระเป่าสะพายหลัง+ปืนโต)
3. ความลึก(สูง) ไม่น้อยกว่า 30 ซม.(ความสูง2ใน3ของส่วนที่สูงที่สุด)
4. ส่วนบรรทุกสัมภาระควรเป็นทรงสูง เพื่อป้องกันอาหารหกเลอะเทอะ และควรมีส่วนจับ

ยึดสัมภาระเพื่อป้องกันการล้มหรือแกว่ง

### 2.3.2 ส่วนบรรทุกสัมภาระ

ส่วนบรรทุกสัมภาระของจักรยานโดยทั่วไปจะเป็นตะกร้าบรรทุกสัมภาระ โดยจะติดอยู่ทางตอนหน้าของจักรยาน โดยแบ่งเป็นรูปแบบต่างๆได้ 2แบบคือ

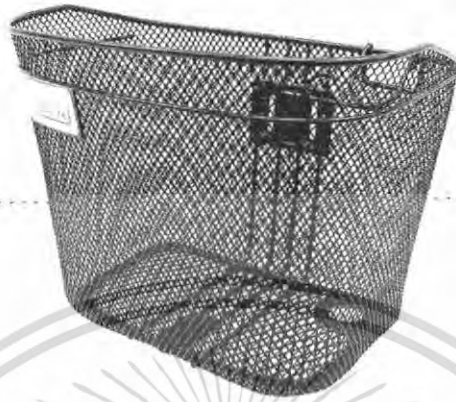
1. แบบเหลี่ยม โดยด้านบนจะมีมุมป้านเล็กน้อย เพื่อการใส่ของและหยิบได้สะดวก โดยวัสดุเป็นเส้นลวดเล็กๆชุบด้วยพลาสติก เพื่อกันสนิม



ภาพที่ 21 ตะกร้าแบบเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบโค้งมนหรือวงรี เป็นแบบที่ออกแบบมาเพื่อความสวยงามและนำใช้สอยมากขึ้น มีการพัฒนาลวดลายต่างๆเพื่อความสวยงามมากขึ้น



ภาพที่ 22 ตะกร้า แบบโค้งมน

### ส่วนบรรจุทุกสัมภาระอีกรูปแบบหนึ่ง

ส่วนที่เป็นที่นั่งด้านหลัง เป็นอีกส่วนที่สามารถใช้บรรจุทุกสัมภาระต่างๆได้ แต่ต้องมีการนำสายยางยึดมารัดไว้ ในบางแบบจะมีที่หนีบอยู่ด้านหลังด้วย

### ระบบการทำงานของตะกร้าบรรจุทุกสัมภาระของจักรยาน

มีระบบดังนี้

- ระบบที่เลี้ยวตามล้อหน้า
- ระบบที่ไม่เลี้ยวตามล้อหน้า

#### 1. ระบบที่เลี้ยวตามล้อหน้า

เป็นระบบที่พบเจอได้ทั่วไป โดยมีส่วนที่ยึดตะกร้าติดกับตะเกียบหรือส่วนบังคับเลี้ยว ซึ่งมีข้อดีข้อเสียดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.3.2.1

ตารางที่ 2.3.2.1 แสดงข้อดีข้อเสียของส่วนบรรจุทุกสัมภาระแบบเลี้ยวตามล้อหน้า

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เลือกลงง่าย	1. ถ้าบรรจุของหนักมากหน้ารถจะแกว่ง
2. ติดตั้งง่าย	2. ทำให้การขับขี่เสียการทรงตัวได้ง่าย
3. ราคาถูก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ระบบที่ไม่เกี่ยวข้องกับล้อยาน

ระบบนี้โดยส่วนมากพบเจอได้กับจักรยานยนต์ ซึ่งข้อดีข้อเสียจะสรุปไว้ในตารางที่ 2.3.2.2 เพื่อความง่ายในการทำความเข้าใจ

ตารางที่ 2.3.2.2 แสดงข้อดีข้อเสียของส่วนบรรทุกสัมภาระแบบไม่เกี่ยวข้องกับล้อยาน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นการถ่ายน้ำหนักลงโครงรถ 2. การบรรทุกหนักหน้ำรถไม่แกว่ง	1. ไม่ค่อยนิยมกับจักรยาน 2. ต้องมีการออกแบบเพื่อพื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์โดยเฉพาะ

### การสรุปข้อมูลสัมภาระ และส่วนบรรทุกสัมภาระ

1. พื้นที่บรรทุกสัมภาระมีขนาดไม่น้อยกว่า 30 x 25 x 30 ซม.
2. ส่วนบรรทุกสัมภาระควรไม่มีการแกว่งตัว เพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถขี่ได้อย่างปลอดภัยในสภาพเส้นทางทุรกันดาร
3. รูปทรงของส่วนบรรทุกสัมภาระควรมีลักษณะเป็นทรงสูงเพื่อป้องกันการหกเลอะเทอะของอาหาร

## 2.4 ข้อมูลสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมในชนบทสำหรับโครงการนี้ ได้แก่ สภาพเส้นทางการเดินทางของเด็กนักเรียน และสภาพแวดล้อมของที่จอดจักรยาน โดยพื้นที่ที่ได้ทำการสำรวจเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบได้เลือกสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นชนบท คือ มีลักษณะที่อยู่ห่างไกลกับแหล่งความเจริญ ซึ่งได้เลือกพื้นที่แถบชานเมืองฝั่งตะวันออกของกรุงเทพฯ และ พื้นที่บางส่วนของจังหวัดฉะเชิงเทรา

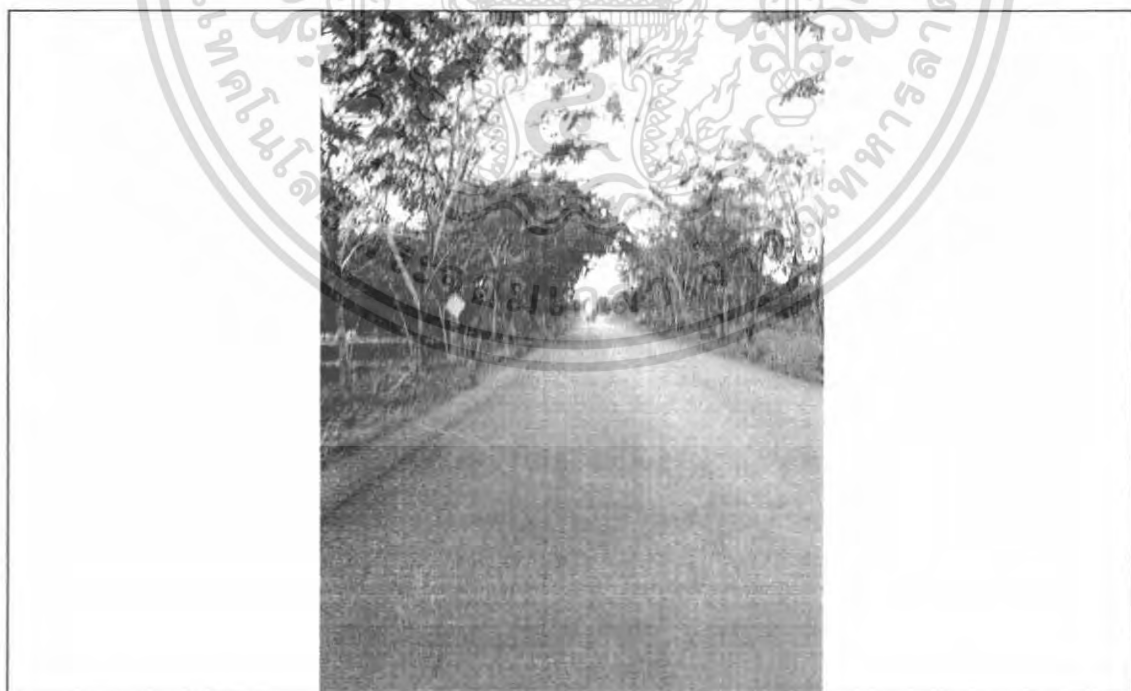
สภาพเส้นทางส่วนมากประกอบไปด้วย ทางลาดยาง(แอสฟัลท์), ทางคอนกรีต, ทางลูกรัง, ทางกรวด, สะพานไม้ โดยสภาพเส้นทางเหล่านี้จะมีผลโดยตรงรูปแบบของจักรยาน เช่น ความสูงของตัวถัง, ความยาวฐานล้อ และ ส่วนประกอบอื่นๆของจักรยาน

### 2.4.1 สภาพเส้นทางการเดินทาง

จากลักษณะการเดินทางของเด็กนักเรียน ที่เป็นการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียน และจากโรงเรียนกลับถึงบ้าน โดยมีระยะทางตั้งแต่ ไม่ถึง 1 กิโลเมตร ไปจนถึงประมาณ 3 กิโลเมตร หรือมากกว่าสำหรับนักเรียนบางคน สภาพเส้นทางที่พบเจอส่วนมากจะเป็น ถนนลาดยาง(แอสฟัลท์) และถนนคอนกรีต เป็นทางหลักที่อยู่ใกล้ๆบริเวณโรงเรียน และเมื่อระยะทางไกลออกไปจะมีสภาพเส้นทางเป็นทางลูกรัง, ทางกรวด ซึ่งในฤดูฝนจะมีสภาพเป็นโคลนเลน



ภาพที่ 23 สภาพเส้นทางคอนกรีตในหมู่บ้าน

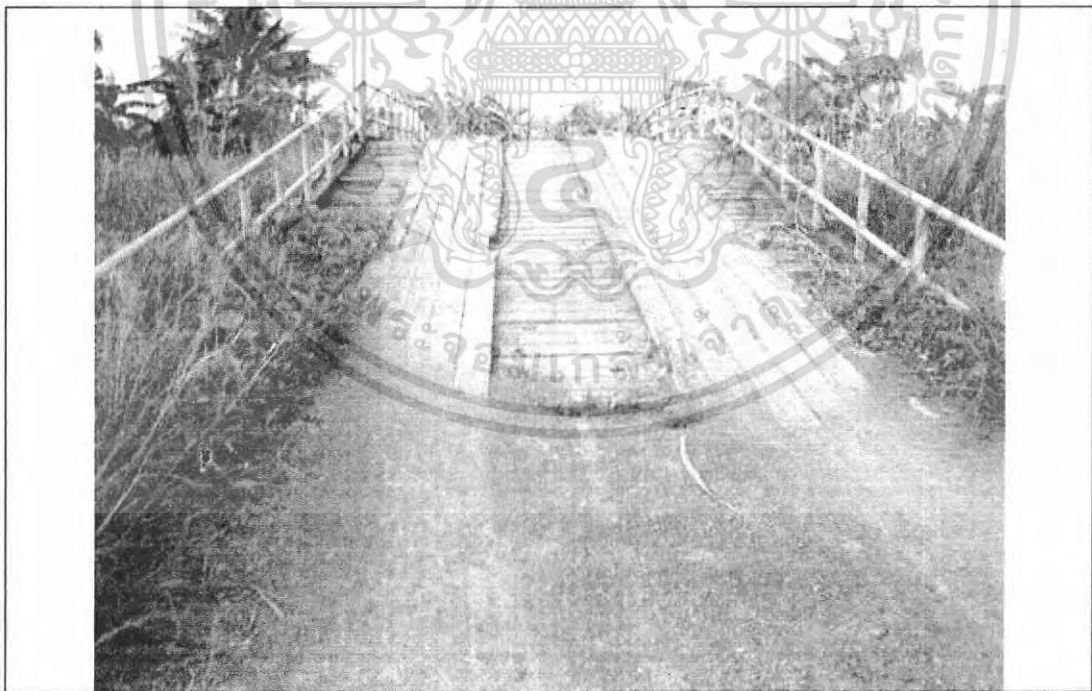


ภาพที่ 24 สภาพเส้นทางลาดยาง(แอสฟัลท์) บริเวณหน้าโรงเรียนประสานสามัคคี บ้านทับยาว ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 สภาพเส้นทางหินกรวด บ้านทับยาว ลาดกระบัง  
ที่มา: แฟ้มภาพ นาย สมภพ บุญจง



ภาพที่ 26 สภาพเส้นทางลูกรังและสะพานไม้ข้ามคลอง  
ที่มา: แฟ้มภาพ นาย สมภพ บุญจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 สภาพแวดล้อมที่จอดรถจักรยาน

สภาพแวดล้อมของที่จอดรถจักรยานสำหรับผู้ที่ทำการสำรวจนี้ได้แก่ สภาพแวดล้อมของที่จอดรถจักรยานภายในโรงเรียนซึ่งมีผลกระทบกับการออกแบบโดยตรง โดยเฉพาะลักษณะความอ่อนนุ่มของพื้นที่ที่ได้ทำการจอดรถจักรยาน พื้นที่ที่ทางโรงเรียนได้จัดให้สำหรับจอดรถจักรยานส่วนมากที่พบเจอในชนบทจะเป็นการจอดในพื้นที่โล่งแจ้งบริเวณรั้วโรงเรียน อาศัยร่มเงาของต้นไม้เป็นที่บังแสงแดด และสภาพของพื้นที่จอดนั้นมักจะเป็นดินหรือสนามหญ้า ซึ่งอ่อนนุ่มทำให้จักรยานล้มได้ง่าย จะมีในบางโรงเรียนที่ค่อนข้างมีฐานะจะมีการเทพื้นคอนกรีต และจัดพื้นที่เอาไว้เป็นสัดส่วน



ภาพที่ 27 สภาพพื้นที่จอดรถ ภายในโรงเรียน ประสานสามัคคี บ้านทับยาว ลาดกระบัง  
ที่มา: แท้มภาพ นาย สมภพ บุญจง

### สรุปผลข้อมูลสภาพแวดล้อม

จากการเก็บข้อมูลพบว่า สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบจักรยาน นั้นสำหรับสภาพเส้นทาง จะมีผลในเรื่องของการออกแบบจักรยานให้สัมพันธ์กับสภาพการใช้งาน โดยเฉพาะเส้นทางในชนบท มักจะมีลักษณะที่เป็นหลุมบ่อ หรือมีความลาดชัน จากสะพาน และเนินต่างๆ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงตอนออกแบบจึงเป็นในเรื่องของ

- ความสูงใต้ท้องรถที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์บนรถจักรยาน และ ความสูงนั้นจะต้องไม่สูงมากจนเกินไปจนกระทบต่อการขับขี่ของเด็กนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความยาวของระยะฐานล้อหน้า-หลัง ต่างๆควรมีลักษณะที่ค่อนข้างยาวเพื่อป้องกันการล้มคว่ำไปข้างหน้า จากสภาพเส้นทางที่มีเนินและหลุมบ่อ แต่การที่ฐานล้อถ้ามีความยาวมากเกินไปจะทำให้หมุมที่รถไปคร่อมเนินนั้นเปลี่ยนไป คือได้ห้องรถจักรยานจะติดพื้นได้ง่ายขึ้นเมื่อผ่านอุปสรรคที่เป็นเนินหรือคันดินต่างๆ แต่จะได้มาด้วยความมั่นคงในการทรงตัวไม่ม้วนหน้าตีสั่งกา หรือคว่ำได้ง่ายเป็นการทดแทน

สำหรับแฉกล้อในการจอดจักรยานนั้นจะได้ข้อสรุปว่า

-ในการออกแบบจักรยานเมื่อต้องมีการจอดนั้น ส่วนบริเวณขาตั้งควรมีลักษณะที่มั่นคง สามารถตั้งได้บนพื้นที่อ่อนนุ่ม

## 2.5 ข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เนื่องจากโครงการออกแบบฯนี้ เป็นโครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบท โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง วัสดุและการผลิตจึงเลือกในขอบข่ายที่สามารถนำมาใช้ได้ง่าย และสามารถหาซื้อได้ง่าย รวมทั้งใช้ขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน โดยวัสดุจะแบ่งเป็น 2 ประเภทตามชิ้นส่วนที่ได้ทำการออกแบบ โดยส่วนที่เป็นโครงสร้างทั้งหมดจะทำจากวัสดุประเภทโลหะ และส่วนที่เป็นส่วนประกอบต่างๆของจักรยาน ที่ไม่ได้รับแรงมาก หรือเป็นส่วนที่เน้นรูปแบบที่ไม่สามารถผลิตด้วยโลหะได้นั้นจะใช้วัสดุประเภทพลาสติก

### 2.5.1 วัสดุประเภทโลหะ

วัสดุประเภทโลหะที่จะนำมาใช้ในการออกแบบสำหรับโครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทนี้มีเกณฑ์ในการพิจารณา ถึงความเหมาะสมดังนี้

1. จักรยานที่ทำการออกแบบเป็นจักรยานที่เน้นในเรื่องของต้นทุนต่ำ
2. เป็นวัสดุที่สามารถทำการผลิตได้ง่ายด้วยกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ซับซ้อน
3. เป็นวัสดุที่มีความทนทาน หรือถ้ามีการเสียหายสามารถซ่อมแซมได้ง่าย

วัสดุประเภทโลหะสำหรับการออกแบบจักรยานในโครงการออกแบบฯนี้จึงเลือกใช้วัสดุที่มีราคาถูก และสามารถผลิตได้ง่ายด้วยกรรมวิธีที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งได้แก่เหล็ก ซึ่งแบ่งตามรูปร่างลักษณะได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. เหล็กแผ่น เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ มีความหนาให้เลือกตั้งแต่ หลากหลายขนาด โดยความหนาที่เหมาะสมสำหรับการผลิตจักรยานซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 254-2529) คือ ไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

ในขั้นตอนการผลิตนั้นสามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการเคาะ, บี้ม, พับ ฯลฯ เป็นรูปร่างตามต้องการได้ ซึ่งความแข็งแรงของการใช้วัสดุชนิดแผ่นนี้จะอยู่ที่รอยพับ รอยดัดต่างๆบนพื้นผิว อีกทั้งวิธีการประกอบ สามารถทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเชื่อม, การยึดด้วยรีเวท, การพับตะเข็บ ฯลฯ การพินิซผิวสามารถทำได้ด้วยการพ่นสีเพื่อป้องกันสนิมและเพื่อความสวยงาม

2. ท่อเหล็ก ท่อเหล็กในที่นี้จะกล่าวรวมท่อมที่มีรูปร่าง หน้าตัดต่างๆ เช่น หน้าตัดกลม , หน้าตัดเหลี่ยม ซึ่งหาซื้อได้ทั่วไป ท่อเหล็กเป็นอีกวัสดุที่ได้รับความนิยมในการนำมาผลิต จักรยานเนื่องจาก สามารถหาได้ง่าย และมีความแข็งแรง อีกทั้งใช้การผลิตที่ไม่ซับซ้อนเท่ากับวัสดุแบบแผ่น มีความหนาและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้เลือกหลายขนาด โดยความหนาที่เหมาะสมนั้นจะหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม.เช่นเดียวกับเหล็กแผ่น

การขึ้นรูปหรือการสร้างด้วยวัสดุประเภทท่อนั้นจะออกมาเป็นในลักษณะของโครงสร้างคือ เป็นการนำท่อมาตัดต่อหรือเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นรูปร่างต่างๆเพื่อให้เกิดความแข็งแรง โดยรูปแบบและความแข็งแรงนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบ และการเลือกใช้ขนาดของท่อ ในการพินิซผิวนั้น สามารถทำได้ด้วยการพ่นสี เพื่อป้องกันสนิมและเพื่อความสวยงาม



ภาพที่ 28 วัสดุเหล็กท่อน้ำตัดกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.2 วัสดุประเภทพลาสติก

วัสดุประเภทพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ เทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตติง

1. เทอร์โมพลาสติก แปรรูปด้วยการให้ความร้อนและแรงดัน และจะคงรูปอยู่ได้โดยการทำให้เย็นตัว สามารถนำไปหลอมใหม่ได้
2. เทอร์โมเซตติง เป็นพลาสติกที่แข็งตัวได้ด้วยความร้อนและแรงดัน เมื่อเปลี่ยนรูปไปแล้วไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้

สำหรับพลาสติกที่นิยมใช้ในการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบอุตสาหกรรม ได้แก่

### 1. อคริลิก Acrylics

การใช้งาน	นิยมใช้ทำป้ายโฆษณา, ป้ายร้านค้า, โคมหลังคา, กระจกแว่นตา, เลนส์, และโคมไฟ
คุณสมบัติ	เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควร เป็นรอยขีดข่วนง่าย ทนแสงอุลตราไวโอเลตได้ดี ทนต่อดินฟ้าอากาศ เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก มีทั้งชนิดใส, แบบฝ้า และทึบแสง
การทนสารเคมี	ทนสารเคมีได้ดีพอสมควร ทนได้ดีต่อกรดอ่อน ต่างอ่อน ไขมัน และ น้ำมัน ทนแอลกอฮอล์ได้จำกัด ไม่ทนต่อน้ำมันเบนซิน อาซีโตนคลอโรฟอร์ม สเปร์รี่ น้ำหอม และ กรดออกซิไดซิ่ง OXIDIZING ACID ชนิดเข้มข้น
ความร้อน	ทนความร้อนโดยปกติ 140-200 องศา
ถ.พ.	1.08-1.20

### 2. โพลีเอทิลีน Polyethylene

การใช้งาน	ใช้ทำบรรจุภัณฑ์อาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุเครื่องใช้ในครัว ถาดทำน้ำแข็งในตู้เย็น ขวดและภาชนะบรรจุของเหลว พลาสติกคลุมเรือนเพาะชำ สายเคเบิลและของใช้ราคาถูก
คุณสมบัติ	ในรูปแผ่นบางสามารถพับงอได้ดี ถ้ามีความหนามากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูงถึง 500% ฉีกขาดยาก ลักษณะคล้ายซีฟู้งไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก
การทนสารเคมี	ทนกรดและต่างอ่อน แต่จะเกิดปฏิกิริยาช้าๆ กับกรดออกซิไดซิ่ง ไม่ทนน้ำมันและไขมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าดและเบนซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน	ชนิดความหนาแน่นต่ำ	180-212 องศาฟาเรนไฮต์
	ชนิดความหนาแน่นปานกลาง	220-250 องศาฟาเรนไฮต์
	ชนิดความหนาแน่นสูง	250 องศาฟาเรนไฮต์
ถ.พ.	Low 0.91-0.925, High 0.941-0.965	

### 3. โพลีโพรไพลีน Polypropylene

การใช้งาน	ใช้ทำถุงบรรจุอาหารร้อน พลาสติกหุ้มของบุหรี เชือกปอพลาสติก เชือกมัดสายไฟฟ้า ก่องแบตเตอรี่ ถูตักน้ำ ฝาปิดโถส้วม หมวกกันน็อค กระเป๋าใส่ของ ภาชนะและเครื่องใช้ในบ้าน	
คุณสมบัติ	คล้ายกับโพลีเอทิลีน แต่คุณภาพดีกว่า ทนทานและแข็งแรงกว่า รับแรงต่างๆได้ดี ทนแรงเค้นได้ดีเยี่ยม ผิวแข็ง ไม่มีแนวของการสึกกร่อน ไม่ดูดซึมน้ำ	
การทนสารเคมี	ทนได้ดีกับกรดอ่อน-แก่ ทนน้ำมันเครื่องและไขมันได้จำกัด	
ความร้อน	ทนความร้อนโดยปกติ 216 — 275 องศาฟาเรนไฮต์	
ถ.พ.	0.90-0.91	

### 4. โพลีสไตรีนชนิดทนแรงกระแทก Polystyrene High Impact

การใช้งาน	ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่นๆ ด้วยบรรจุเครื่องเล่นของเด็กเล่น ไม้บรรทัดราคาถูก แผงและตู้โทรทัศน์วิทยุ ไฟท้ายรถ	
คุณสมบัติ	แข็งแรง คงรูปได้ดี สามารถทำเป็นสีต่างๆได้ มีทั้งใส ฝ้าและทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรสและกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ขึ้นรูปง่าย ติดไฟง่าย มีกลิ่นสไตรีน	
สารเคมี	ทนสารเคมีในบ้านได้ ทนด่างและกรดอ่อนได้ดี ไม่ทนกรดออกซิไดซิ่ง น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์และน้ำมันสน	
ความร้อน	ทนความร้อนโดยปกติ 150 — 180 องศาฟาเรนไฮต์	
ถ.พ.	1.04-1.10	

### 5. เอบีเอส ABS [Acrylonitrile – Butadiene – Styrene]

การใช้งาน	หมวกกันน็อค ผนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนในรถยนต์ ชิ้นส่วนพัดลม อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์	
-----------	--	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คุณสมบัติ** รับแรงกระแทกได้ดีมากและทนแรงอัดได้สูง ความแข็งแรงสูง ทึบแสง ทนต่ออินฟราอากาศ ไม่เสื่อมสภาพ ไม่มีสิ่งเป็นพิษตกค้าง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ชุบโครเมียมได้ดี ทนแสงแดดได้ดี-ดีมาก

**การทนสารเคมี** ทนกรดต่างได้ดีพอสมควร ไม่ทนต่อกรดออกซิไดซิ่งเข้มข้น ทนไขมันและน้ำมันเครื่องได้ดี ทนสารละลายทั่วไปได้ ยกเว้นคีโตนเอสเตอร์

**ถ.พ.** 1.02 – 1.08

## 6. เอสเอเอ็น SAN [Styrene Acrylonitrile Copolymer]

**การใช้งาน** ใช้ทำเครื่องใช้ในบ้านและเครื่องครัวที่มีคุณภาพสูง ตัวเรือนแลสว่นประกอบของเครื่องใช้สำหรับรักษาความสะอาด วิทยุ โทรทัศน์

**คุณสมบัติ** แข็ง เหนียว ทนต่อการขีดข่วนและเสียดสี ทนต่ออินฟราอากาศดีมาก ไม่มีสิ่งเป็นพิษตกค้าง ทนน้ำร้อนได้ดี

**การทนสารเคมี** ทนกรดและด่างอ่อนได้ ไม่ทนกรดแก่ เอสเตอร์และอีเธอร์ ทนสารละลายของสารอินทรีย์ ไขมันและน้ำมันเครื่องได้ดี

**ทนความร้อน** ทนความร้อนได้ 185 องศาฟาเรนไฮต์

**ถ.พ.** 1.08

## 7. พีวีซี PVC [Polyvinyl Chloride]

**การใช้งาน** ใช้ทำท่อน้ำ กระจับอย่างปูพื้น ผนังเทียม สายไฟ ถุงมือ ของเด็กเล่นชนิดเป่าลม ถ้วยและถาดบรรจุอาหาร ขวดบรรจุของเหลว ถูพลาสติก พลาสติกใสห่อปกหนังสือ ฟองน้ำชนิดดี

**คุณสมบัติ** เหนียว ทนทาน ใส พิมพ์ง่าย ทำความสะอาดง่าย ไม่เกาะติดสิ่งสกปรก ทนแรงกระแทกได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทั้งไฟฟ้าความถี่ต่ำและความถี่สูง ทำสีต่างๆได้

**การทนสารเคมี** ทนกรด ต่าง น้ำมันเครื่อง จารบี เบนซิน และไขมันได้ดี ไม่ควรทิ้งไว้ใกล้ Chlorinated Solvents น้ำยาทาเล็บ Moth Repellents

**ความร้อน** ทนความร้อนโดยปกติ 140 – 159 องศาฟาเรนไฮต์

สำหรับเกณฑ์ในการเลือกวัสดุประเภทพลาสติก สำหรับใช้ในงานออกแบบนี้ จะพิจารณาจากความเหมาะสมดังเกณฑ์ต่อไปนี้

1. เป็นวัสดุที่มีความทนทานและปลอดภัย และมีความเหมาะสมกับการทำเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่เป็นยานพาหนะ เนื่องจากต้องเน้นที่ความปลอดภัยในการใช้งานเป็นหลัก เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานได้ตลอดเวลา และควรเป็นวัสดุที่มีความทนทาน ไม่แตกหักหรือเสียรูปได้ง่าย
2. เป็นวัสดุที่มีราคาต้นทุนถูก เนื่องจากวัตถุประสงค์ของโครงการนี้เน้นไปที่เรื่องของต้นทุน

โดยวัสดุที่มีความเหมาะสมสำหรับโครงการออกแบบนี้มากที่สุด เมื่อพิจารณาจากข้อมูลแล้ว ได้แก่ พลาสติก เอบีเอส ABS เนื่องจากมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ความทนทาน และความสวยงาม

### การสรุปผลข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

ในการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้สำหรับโครงการออกแบบนี้ แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นโครงสร้างหลัก โดยในส่วนที่เป็นโครงสร้างหลักนั้นจะใช้วัสดุที่เป็นเหล็ก ซึ่งจะแบ่งตามรูปร่างลักษณะได้เป็น 2 แบบคือ แบบแผ่น และแบบท่อ ซึ่งจะใช้วัสดุที่มีลักษณะเป็นท่อเป็นหลักในการออกแบบ เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตที่ถูกลง และสามารถผลิตได้ง่าย และรวดเร็วมากกว่า

2. ส่วนที่เป็นส่วนประกอบของจักรยาน ในส่วนนี้จะได้แก่อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ที่บังโคลน ที่บังโคลน ตะกร้า ส่วนตกแต่งต่างๆ โดยจะใช้พลาสติกประเภท เอบีเอส ABS ซึ่งในส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างหลักของรถนี้ สามารถใช้วัสดุที่เป็นเหล็กได้เช่นกัน

โดยการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับรูปแบบ เช่น ถ้าเป็นรูปแบบที่มีความซับซ้อนมากๆ การใช้พลาสติกจะเหมาะสมกว่า

## ขอบเขตของการออกแบบ

1. ออกแบบจักรยาน 2 ล้อ ขับเคลื่อนด้วยแรงของผู้ขี่โดยการปั่นที่บันไดถีบ
2. ประกอบไปด้วยส่วนบรรทุกสัมภาระ ขนาด ไม่น้อยกว่า 30 X 25 X 30 เซนติเมตร
3. มีส่วนที่สามารถรองรับการโดยสารของผู้โดยสารได้เป็นจำนวน 1 คน ด้วยวิธีการที่เหมาะสมตามรูปแบบของจักรยาน เช่น การนั่งโดยสาร การยืนโดยสาร ฯลฯ
4. มีระยะความสูงของแนวท่อด้านบน ที่ผู้ขี่สามารถคร่อมได้อย่างปลอดภัย ไม่เกินระยะ 43.5 เซนติเมตร โดยวัดจากระดับพื้นถึงแนวด้านบนของตัวถังที่ผู้ขี่ต้องคร่อมหรือก้าวข้าม ก่อนขึ้นขี่
5. สามารถปรับระยะความสูงเบาะนั่ง หรือทำให้ผู้ขี่ที่มีความสูงแตกต่างกันสามารถขี่ได้อย่างสะดวกสบาย
6. มุมเอียงของท่อคอหรือมุมแคสเตอร์ อยู่ในช่วง 68-72 องศา

## แนวความคิดในการออกแบบ

แนวความคิดสำหรับโครงการออกแบบนี้ได้เน้นไปที่ความประหยัด และสามารถรองรับการใช้งานในชีวิตประจำวันของกลุ่มเป้าหมายได้ และปรับปรุงจุดด้อยของผลิตภัณฑ์เดิม เพื่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอยที่คุ้มค่า

## บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ

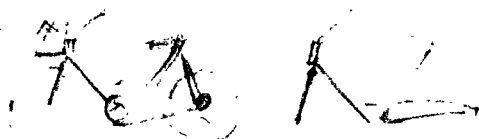
### 3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

ขั้นตอนในการออกแบบประกอบด้วย การร่างแบบด้วยมือ, การร่างแบบสามมิติด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อให้เห็นขนาดและมิติต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น, ขั้นตอนการพัฒนาแบบ และการสรุปแบบหลังจากการพัฒนาแบบ

### 3.2 การออกแบบขั้นต้น

เนื่องจากข้อมูลในบทที่ 2 ไม่ได้กำหนดรูปแบบของจักรยานตายตัว ในการออกแบบจึงมุ่งเน้นไปที่การออกแบบจักรยานในลักษณะต่างๆ ที่สามารถตอบสนองการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายได้เป็นหลัก ซึ่งประกอบไปด้วย การตอบสนองทางสรีระทางร่างกายของผู้ขับขี่ ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต การขนส่งและการใช้ชีวิตประจำวัน และการรองรับผู้โดยสารในบางโอกาส โดยให้การลดต้นทุนเป็นหัวใจหลักในการออกแบบ ซึ่งแบ่งได้เป็นแนวทางต่างๆ ได้ 3 แนวทางคือ

1. การเปลี่ยนวิธีการขับเคลื่อน
2. การลดขั้นตอนในการผลิต
3. การลดส่วนประกอบที่ไม่จำเป็น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 29 ภาพร่าง (sketch design) แผ่นที่ 1 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

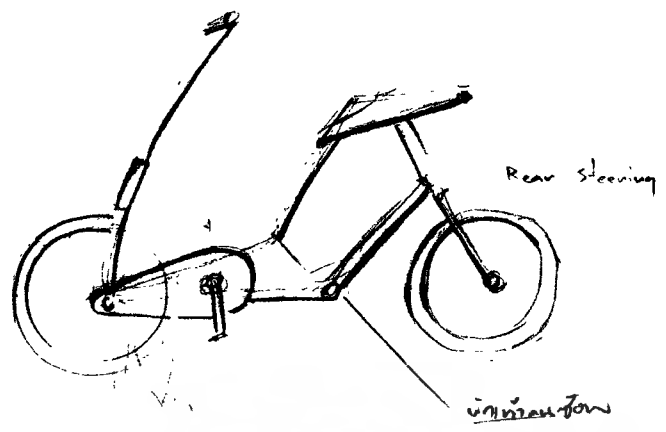


ภาพที่30 ภาพร่าง( sketch design ) แผ่นที่2

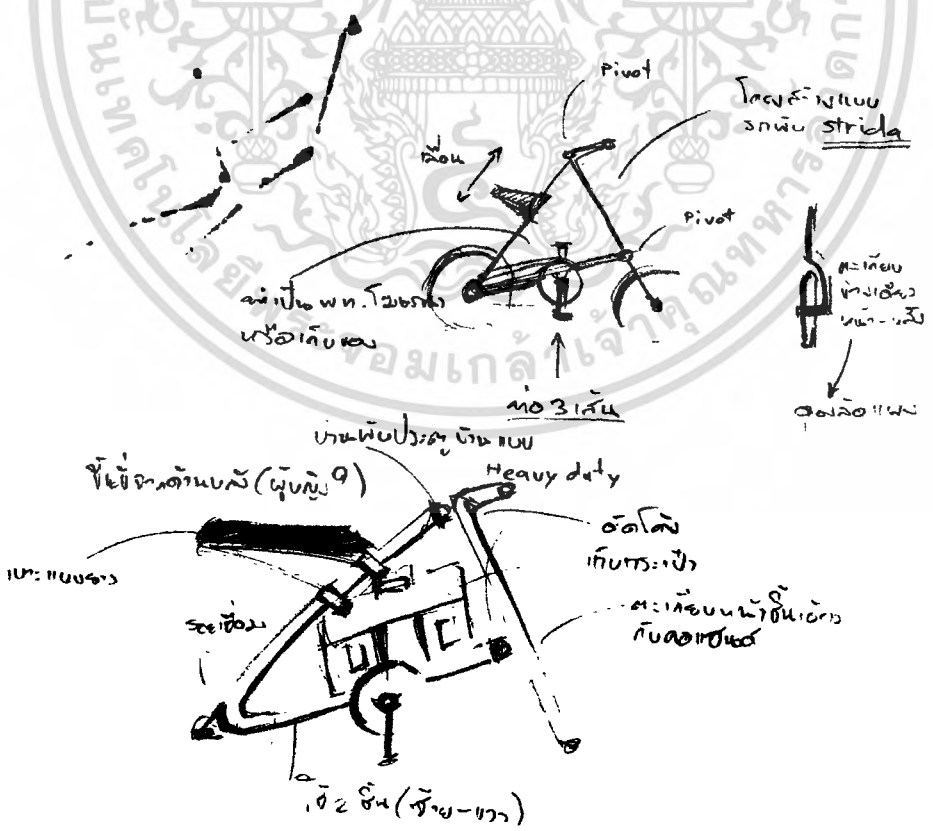


ภาพที่ 31 ภาพร่าง( sketch design ) แผ่นที่3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 32 ภาพร่าง (sketch design) แผ่นที่ 4

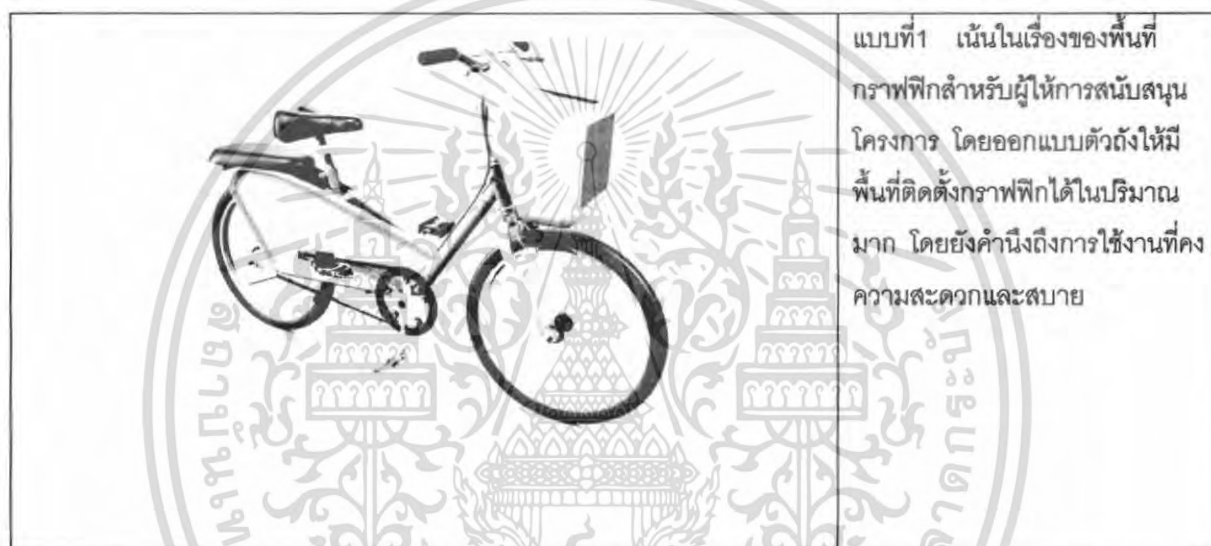


ภาพที่ 33 ภาพร่าง (sketch design) แผ่นที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การร่างแบบสามมิติ

เมื่อได้ทำการร่างแบบด้วยมือในขั้นต้นแล้วเพื่อให้เห็นขนาดสัดส่วนได้ชัดเจนขึ้นจึงได้นำแบบร่างแบบต่างๆมาทำการร่างแบบสามมิติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยแบบ ที่ได้เลือกมานั้นเป็นแบบที่มุ่งเน้นการตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างปลอดภัย และสามารถใช้งานได้สะดวก อีกทั้งยังเน้นการลดต้นทุนด้วยวิธีการต่างๆ รูปแบบจึงมีลักษณะที่มีโครงสร้างตัวถังที่ต่ำก้าวขึ้นลงได้สะดวก สามารถใช้งานได้สะดวกแม้ใส่ชุดนักเรียนโดยเฉพาะเด็กนักเรียนหญิง และเน้นการบำรุงรักษาที่ง่ายและยังสามารถผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม



ภาพที่ 34 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่1



ภาพที่ 35 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 3 เป็นแบบที่เน้นการลดต้นทุนด้วยวิธีการลดชิ้นส่วนของระบบขับเคลื่อน โดยเป็นการต่อขาถีบเข้ากับแกนล้อโดยตรง ข้อดีคือทำให้รถมีกำลังในการปั่นไต่ทางชันได้ดีขึ้น

ข้อเสียคือ ทำให้การทรงตัวทำได้ยากเนื่องจากภาระจะหงายหลังได้ง่าย และทำให้เด็กผู้หญิงขี่ได้ยากเนื่องจากมีท่อนที่สูง

ภาพที่ 36 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 3



แบบที่ 4 เป็นแบบที่เน้นไปที่การขับขี่ที่สะดวกสบาย และมีที่สำหรับเก็บสัมภาระที่ปลอดภัย ข้อดีของการใช้เบาะแบบยาวคือ ไม่ต้องมีการปรับความสูงเบาะ แต่เป็นการปรับตัวของผู้ขับขี่เอง ด้วยการเลื่อนตัวไปทางด้านหน้าหรือด้านหลังขึ้นอยู่กับความยาวช่วงขาผู้ขับขี่

ข้อเสียคือใช้วัสดุสิ้นเปลืองทำให้มีราคาสูง และวิธีการนั่งขับขี่ไม่เหมาะกับผู้ใช้ที่ใส่กระโปรง

ภาพที่ 37 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 5 เน้นที่การลดความสูงตัวถังเพื่อให้ก้าวขึ้นลงได้สะดวก และลดชิ้นส่วนตัวถังให้เหลือเท่าที่จำเป็นเพื่อให้ต้นทุนต่ำ

ข้อเสียคือ เป็นรูปทรงที่ไม่น่าจะแข็งแรง ตะแกรงไว้ด้านหลังมีโอกาสของหล่นหายได้ง่าย

ภาพที่ 38 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 5



แบบที่ 6 เน้นที่การขับขี่ โดยเฉพาะสำหรับผู้ที่ไม่ได้กระโปรง ด้วยการเปลี่ยนวิธีการขึ้นขี่จักรยานในทางด้านหน้าของรถ

ข้อเสียคือ น่าจะเป็นแบบที่ขี่ได้ยาก และไม่เป็นธรรมชาติ และมีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุในการขับขี่ได้ง่าย ผู้ใช้ต้องมีทักษะมากพอสมควร

ภาพที่ 39 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 7 เน้นที่การขึ้นลงที่สะดวก ด้วยการทำตัวถังให้เตี้ยลง และมีพื้นที่เก็บของที่ปลอดภัยโดยมีเบาะปิดทับไว้อีกชั้นหนึ่ง และเพิ่มความแปลกใหม่ด้วยการขับเคลื่อนที่ล้อหน้า เพื่อให้ชิ้นส่วนของระบบขับเคลื่อนมีน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

ข้อเสียคือ เป็นวิธีการขับขี่ที่ไม่ค่อยเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในชนบท เนื่องจากแรงถีบจะมีผลทำให้หน้าแฮนด์เลี้ยวตามแรงถีบ โดยเฉพาะตอนขึ้นเนิน

ใช้วัสดุสิ้นเปลืองทำให้ต้นทุนสูง ทำานังไม่เหมาะกับผู้ที่ใส่กระโปรง

ภาพที่ 40 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 7



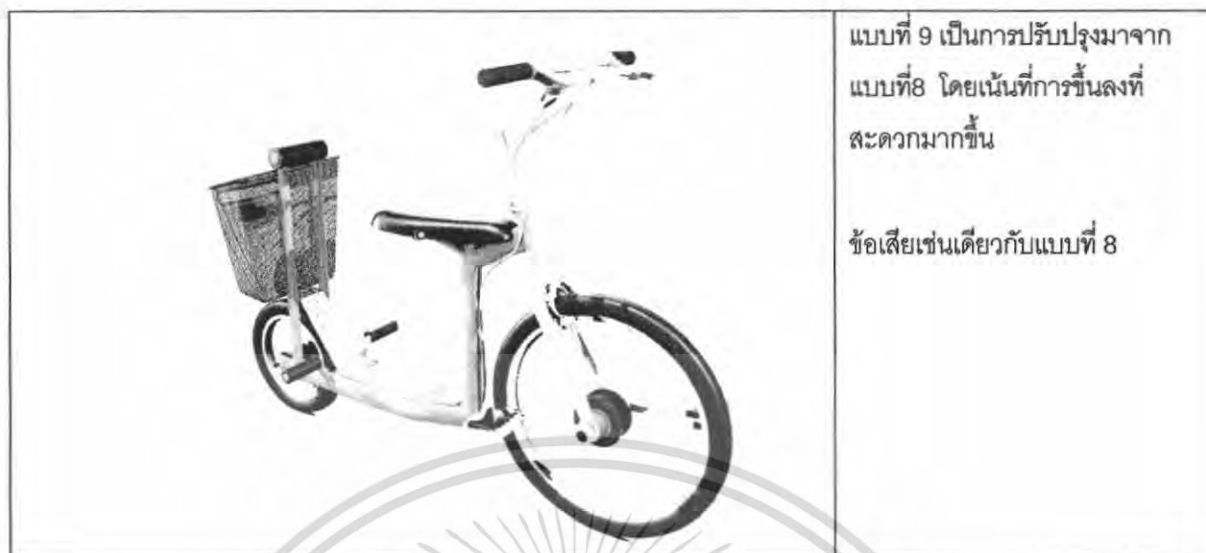
แบบที่ 8 เน้นการลดต้นทุนด้วยวิธีการใช้การขับเคลื่อนแบบเดียวกับแบบที่ 3 โดยปรับปรุงเป็นการขับเคลื่อนล้อหน้า เพื่อไม่ให้หงายหลังได้ง่าย เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้วัสดุน้อยมาก

ใช้เบาะแบบยาวทำให้ไม่ต้องปรับความสูงเบาะ

ข้อเสียคือการขับเคลื่อนล้อหน้าไม่เหมาะกับการใช้งานในชนบท ที่ต้องมีการขึ้นเนินหรือทางชัน การนั่งขับขี่ไม่เหมาะกับผู้ที่ใส่กระโปรง

ภาพที่ 41 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 9 เป็นการปรับปรุงมาจากแบบที่ 8 โดยเน้นที่การขึ้นลงที่สะดวกมากขึ้น

ข้อเสียเช่นเดียวกับแบบที่ 8

ภาพที่ 42 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 9

สำหรับแบบที่ได้ทำการเลือกเพื่อนำมาพัฒนาแบบในขั้นต่อไปคือ แบบที่ 5 (ซึ่งแสดงในภาพที่ 37) โดยพิจารณาจากคุณสมบัติดังนี้

1. มีชิ้นส่วนน้อยและผลิตได้ง่าย และมีแนวโน้มในการทำให้มีราคาถูกลงได้
2. สามารถรับใช้ได้ทั้งผู้ชายและผู้หญิง
3. การก้าวขึ้นลงที่สะดวกและปลอดภัย
4. มีแนวโน้มในการดูแลรักษาได้ง่าย

### 3.4 การพัฒนาแบบ

เมื่อได้ทำการออกแบบในขั้นต้นแล้วเพื่อให้เห็นขนาดสัดส่วนได้ชัดเจนขึ้นจึงได้นำ แบบ sketch มาทำเป็นโมเดลจำลองในคอมพิวเตอร์

โดยแบบ ที่ได้เลือกมานั้นเป็นแบบที่มุ่งเน้นการตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างปลอดภัย และสามารถใช้งานได้สะดวก

รูปแบบจึงมีลักษณะที่มีโครงสร้างตัวถังที่ต่ำก้าวขึ้นลงได้สะดวก สามารถใช้งานได้สะดวกแม้ใส่ชุดนักเรียนโดยเฉพาะเด็กนักเรียนหญิง และเน้นการบำรุงรักษาที่ง่ายและยังสามารถผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 43 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ 5 ที่ได้เลือกมาพัฒนาแบบต่อ



ภาพที่ 44 ภาพร่างสามมิติ ( 3D sketch design ) แบบที่ได้รับการพัฒนาแบบ

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาแบบแล้วจึง ได้วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของงานออกแบบเพื่อ ออกแบบในขั้นตอนแบบร่างต่อไป โดย ในแบบที่ 5 ที่ได้รับการพัฒนาแบบแล้ว มีข้อดี และข้อเสีย ดังนี้คือ

#### ข้อดี

1. การก้าวขึ้นลงสะดวก
2. ที่ใส่สัมภาระอยู่ด้านหน้าสามารถมองเห็นได้ง่าย

#### ข้อเสีย

1. ที่ยืนผู้โดยสารตอนหน้าอาจจะติดพื้นขณะเลี้ยว
2. ชิ้นส่วนตัวถัง บริเวณตะเกียบหลัง ไม่สามารถหลบแนวโซ่ได้พื้นเนื่องจากมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การประเมินผลขั้นตอนแบบร่าง



ภาพที่ 45 แบบสุดท้าย ที่ใช้ในการเล่นผลงานขั้นแบบร่าง

จากการประเมินผลในขั้นตอนแบบร่าง ได้พบว่ายังมีข้อบกพร่องคือ

1. ตัวถังจักรยานมีโอกาสได้รับความเสียหายจากการลดชิ้นส่วน
2. ตัวบังโคลนที่ใช้ขึ้นส่วนร่วมกับเฟรม ทำให้การประกอบยุ่งยาก และดูแลรักษายาก
3. การขึ้นโดยสารของผู้โดยสารในด้านหน้าอาจทำให้การขับขี่ทำได้ไม่สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 การปรับปรุงหลังขั้นตอนแบบร่าง

จากข้อเสนอแนะของกรรมการ ได้มีการเสนอแนะให้มีการทดสอบด้วยการสร้างต้นแบบ ขนาดเท่าจริงขึ้นมาเพื่อทดสอบผลในด้านต่างๆ โดยแสดงเป็นขั้นตอนคร่าวๆ ได้ดังภาพที่ 45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 	<p>เริ่มการสร้างต้นแบบ เพื่อทดสอบผลการใช้งานในด้านต่างๆ</p> <p>และเมื่อต้นแบบคันแรกเสร็จสิ้น ได้พบข้อบกพร่องต่างๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวถังมีความยืดหยุ่นตัวมากเกินไป เนื่องจากมีส่วนหักมุมของตัวถัง ที่ใช้วิธีการเชื่อมต่อกัน โดยที่ปลายด้านหนึ่งเปิด ทำให้ตัวถังยืดหยุ่นตัวได้ง่าย</li> <li>- ขนาดของตัวถัง ยาวเกินไป จากความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต ทำให้เด็กในกลุ่มเป้าหมายขี่ได้ไม่สะดวกต้องก้มหลังมาก</li> <li>- ตัวถังบิดตัวจากความร้อนในการเชื่อม</li> <li>- ตำแหน่งการติดตั้งเบรคนั่งทำให้ มีการกระทบกับโซ่ในบางเวลาที่ใช้งาน</li> </ul> <p>ข้อดีที่ได้จากการทดสอบคือ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวจักรยานมีน้ำหนักที่เบากว่าจักรยานทั่วไป</li> <li>- จุดศูนย์ถ่วงของรถอยู่ต่ำกว่าจักรยานทั่วไป</li> <li>- การก้าวขึ้นลงสามารถขึ้นลงได้สะดวก</li> </ul>
	<p>การเริ่มสร้างต้นแบบในคันที่2 เพื่อแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ</p>
	<p>การทดลองขี่ขึ้นหลังจากการทำแบบสุดท้ายเสร็จสิ้น เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ก่อนการนำเสนอผลงานในขั้นต่อไป</p>

ภาพที่ 46 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงแบบด้วยการทำต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 รูปแบบสุดท้ายหลังจากการสรุปผล



ภาพที่ 47 แบบสุดท้ายที่ได้หลังจากการสรุปผลจากการทำต้นแบบ



ภาพที่ 48 แบบสุดท้ายที่ได้หลังจากการสรุปผลจากการทำต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4 การเสนองานออกแบบ

### 4.1 ภาพถ่ายผลงานจริง



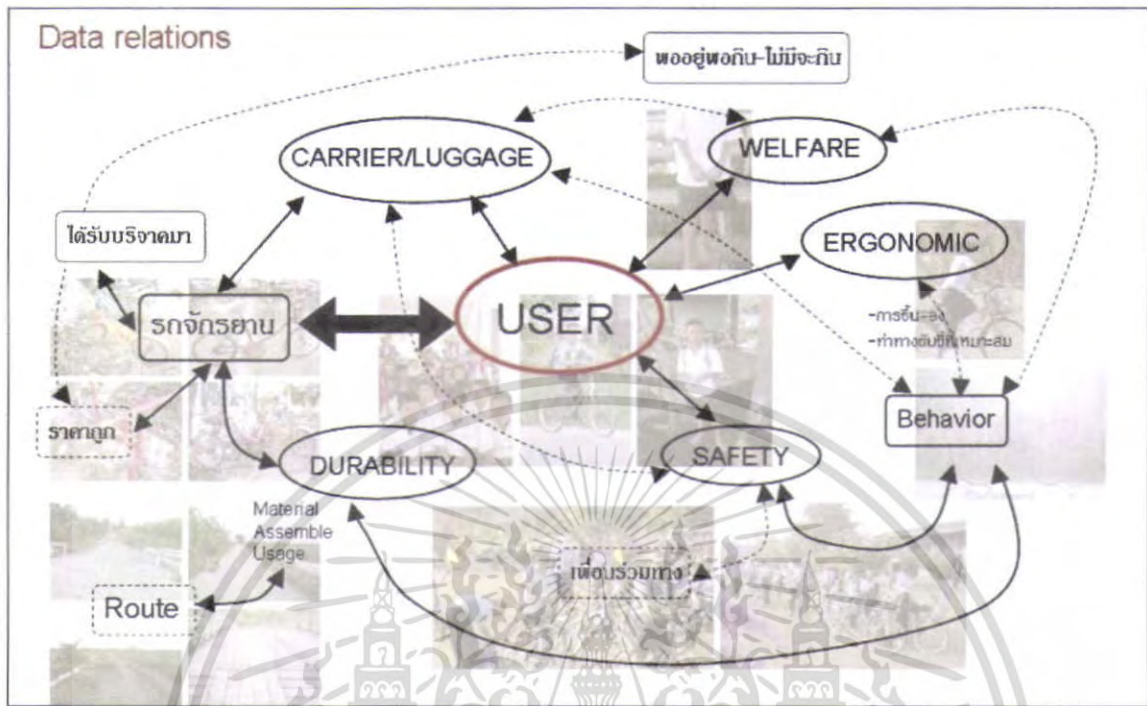
ภาพที่ 49 ภาพถ่ายผลงานในขั้นสุดท้าย ผังด้านขวา



ภาพที่ 50 ภาพถ่ายผลงานในขั้นสุดท้าย ผังด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 แผนภาพเสนองาน



ภาพที่ 51 แผนภาพนำเสนองาน ที่1 Data relations

**Concept**

Concept : จำหน่ายและรับดูแลรถจักรยานของนักเรียนในชุมชน ออกแบบและประกอบจักรยานที่ใช้รถและบรรทุกในภาคในวิถีประจำวัน โดยเน้นความปลอดภัย เพื่อการทดแทนผลิตภัณฑ์เดิม และปรับปรุงจุดด้อยของผลิตภัณฑ์เดิมให้ผู้ใช้ได้รับความปลอดภัยจาก การขับขี่ รวมถึงเสนอแนวทางใหม่เพื่อประสิทธิภาพและประโยชน์ใช้สอยที่คุ้มค่า

ภาพที่ 52 แผนภาพนำเสนองาน ที่2 Concept

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Data analysis

Route

เส้นทาง

ระยะทาง 3 กม.

ที่พัก

โรงเรียน

สภาพเส้นทางส่วนมากประกอบด้วย ทางลูกรัง ทางกรวด สะพานไม้ และทางลาดยาง

หมายเหตุ: ระยะทางในฝัน 3 กม. มีทั้งทาง ทางลูกรัง ทางกรวด สะพานไม้ และทางลาดยาง 3 กม. ส่วนระยะที่ยังไม่ได้มีทั้งสภาพทางที่ค่อนข้างดีด้วย และโรงเรียน

User

ผู้ใช้

เด็กนักเรียนที่ประจำถิ่นพื้นที่ระยะทางบ้านยากจนและพ่อแม่เลี้ยง ที่ศึกษาอยู่ไกลจากโรงเรียน ต้องขาดความสะดวกและลดระยะเวลาเดินทางไปที่พักกับโรงเรียน

ภาพที่ 53 แผนภาพนำเสนองาน ที่3 Data Analysis

### Data analysis

Old Product

จักรยาน

จักรยาน BMX ขนาด 20 นิ้ว  
จักรยานสีแดง ขนาด 24 นิ้ว  
จักรยานสีดำ ขนาด 26 นิ้ว

จักรยานสีภูเขา ขนาด 26 นิ้ว

**ข้อดีของผลิตภัณฑ์เดิม**

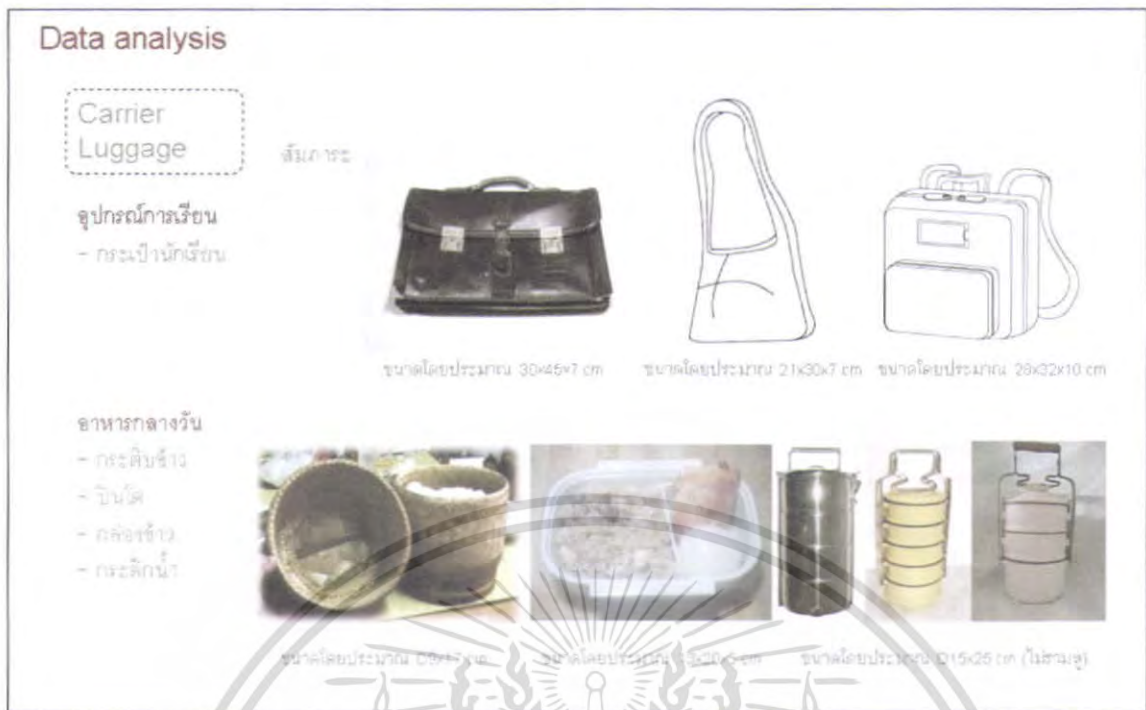
- สะดวกใช้งาน

**ข้อเสียของผลิตภัณฑ์เดิม**

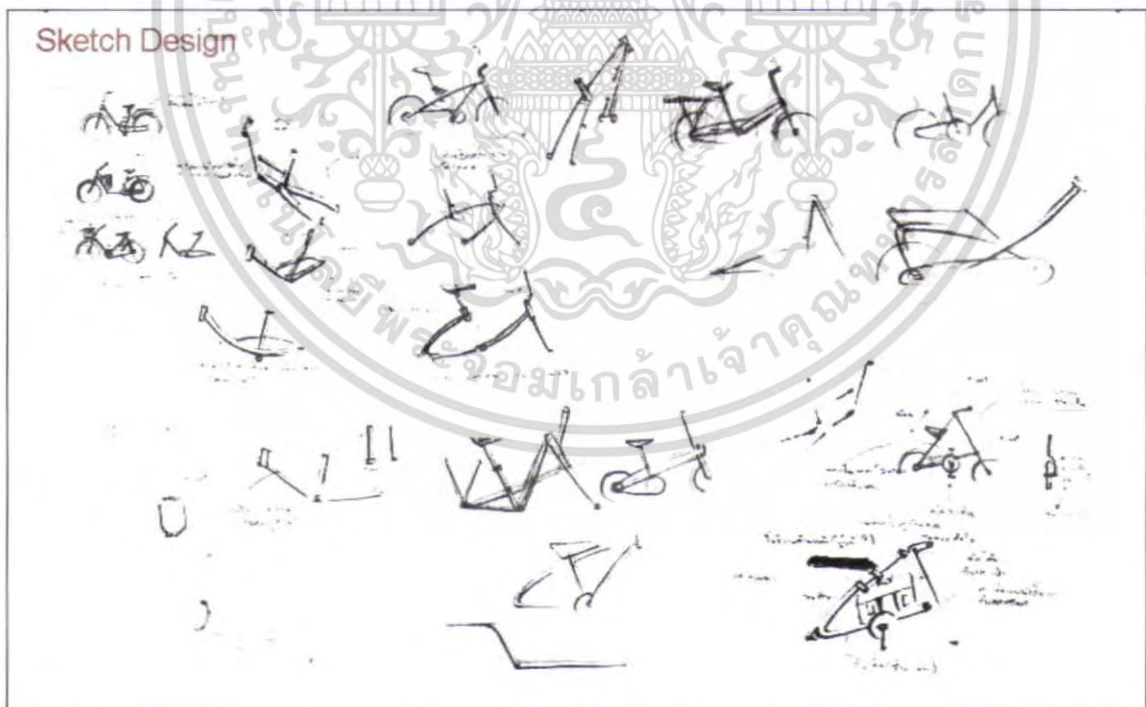
- สภาพรถที่ได้รับบริจาคเก่าเกินไป จนทำให้เกิดความสึกไม่มั่นคงความปลอดภัย
- ยางรถบวมๆ ที่ไม่เหมาะสมกับระยะทางอันยาวไกล ซึ่งนับว่าความปลอดภัยที่ผู้ใช้ไม่สบายและอาจบาดเจ็บได้บ้าง
- ไม่มีที่เก็บสัมภาระหรือกระเป๋าที่ใช้งานประจำวัน

ภาพที่ 54 แผนภาพนำเสนองาน ที่4 Data Analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

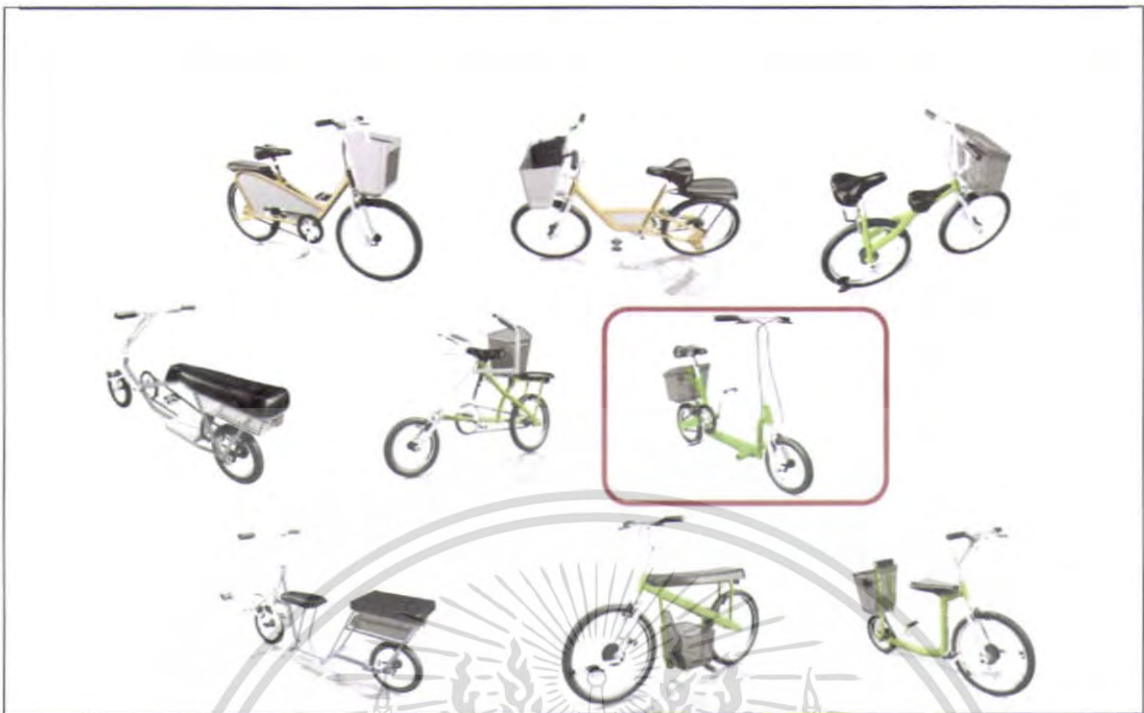


ภาพที่ 55 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่5 Data Analysis

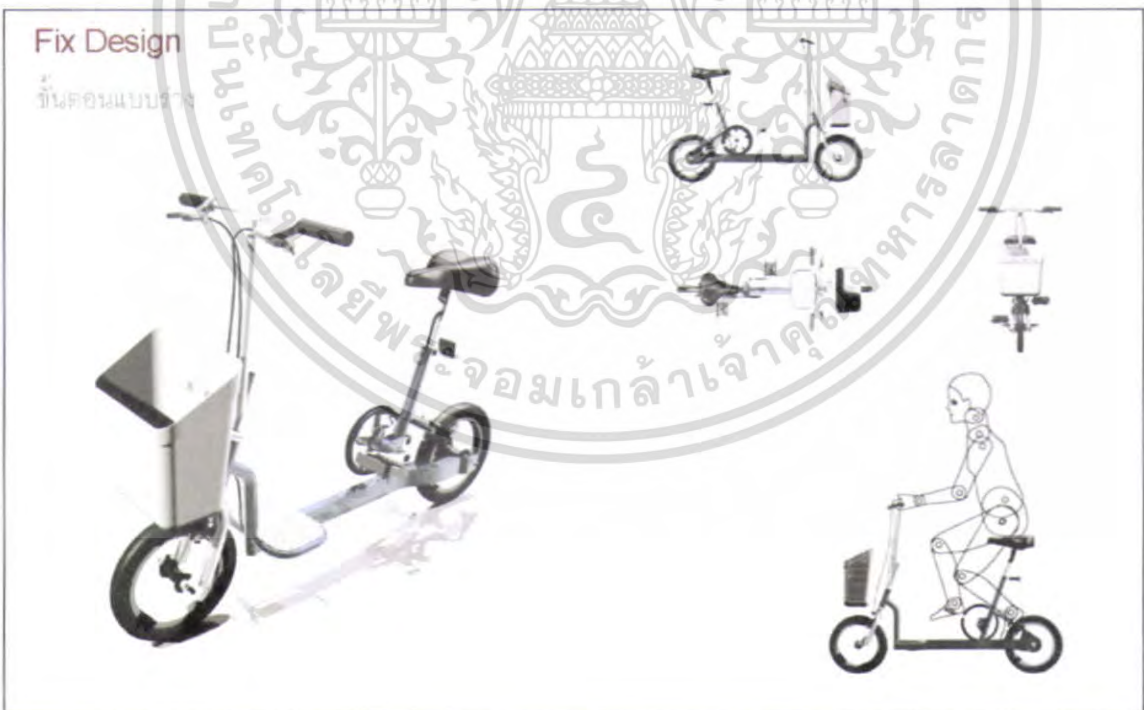


ภาพที่ 56 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่6 Sketch Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 57 แผ่นภาพนำเสนอผลงาน ที่ 7 3D Sketch Design และการเลือกแบบเพื่อพัฒนาต่อ



ภาพที่ 58 แผ่นภาพนำเสนอผลงาน ที่ 8 Fix Design ในขั้นตอนแบบร่าง


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMMENT :**

1. เบรกล้อหลัง (ตั้งที่วงล้อในรูป) เบรกล้อหลังจะนำเอาแรงเสียดทานจากยางกับน้ำหนักมา
2. มุมแฉกเพอร์มีนูนเอมมากเกินไป (ข้อผิดพลาดจากภาษาที่ไม่ชัด)
3. ตำแหน่งการขึ้นของมือโดยสาธารณะทำให้มีผู้ใช้ขี้นในระหว่างการใช้งาน
4. น้ำไว้ในแบบที่เลือกมาไม่มีสามารถรับเป็นได้ดี
5. ตะเกียบเหล็ก (Chain stay) แบบที่เป็นยังมีใช้ในทำให้การประกอบคู่ขาและซ่อมบำรุงยาก และดินเศษน้ำมันเข้าไปอุดตันอยู่ภายในทำให้จักรยานเสียบ่ายได้ อีกทั้งทำให้การเชื่อมลำตัวเป็นไปด้วยความยุ่งยาก และต้องใช้ทักษะของช่างฝีมือในภาคช่างานสูง
6. ตะกร้าใส่สัมภาระแบบที่ระบุด้านบน และมีการใส่ไม่สะดวกหรือต่อความเสียหาย น่าจะมีตำแหน่งในการติดตั้งที่เหมาะสมกว่านี้ โดยอาจทดสอบติดตั้งในตำแหน่งต่างๆ



ภาพที่ 59 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่ 9 ข้อเสนอแนะของกรรมการในการตรวจรอบแบบร่าง



ภาพที่ 60 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่10 การพัฒนาแบบหลังขั้นตอนแบบร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 61 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่ 11 แบบสุดท้ายก่อนก่อนการทำต้นแบบ

**PROTOTYPE**

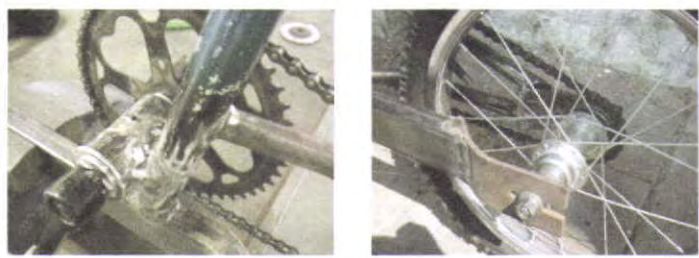
เริ่มจัดตำแหน่งตัวถังเพื่อทำการเชื่อมตัวถัง

JANUARY 2007						
SUN	MON	TUE	WED	THUR	FRI	SAT
			1	2	3	4
			5	6	7	8
			9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

ภาพที่ 62 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่ 12 การจัดตำแหน่งตัวถังก่อนทำการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PROTOTYPE



ประกอบตัวถังและวิเคราะห์งานเชื่อม

JANUARY 2007						
SUN	MON	TUE	WED	THUR	FRI	SAT
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			



ภาพที่ 63 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่13 การประกอบตัวถังและการวิเคราะห์ผลการเชื่อมต้นแบบ

## PROTOTYPE

ทดสอบและหารูปการรองรับของรถที่ทดสอบกันแรก (ในลักษณะที่วาง)

JANUARY 2007						
SUN	MON	TUE	WED	THUR	FRI	SAT
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

### รูปผลการทดสอบ

1. ทำน้มน้ำในการขับขี่ต้องนั่งเอียงเขมมาข้างขึ้นไป (สำหรับกลุ่มเป้าหมาย) เกิดจากความผิดพลาดในการตีมุมองศาระหว่างท่อรถต่อกัน
2. ตัวถังมีความยืดหยุ่นตัวสูง (ผลเสีย) เนื่องจากท่อเชื่อมด้วยตัวถังเหล็กเป็นท่อนอนของงานมาเชื่อมต่อกันแบบมีปลายเปิดหนึ่งด้าน และยังไม่ได้มีการลวดลายตัวถังตามแบบ
3. ตัวถังสามารถรับน้ำหนักได้โดยไม่เกิดความเสียหาย (ทั้งข้อ) โดยยังไม่มีรอยร้าวตัวถังตามแบบ
3. ตัวแหม่งของขาขึ้นด้านซ้ายชนกับตะเกียบหนึ่งด้านซ้าย
4. ตัวถังจักรยานเมื่อขามมือเบี่ยว (เสียบศูนย์) เนื่องจากความร้อนในการเชื่อม และไม่ได้มีการปิดชิ้นงานให้มิดคงในระหว่างทำการเชื่อม
5. รอยเชื่อมบริเวณตะเกียบหลังที่ติดกับตัวถังหลักเกิดรอยร้าวจากท่อเชื่อมต่อที่ไม่เอียงร้อย
6. ท่อนั่ง (SEAT TUBE) มีการงอไปด้านหลังเนื่องจากท่อที่งอมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินไป และไม่มีส่วนค้ำยันเหมือนจักรยานทั่วไป

ภาพที่ 64 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่14 ผลสรุปการทดสอบการใช้งานต้นแบบคันแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## PROTOTYPE



รูปแสดงตัวถังที่ได้รับการปรับปรุง ตามผลการวิเคราะห์

### ผลสรุปจากการปรับปรุง

1. ปัญหาการบิดงอตัวของตัวถังเกิดจากท่อปลายเปิดซึ่งแก้ไขโดยใช้ท่อที่มีลักษณะเป็นทึบเชื่อมกันติดแล้วทาบมุมเพื่อเชื่อมต่อไปให้ความแข็งแรงมากกว่าการแยกชิ้นส่วนเป็นสองชิ้นแล้วนำมาเชื่อมต่อกัน และส่วนที่ติดต่อกันในส่วนนี้เชื่อมมีความแข็งแรงมากขึ้น
2. ขนาดของท่อที่เชื่อมกันให้ท่อนี้มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมชิ้นส่วนต่างๆ

ภาพที่ 65 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่15 การสรุปผลหลังจากการปรับปรุง

## PROTOTYPE



ภาพที่ 66 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่16 แบบสุดท้ายจากการทำต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 67 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่17 การทดสอบการขี่ขึ้นจริงหลังจากสรุปแบบในขั้นตอนสุดท้าย



ภาพที่ 68 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่18 รูปทัศนียภาพสามมิติของแบบสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 69 แผนภาพนำเสนองาน ที่ 19 รูปด้าน



ภาพที่ 70 แผนภาพนำเสนองาน ที่ 20 แสดงรายละเอียดของผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**USAGE**



สามารถปรับระดับมือเพื่อปรับระยะเอ้ามให้พอดีกับผู้ใช้บซี

สามารถปรับระดับสูงต่ำของแฮนด์ให้พอดีกับผู้ใช้บซี

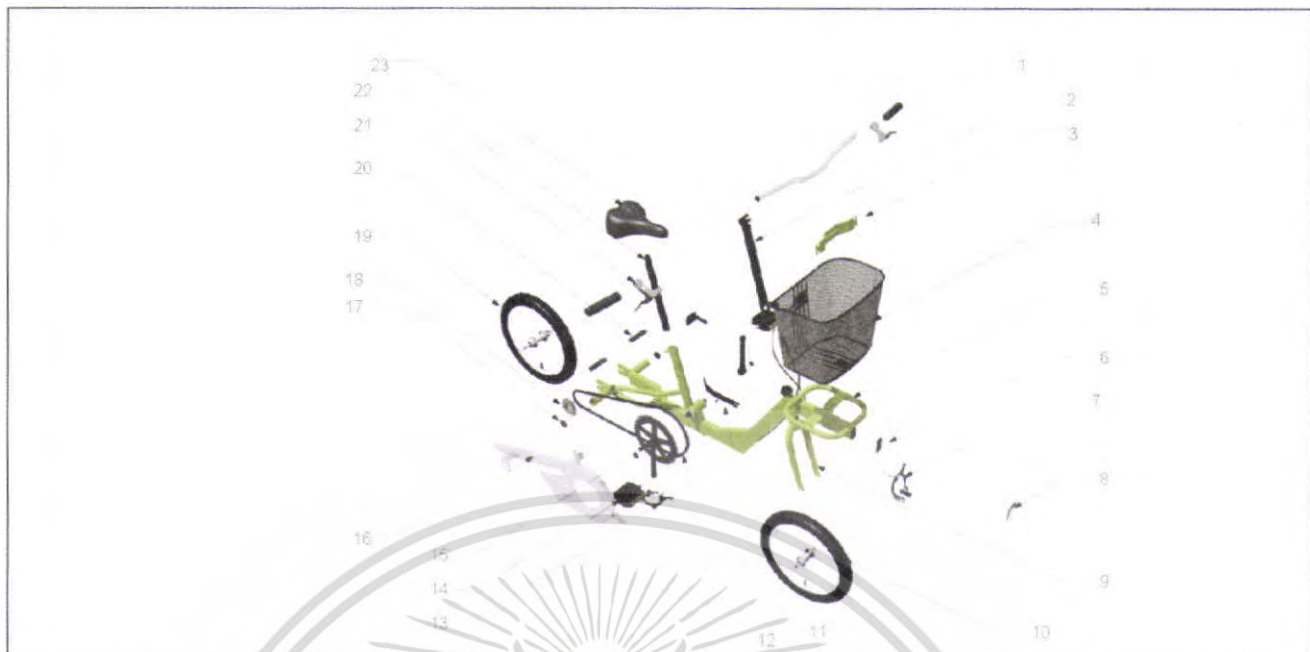
ภาพที่ 71 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่ 21 แสดงวิธีการใช้งาน

**COLOR TEST**



ภาพที่ 72 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่ 22 การทดสอบตัวอย่างสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

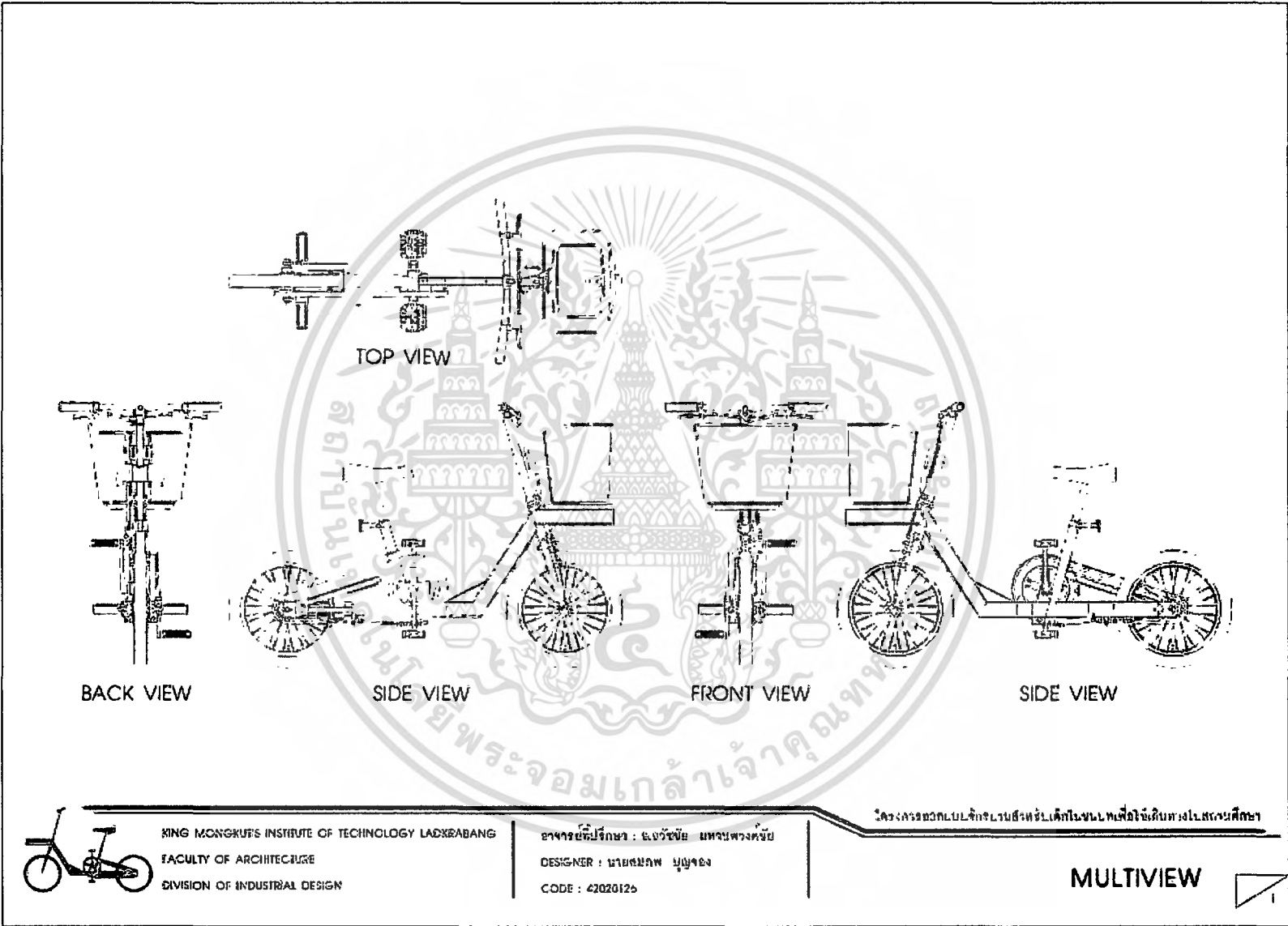


ลำดับ	รายการ	จำนวน	วัสดุ	สี	ราคา
1	ปลอกแฮนด์	1	พลาสติกใส	ดำ	30.-/คู่
2	ปลอกแฮนด์ ( грип ) + แฮนด์	1 ชุด	พลาสติก	ดำ เทา	50.- (แบบคู่)
3	ชุดจานหน้า (ฟรีวอลล์) + ชุดจานหลัง (ฟรีวอลล์) + ชุดจานกลาง (ฟรีวอลล์)	1 ชุด	อลูมิเนียม	เขียว	-
4	ดุมล้อ	2	พลาสติก	ดำ	85.-
5	* คัตเตอร์	1	เหล็ก	เขียว	450.-
6	แม่พิมพ์พลาสติกเพื่อผลิตจานหน้า	1	พลาสติก	ดำ	5.-
7	แบริดจ์	1	เหล็ก	ดำ	35.-/ชุด
8	ที่บิดแฮนด์	2 ชิ้น	พลาสติก	ขาวและแดง	15.-
9	ดุมล้อหน้า	1	เหล็ก	เขียว	100.-
10	** ล้อหน้า ขนาด 16 x 1.75 นิ้วฟุต	1	เหล็กชุบโครเมียม	โครเมียม	200.-
11	ขาตั้งและแป้นวางเท้า	1	เหล็ก	ดำ	5.- (สปริง)
12	โซ่ (chain)	1 ชุด 1104/50	เหล็ก	ดำ	50.-
13	แบริดจ์หลัง (brake caliper)	1	เหล็ก	ดำ	35.-
14	บันไดปั่น (pedals)	1 คู่	พลาสติก	ดำ	35.-
15	จานหน้า (crank set)	1	เหล็ก	ดำ	130.-
16	ที่บิดโซ่	1	พลาสติก	เทา	100.-
17	แม่พิมพ์จานหน้า	2	พลาสติก	ดำ	10.-/คู่
18	เฟืองหลัง (freewheel)	1	เหล็ก	ดำ	40.-
19	** ล้อหลัง ขนาด 16 x 1.75 นิ้วฟุต	1	เหล็กชุบโครเมียม	โครเมียม	200.-
20	แบริดจ์กันลื่น	2	กระดาษทราย	ดำ	5.-
21	มือเบรก (brake lever)	2	พลาสติก	ดำ	35.-/คู่
22	หลักนั่ง (seat post)	1	เหล็ก	ดำ	40.-
23	ถาด หรือ เบาะนั่ง (saddle)	1	พลาสติกหุ้มฟองน้ำและหนังเทียม	ดำ	60.-
					รวม

ภาพที่ 73 แผ่นภาพนำเสนองาน ที่ 23 แสดงรายการวัสดุ

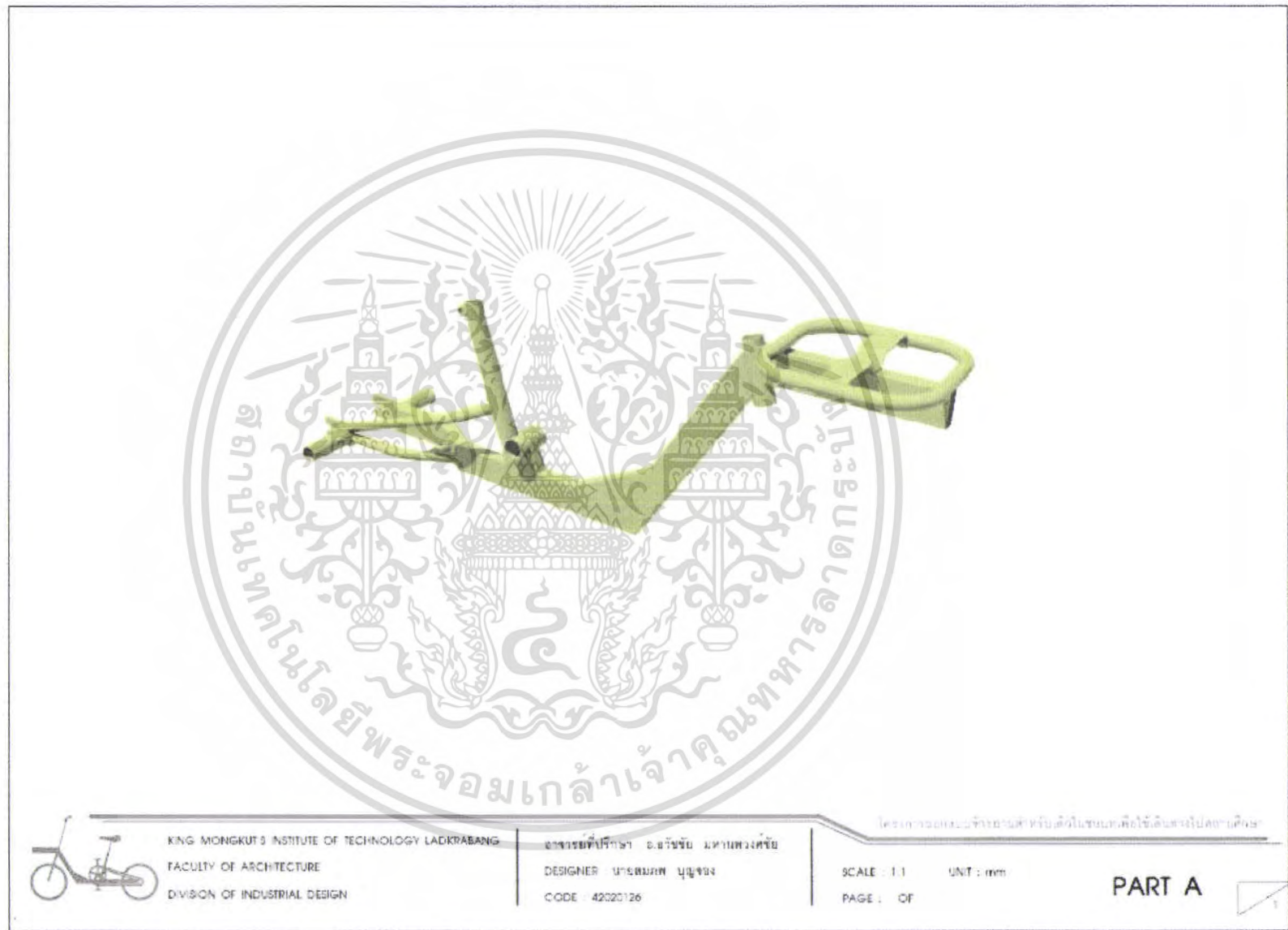
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แบบแสดงรายละเอียด

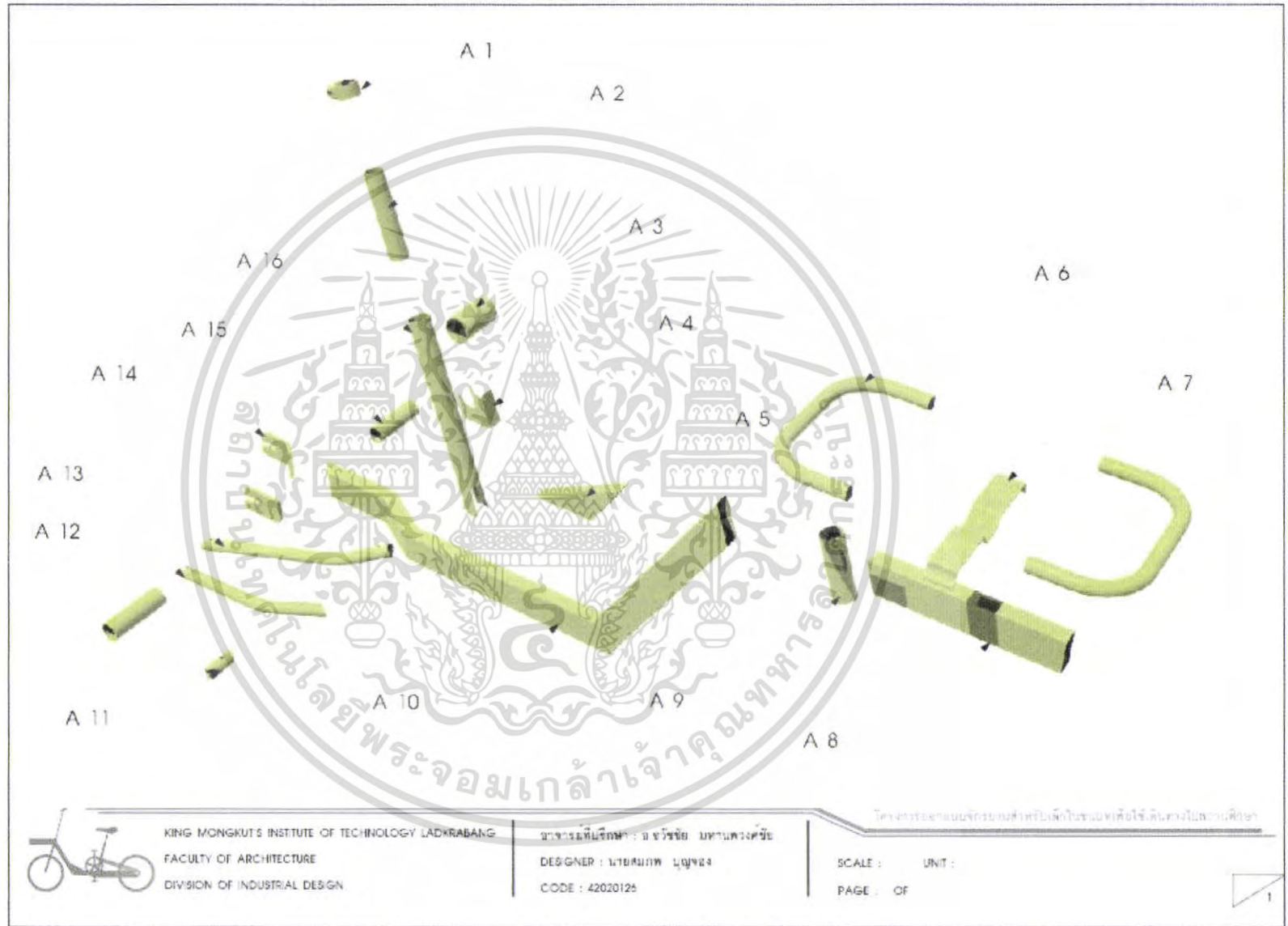


ภาพที่ 74 รายละเอียดประกอบแบบ MULTIVIEW

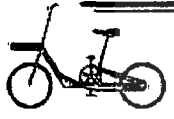
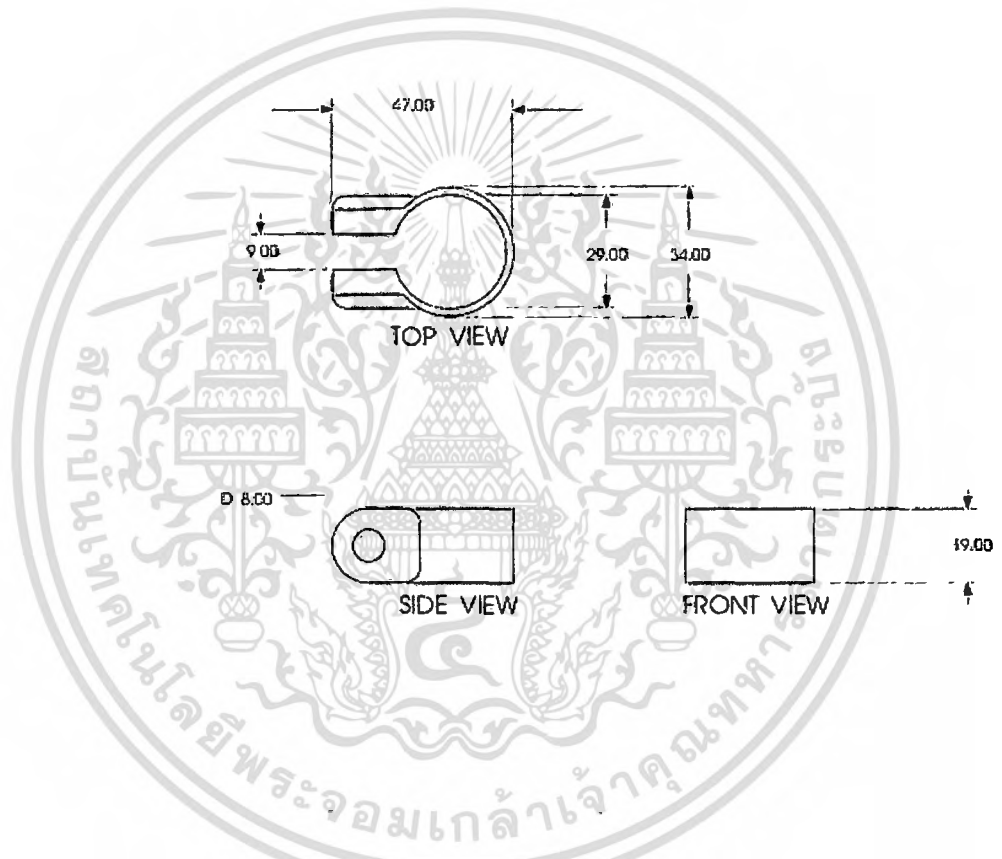
ภาพที่ 75 รายละเอียดประกอบแบบ ส่วนตัวหลัก (PART A)



ภาพที่ 76 รายละเอียดประกอบแบบ ส่วนตัวถังหลักแบบแยกชิ้นส่วน (PART A Assembly)



ภาพที่ 77 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A1)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
 FACULTY OF ARCHITECTURE  
 DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
 DESIGNER : นวชนก พงษ์อาจ  
 CODE : 42020126

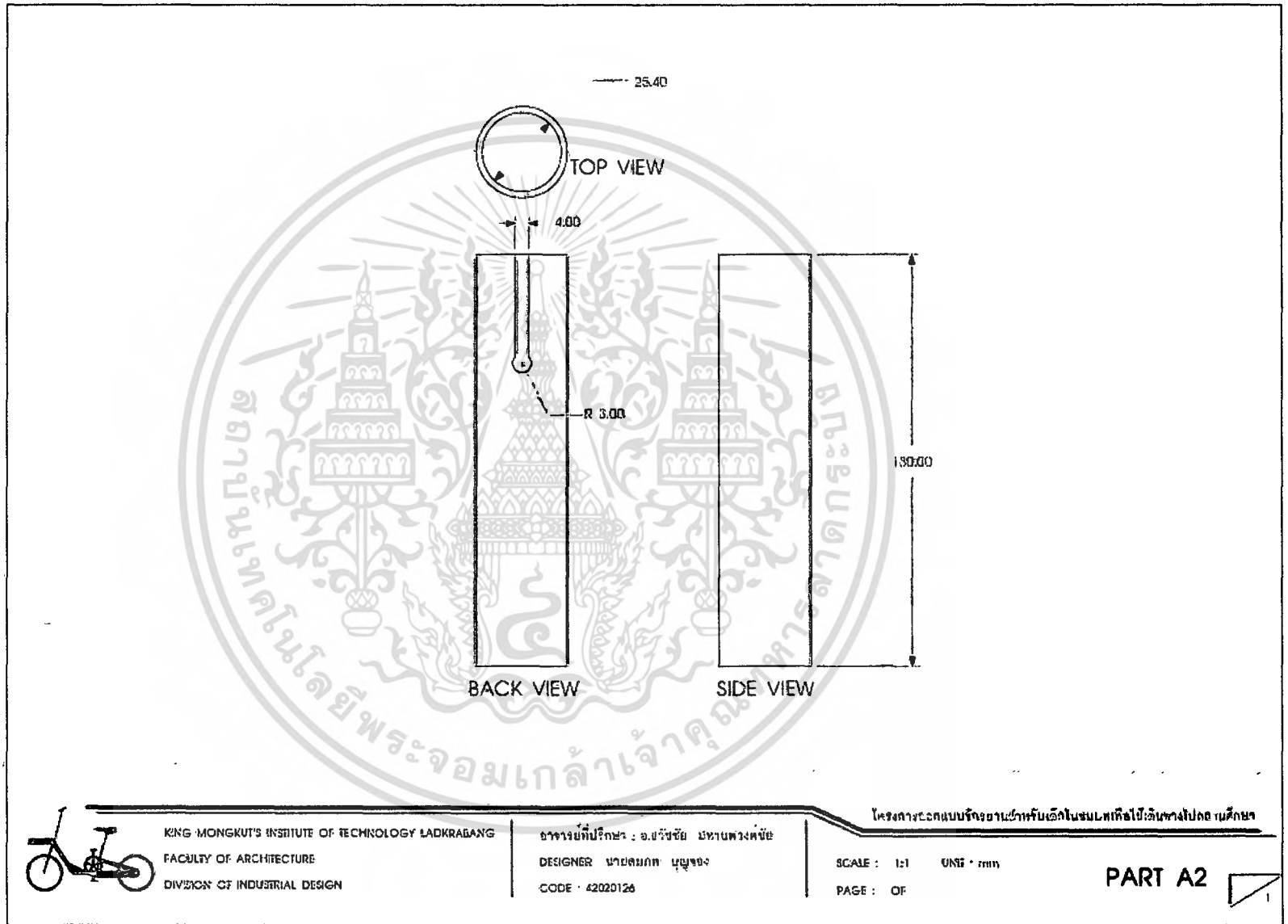
โครงการออกแบบชิ้นส่วนจักรยานเด็กในขนาดเพื่อใช้เส้นทางไปสถานศึกษา

SCALE : 1:1      UNIT : mm  
 PAGE : OF

PART A1



ภาพที่ 78 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A2)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ปวีร์ชัย มหามงคลพิชัย  
DESIGNER นายสมภพ บุญจง  
CODE : 42020126

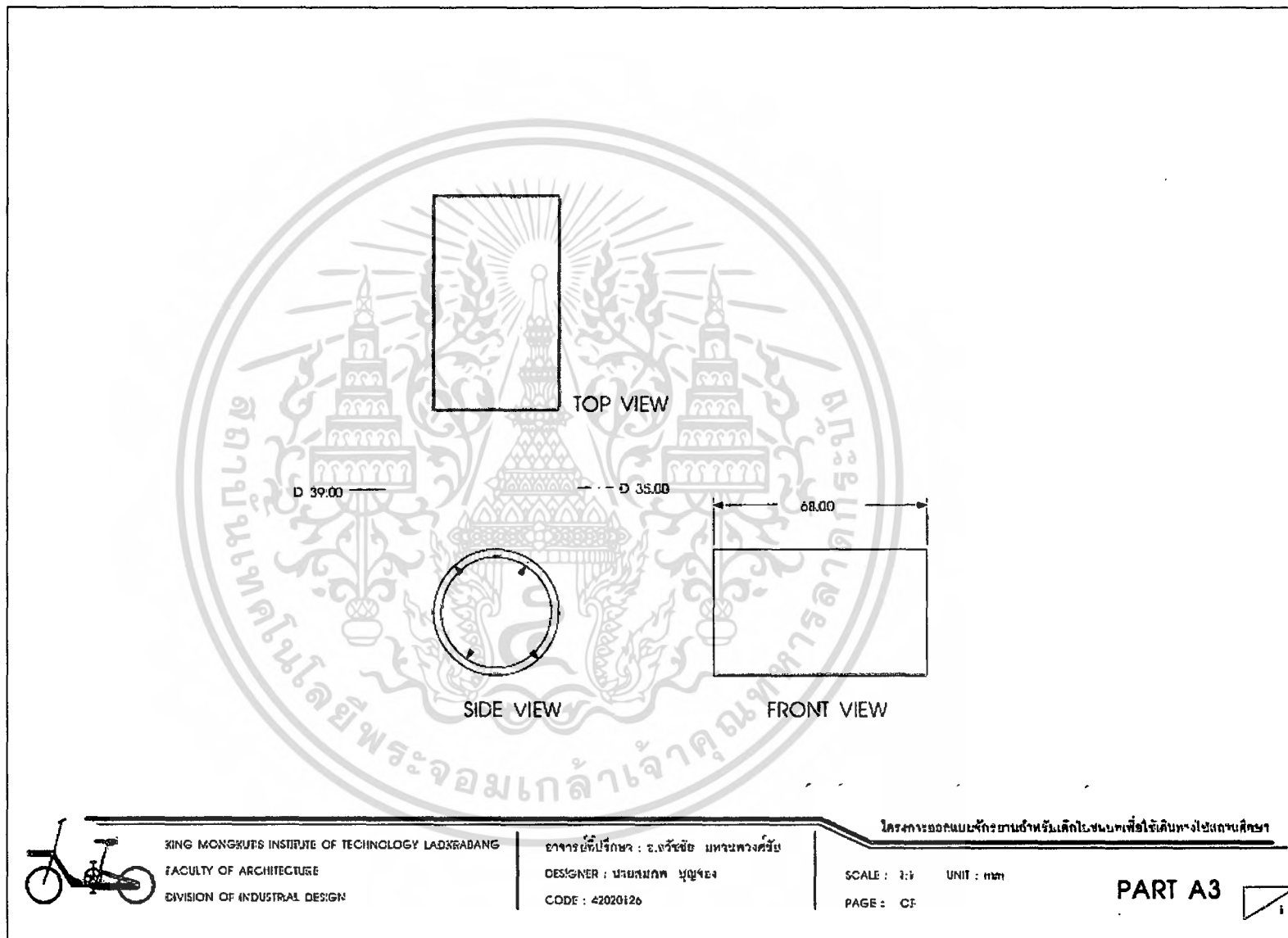
โครงการออกแบบโรงงานอาหารฟาร์มอินทรีย์ในชนบทเพื่อใช้เส้นทางปลอดมลพิษ

SCALE : 1:1    UNIT : mm  
PAGE : OF

**PART A2**



ภาพที่ 79 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A3)



KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ประจำวิชา : อ.จวีชชัย มหาราชวงศ์ชัย  
DESIGNER : นนชชกมล พุฒญาณี  
CODE : 42020126

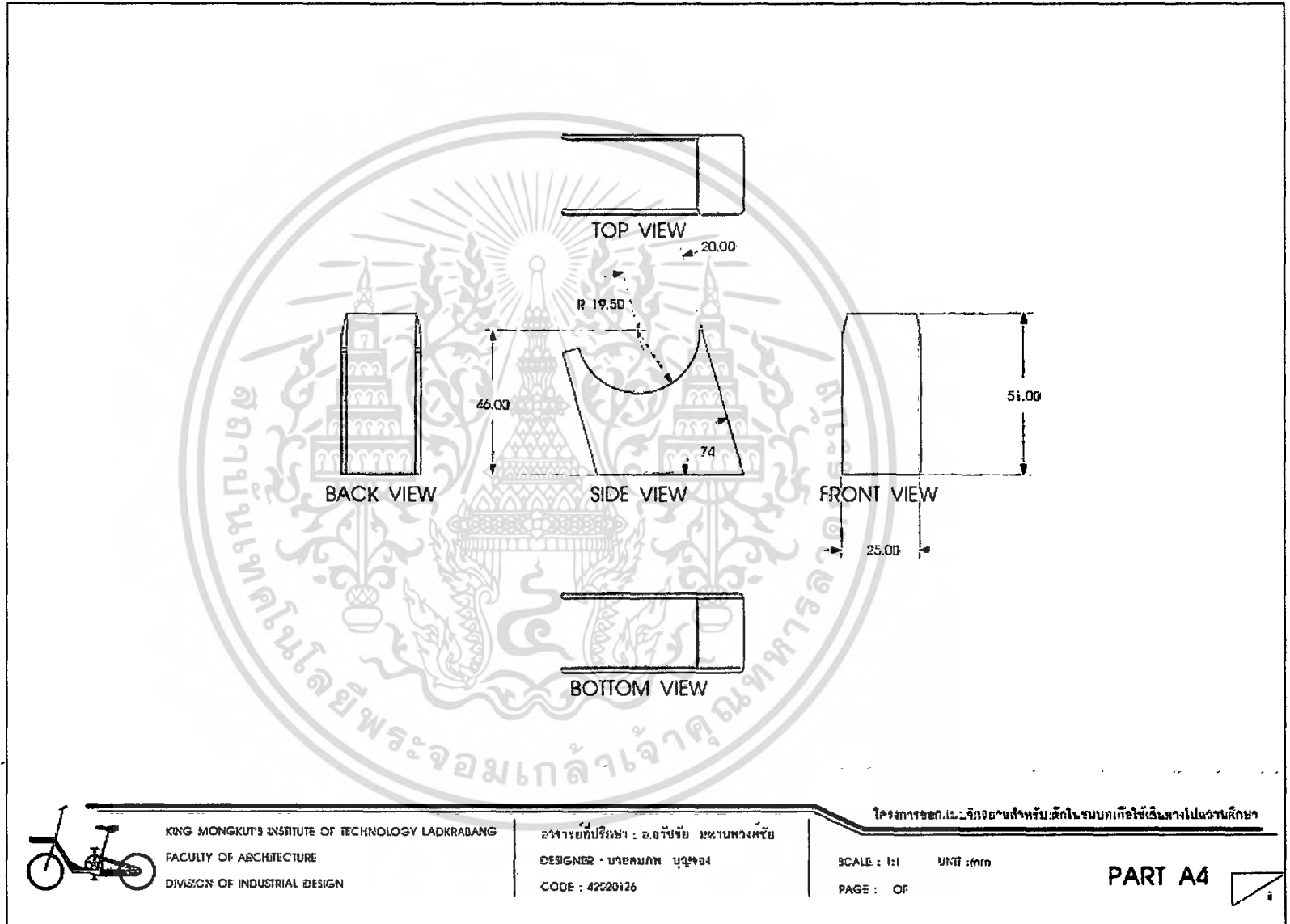
โครงการออกแบบจักรยานสำหรับเด็กโรงเรียนเพื่อใช้เดินทางไปยังสถานศึกษา

SCALE : 3:1 UNIT : มม  
PAGE : CF

**PART A3**



ภาพที่ 80 รายละเอียดประกอบแบบ ชั้นส่วนตัวถังหลัก (PART A4)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
 FACULTY OF ARCHITECTURE  
 DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ประจำวิชา : อ.อภิรักษ์ นพานพวงหทัย  
 DESIGNER : น.นพนภม บุษงา  
 CODE : 42220126

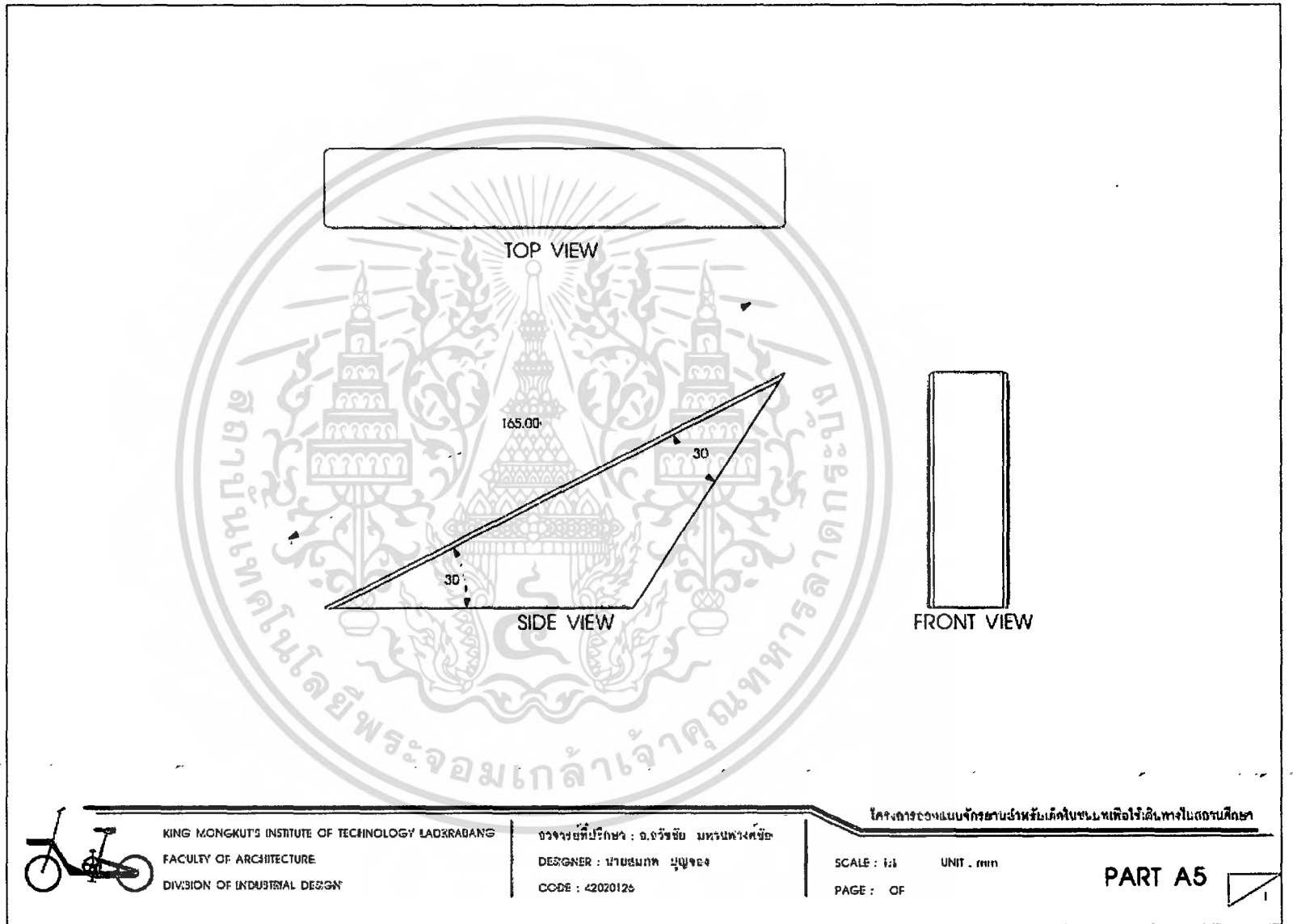
โครงการออกแบบวิศวกรรมเครื่องกลในขนาดเพื่อใช้ในการไปโรงเรียน

SCALE : 1:1    UNIT : มม  
 PAGE : OF

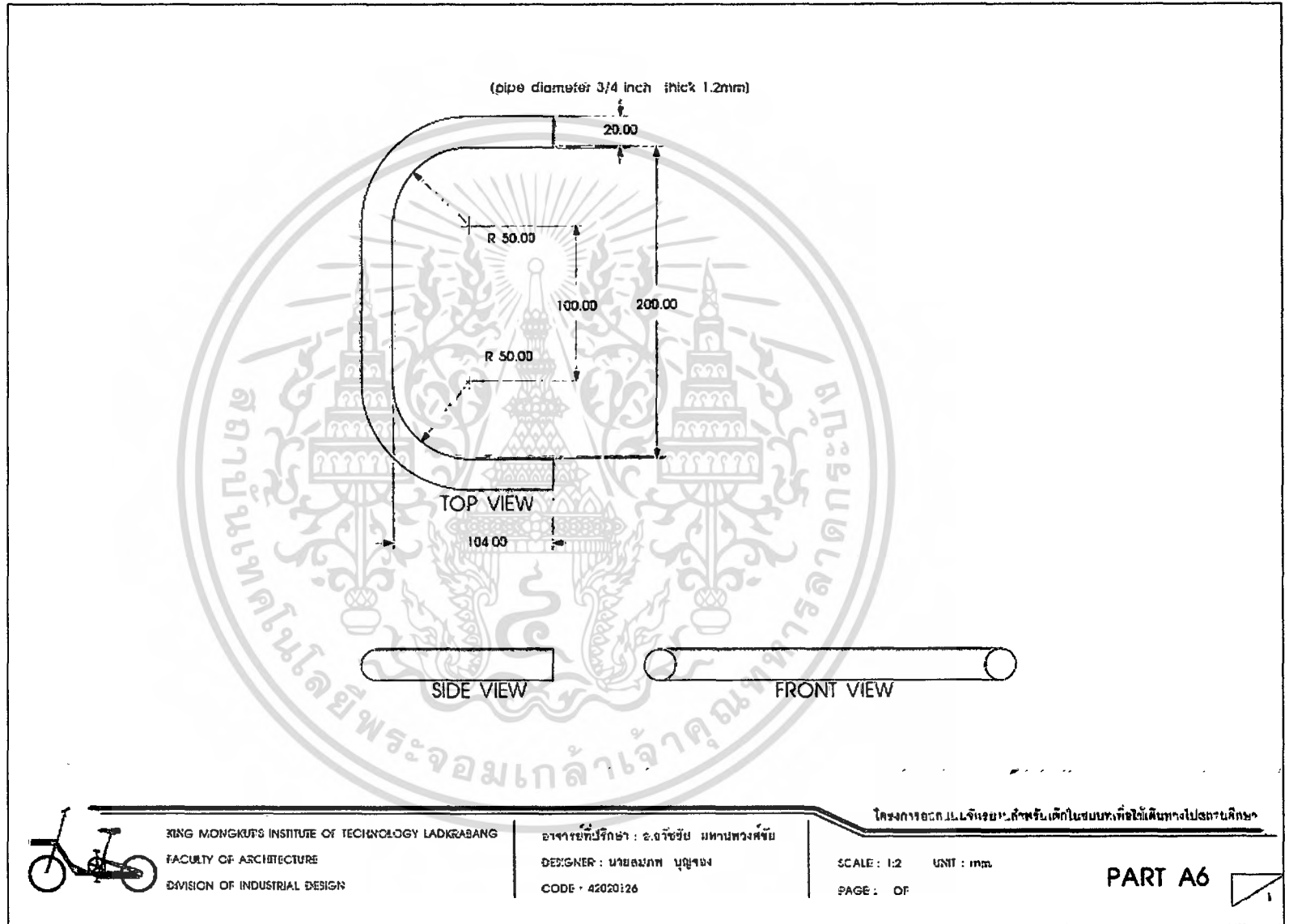
PART A4



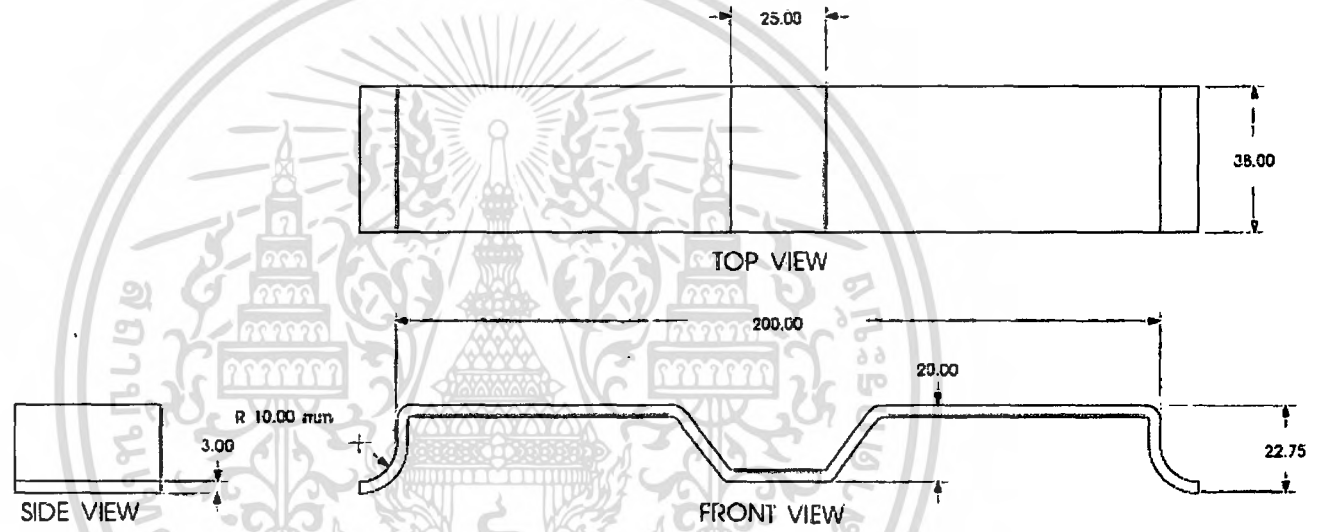
ภาพที่ 81 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังเหล็ก (PART A5)



ภาพที่ 82 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A6)



ภาพที่ 83 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A7)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ปรึกษา : อ.อวิชัย มหันตวงค์  
DESIGNER : ชาติสมเทพ บุญจง  
CODE : 42020126

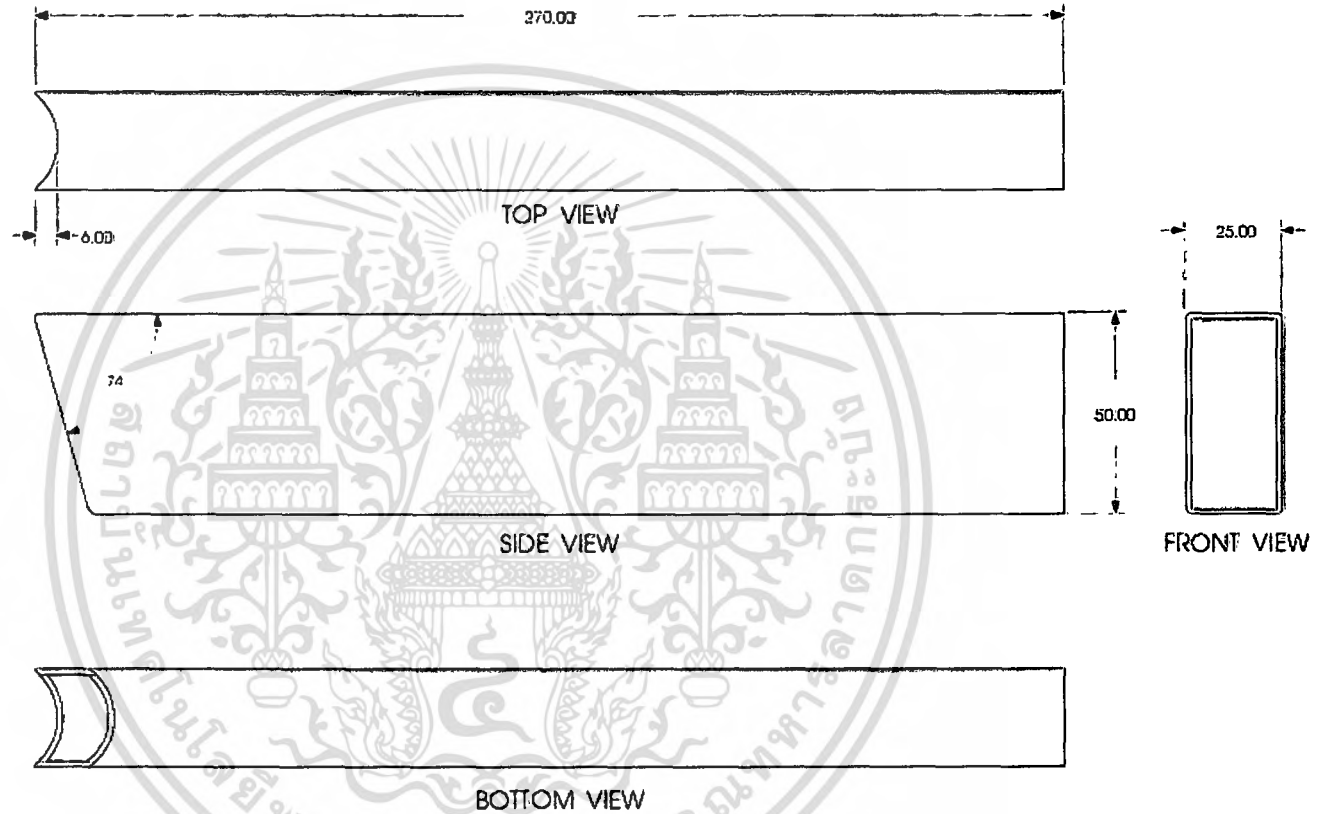
โครงการออกแบบชิ้นงานด้านระดับต้นแบบเพื่อใช้ในงานไปดตามศึกษา

SCALE : 1:1    UNIT : mm  
PAGE : OF

PART A7



ภาพที่ 84 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A8)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ประจำวิชา : อ.จวิชัย มหานพวงค์ชัย  
DESIGNER : นายสมภพ บุญจูง  
CODE : 42020126

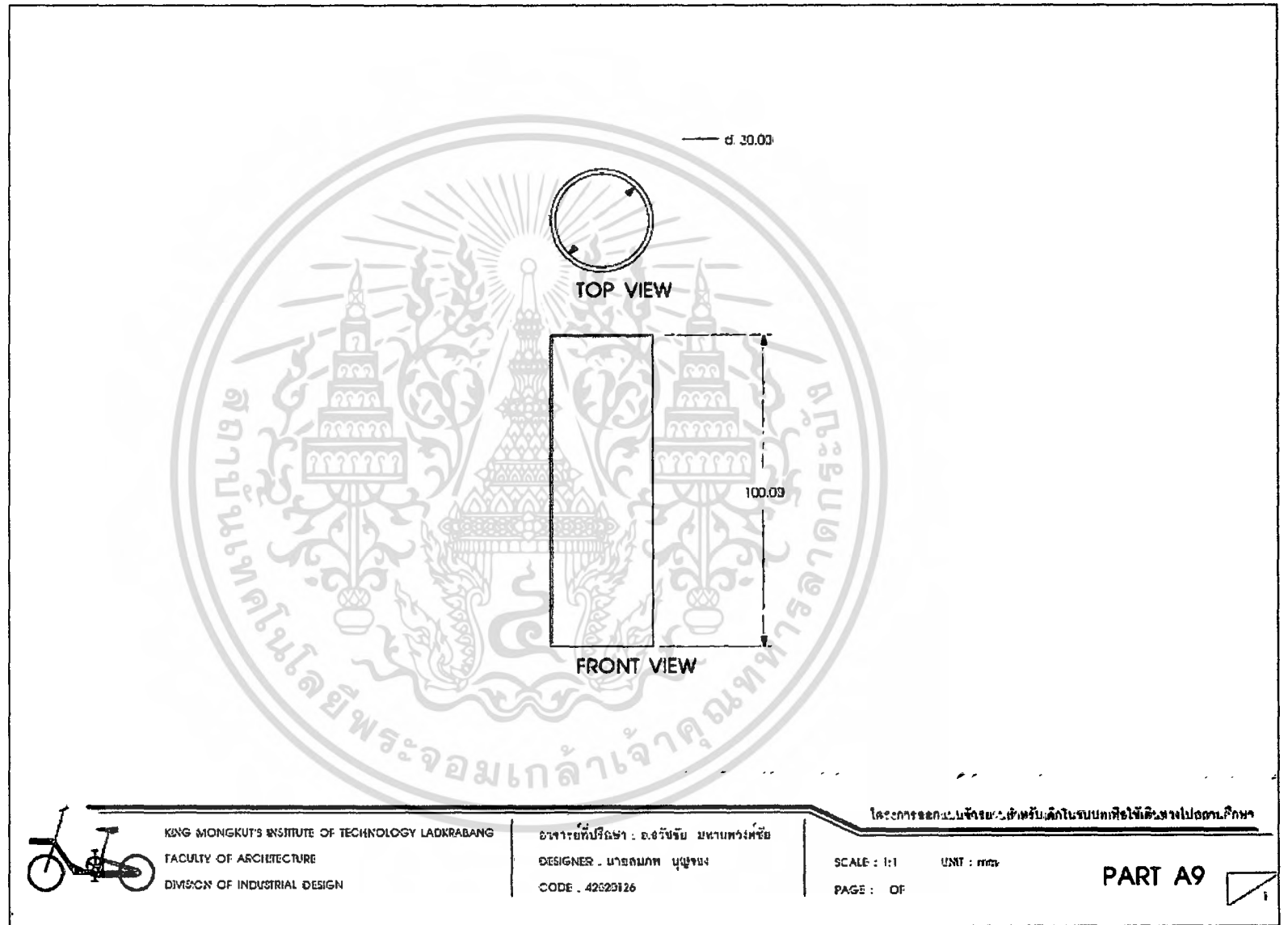
โครงการออกแบบชิ้นงานสำหรับฝึกใช้โปรแกรมที่ใช้เรียนทางวิศวกรรมศึกษา

SCALE : 1:1 UNIT : มม.  
PAGE : 07

PART A8



ภาพที่ 85 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A9)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ประจำวิชา : อ.อริชัย มานพทรงพิชัย  
DESIGNER : นายอภิมภท บุญขาง  
CODE : 42620126

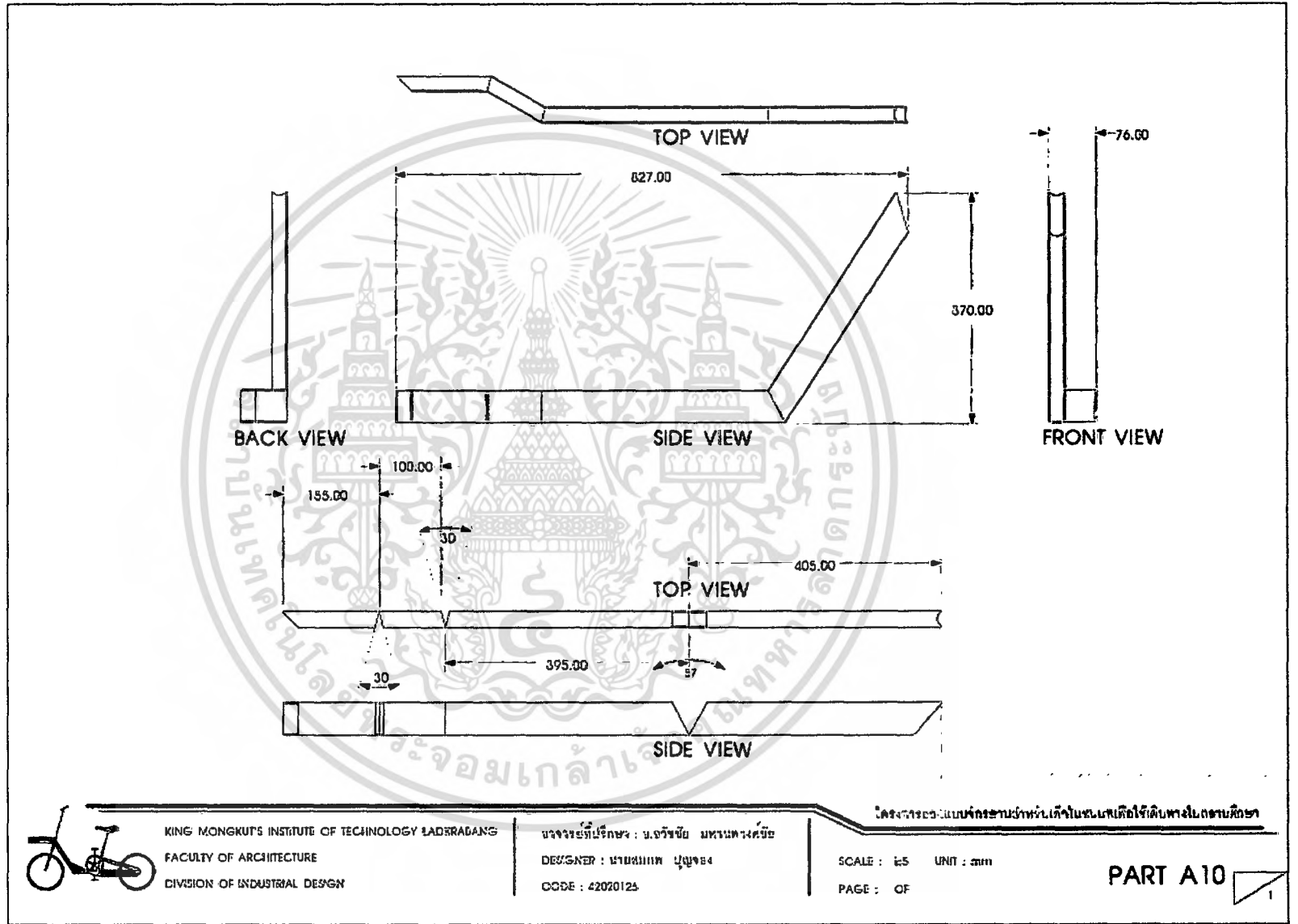
SCALE : 1:1  
UNIT : mm  
PAGE : OF

โครงการออกแบบชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อใช้งานไปถนนศึกษา

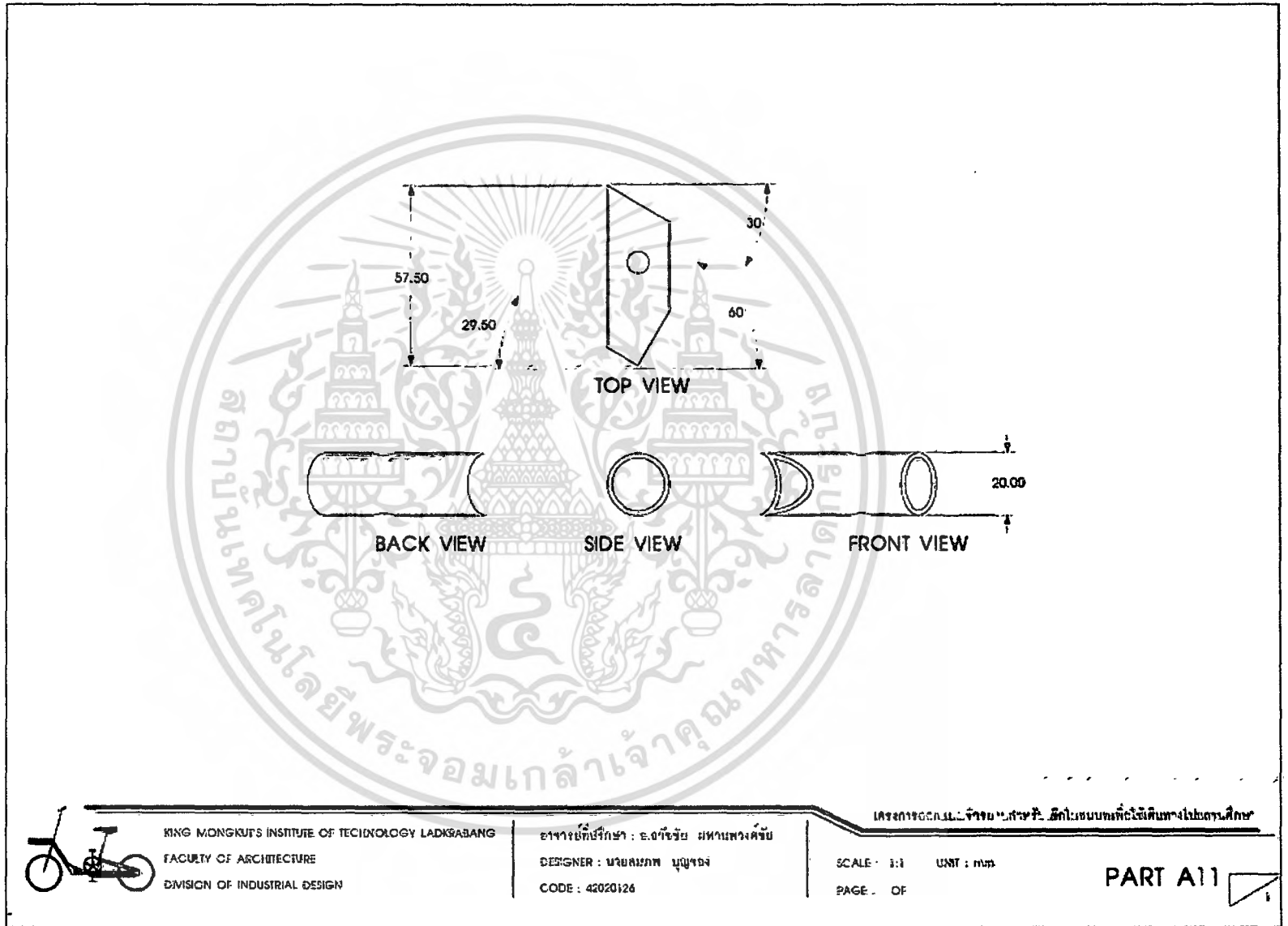
PART A9



ภาพที่ 86 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A10)



ภาพที่ 87 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A11)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

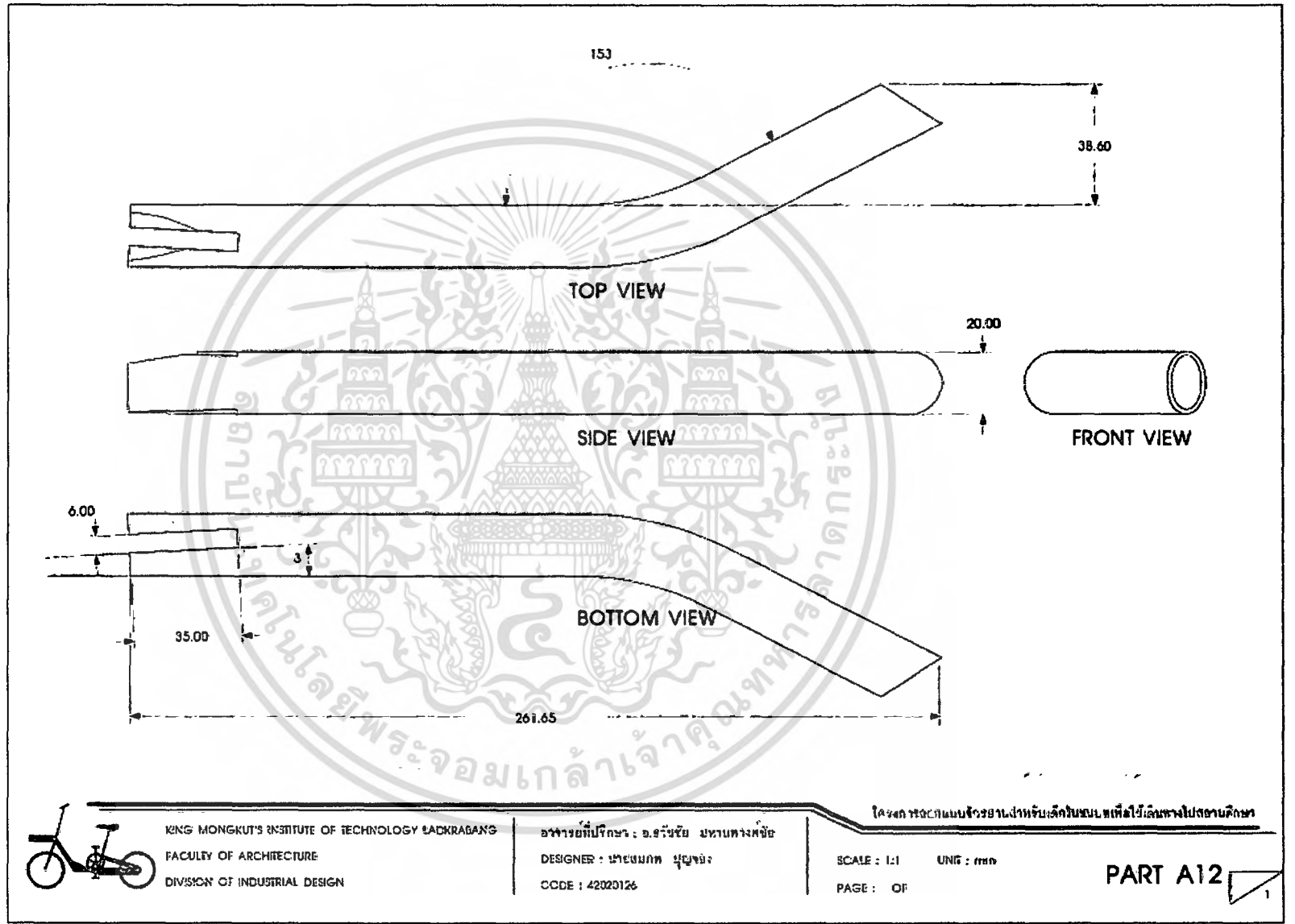
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
DESIGNER : นายณัฐกร บุญทอง  
CODE : 42020124

โครงการออกแบบชิ้นส่วนประกอบจักรยานยนต์ไฟฟ้า

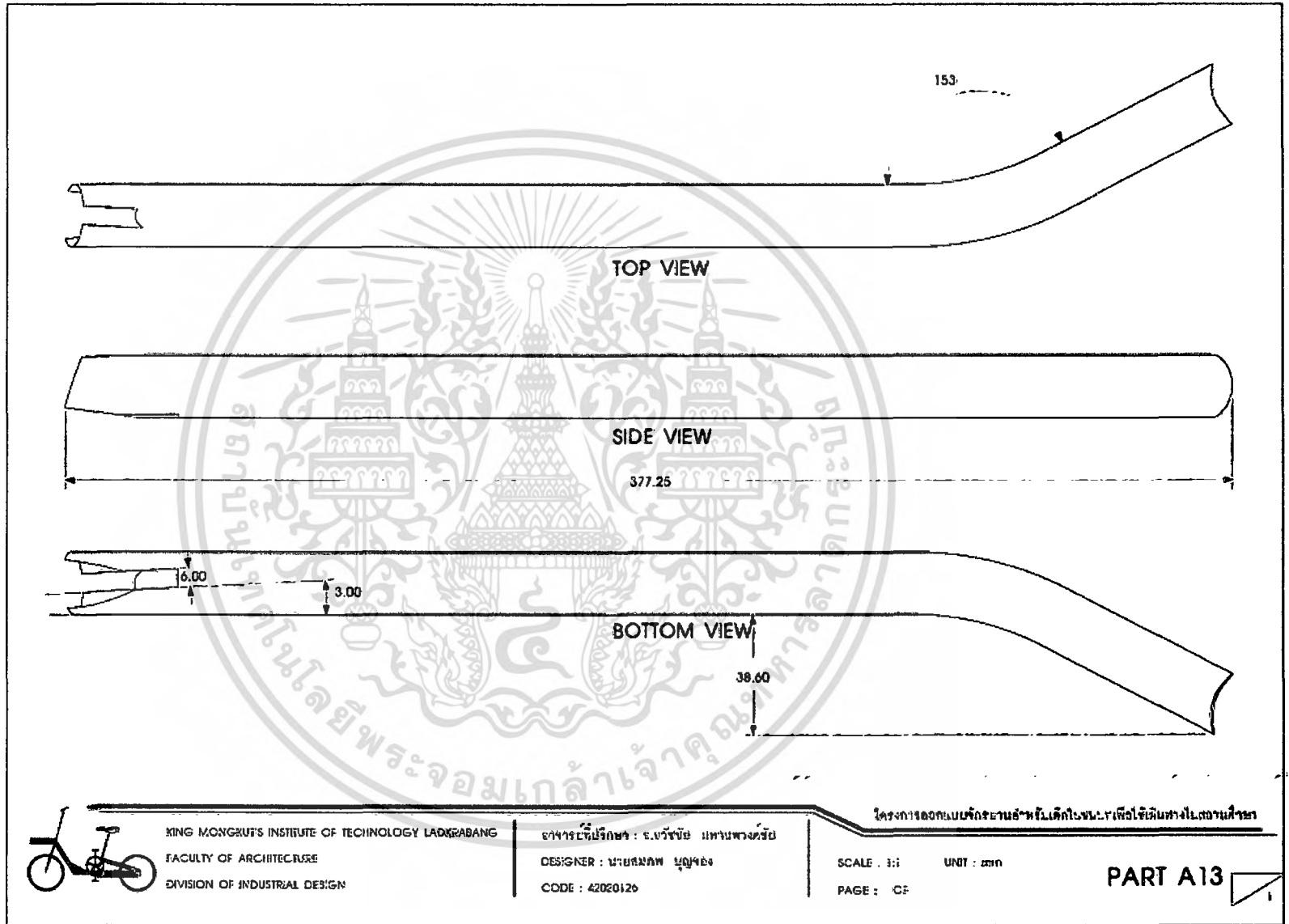
SCALE : 1:1    UNIT : mm  
PAGE . OF

PART A11

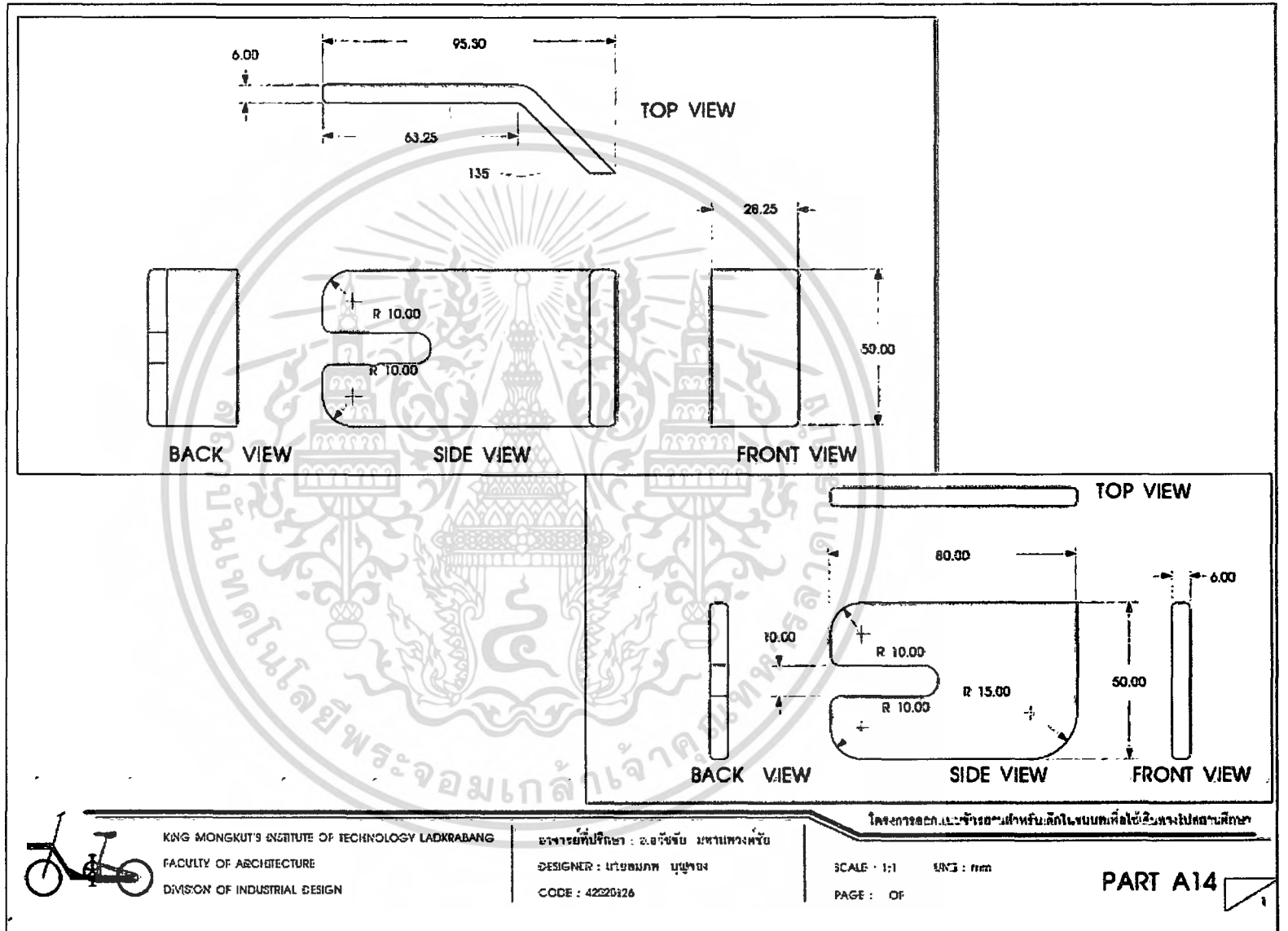
ภาพที่ 88 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A12)



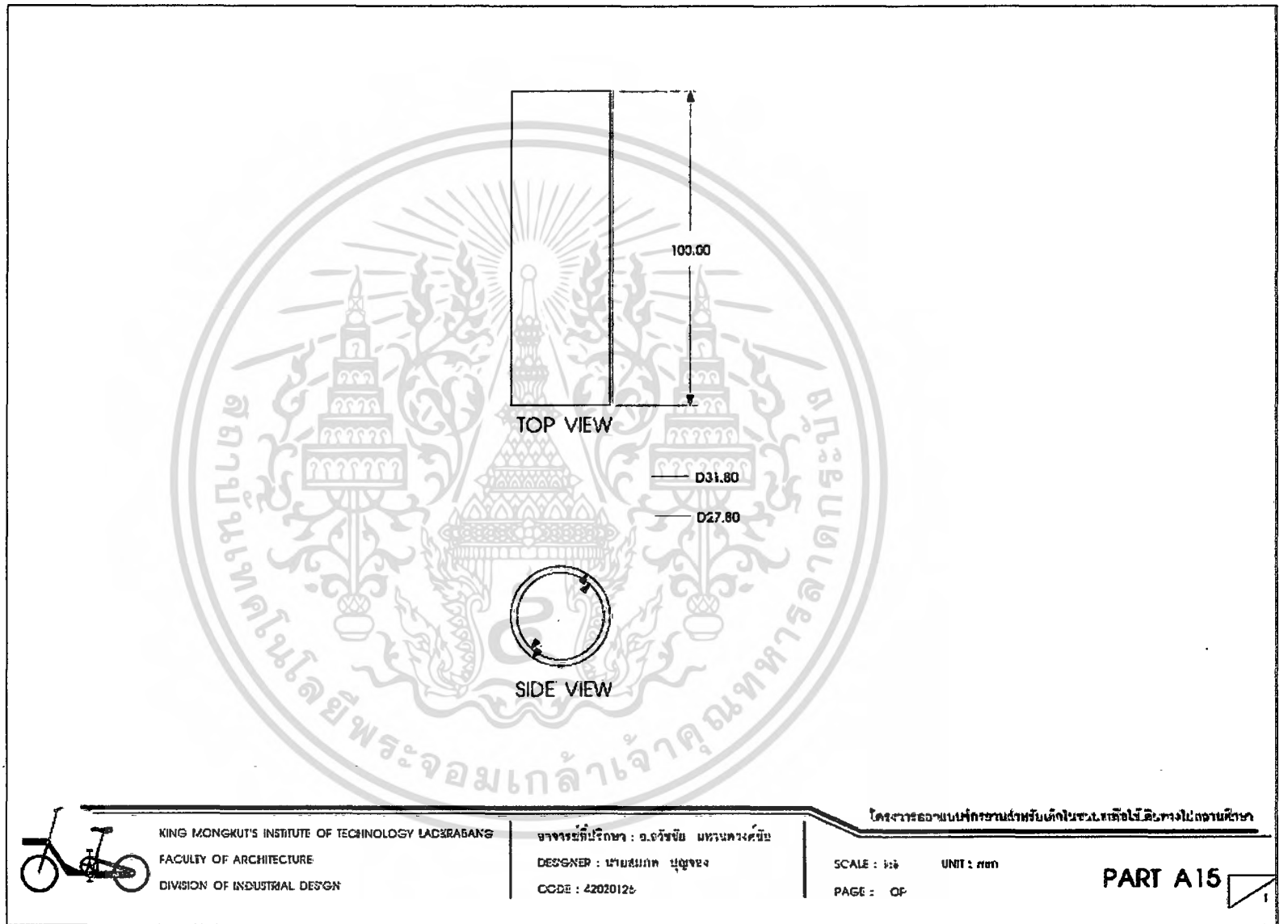
ภาพที่ 89 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A13)



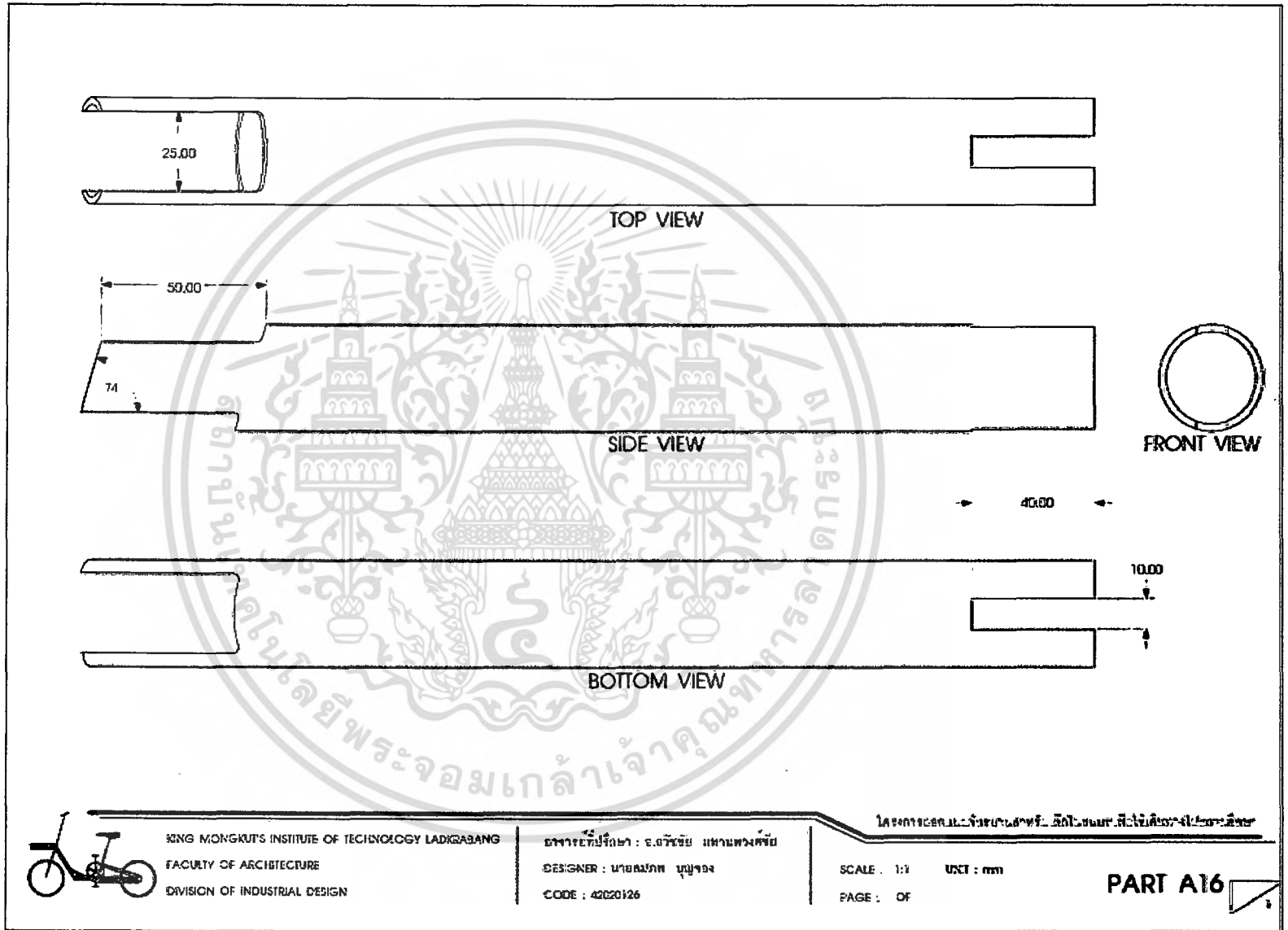
ภาพที่ 90 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A14)



ภาพที่ 91 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A15)



ภาพที่ 92 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนตัวถังหลัก (PART A16)



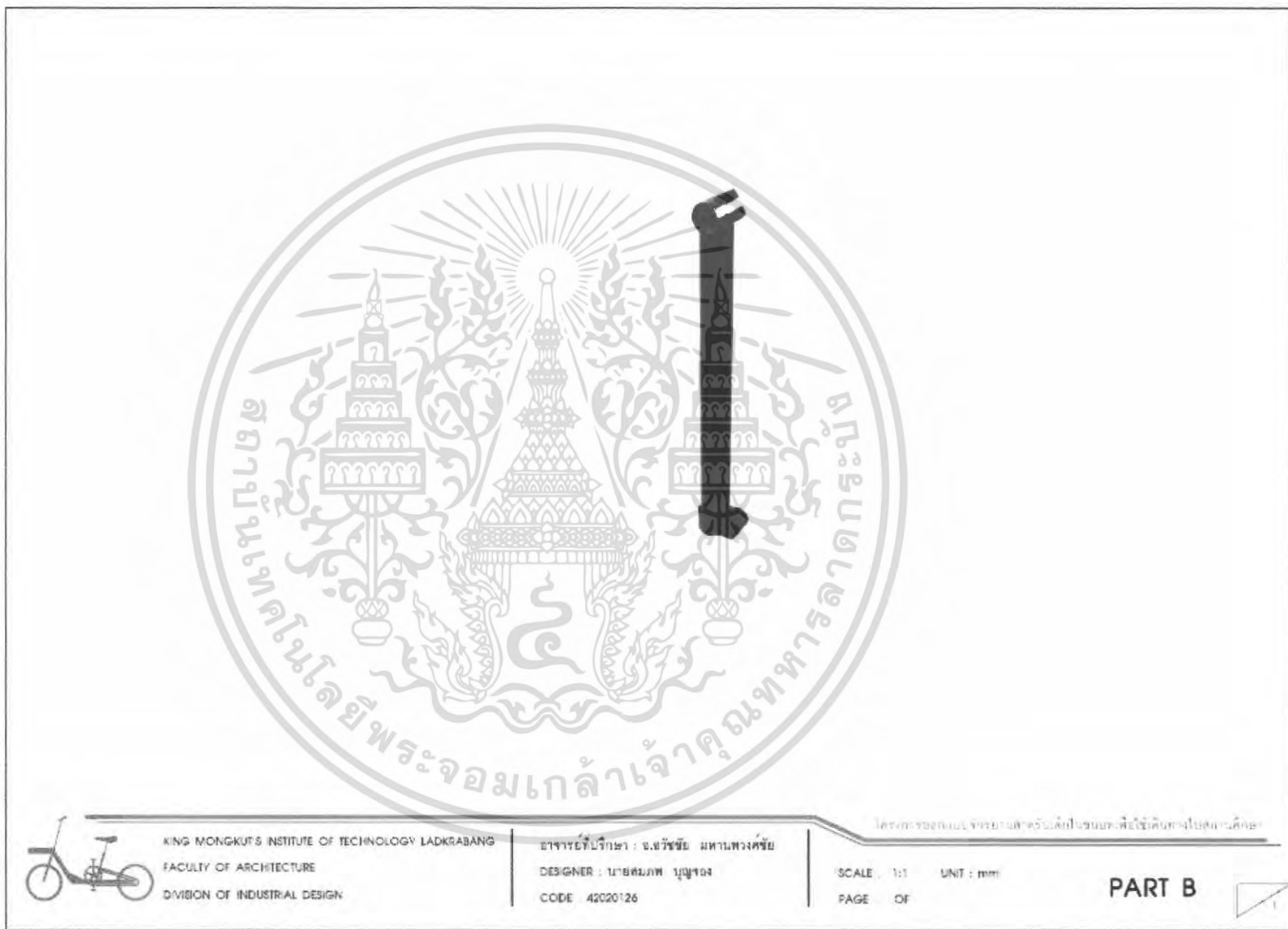
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ประจำ : อ.อวิชัย แทนพวงชัย  
DESIGNER : นายสมภพ บุญญา  
CODE : 4220126

โครงการออกแบบโครงสร้างเหล็ก - สังกัดคณะวิศวกรรมศาสตร์  
SCALE : 1:1    UNIT : mm  
PAGE : OF

PART A16

ภาพที่ 93 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนแฮนด์ (PART B) แบบจริง



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

สาขาวิชา : อ.วิรัช มานพวงษ์  
DESIGNER : น.อศนภ บุญสง  
CODE 42020126

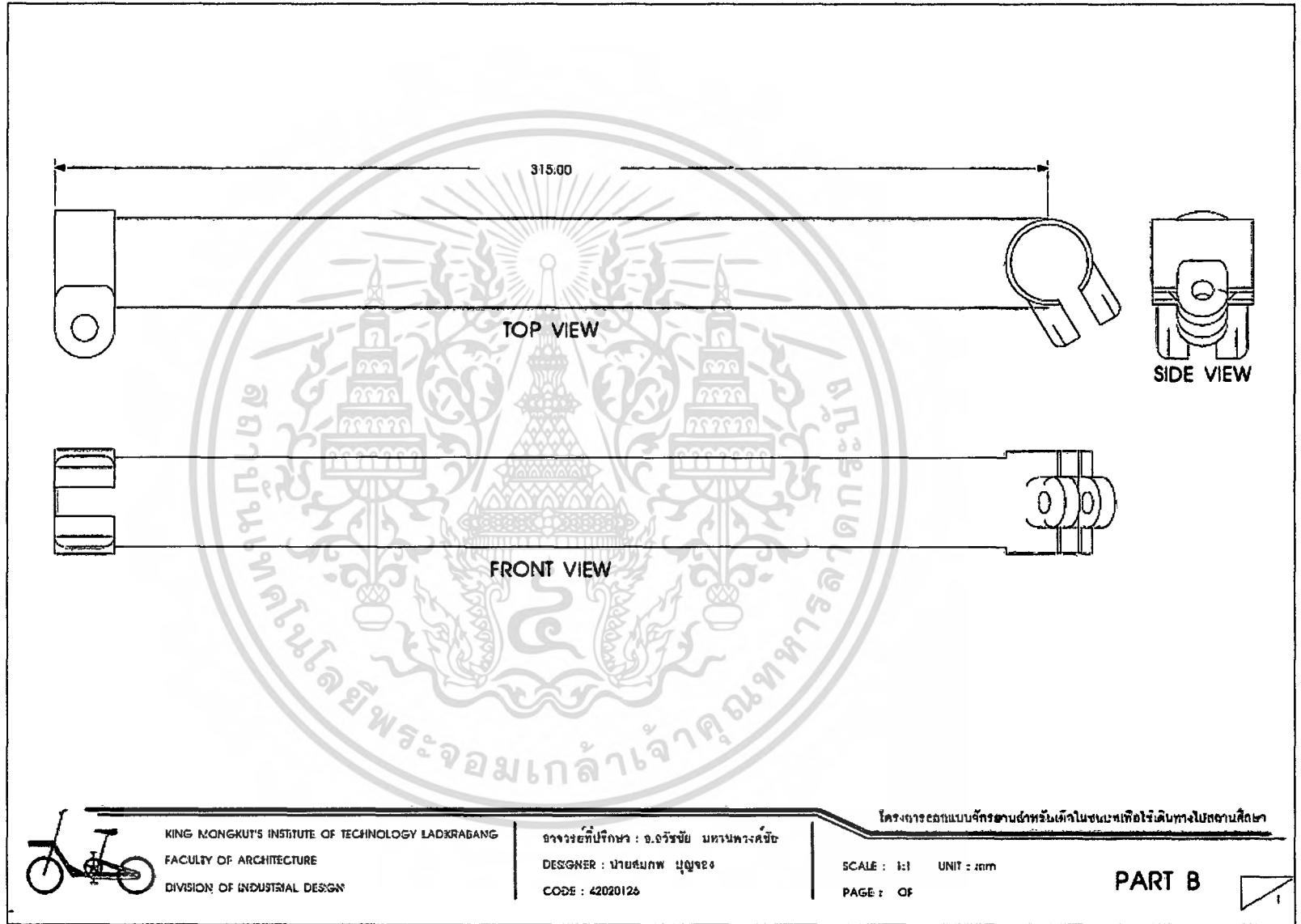
โครงการออกแบบประกอบสำหรับใช้ประกอบเพื่อใช้ศึกษาในชั้นเรียน

SCALE : 1:1    UNIT : mm  
PAGE    OF

**PART B**



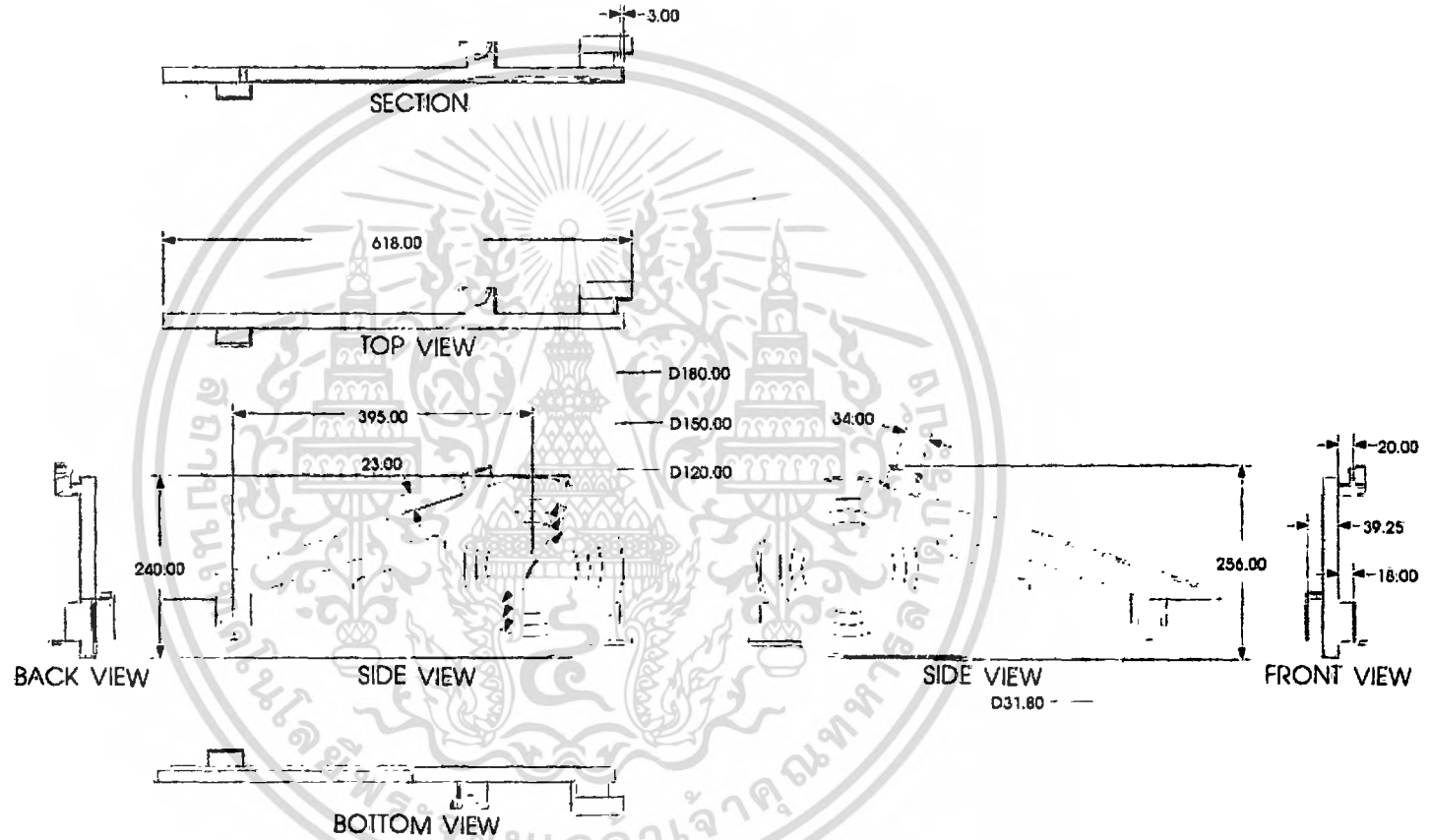
ภาพที่ 94 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนของแฮนด์ (PART B)



ภาพที่ 95 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนบังใต้ (PART C) แบบวีรมิติ



ภาพที่ 96 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนบังไฟ (PART C)



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
 FACULTY OF ARCHITECTURE  
 DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ชวัลชัย มหัทธพรพิชัย  
 DESIGNER : นายสมภพ บุญทอง  
 CODE : 42020126

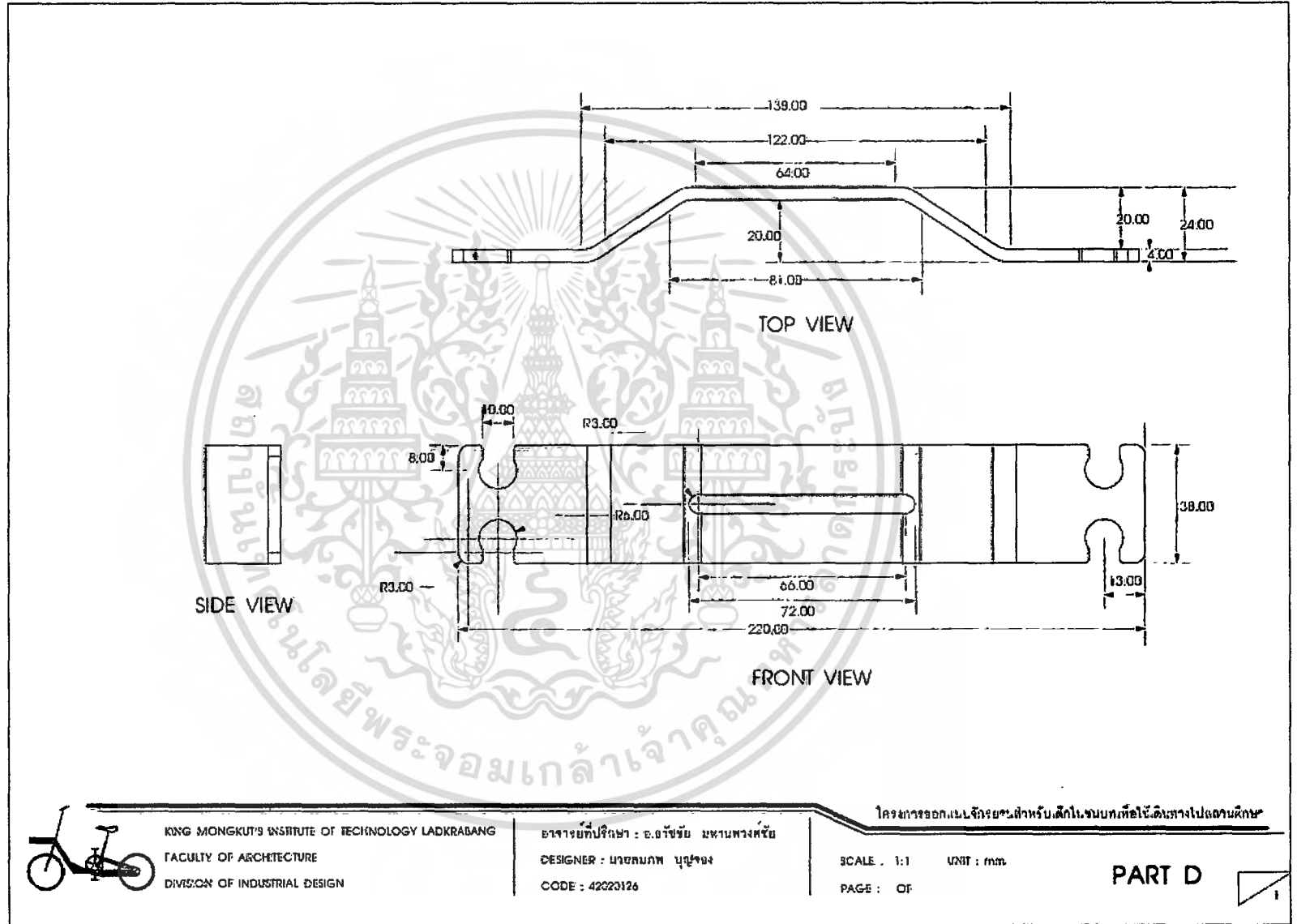
โครงการออกแบบจักรยานสำหรับฝึกฝนเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา  
 SCALE : 1:5    UNIT : mm  
 PAGE : OF

PART C

ภาพที่ ๑7 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนแขนขาในตะกร้า (PART D) แบบ 3 มิติ



ภาพที่ 98 รายละเอียดประกอบแบบ ชิ้นส่วนขาหลังการันในตะกร้า (PART D)



ถาด หรือ เบาะนั่ง (saddle)

พนักถาด (seat post)

มือเบรก (brake lever)

แกนรถจักรยาน

ล้อหลัง ขนาด 16 x 1.75 นิ้วฟุต

เฟืองฟรี (freewheel)

สายโซ่ (chain)

บันได

แกนบันได (crank set)

เบรกล้อหน้า

เบรกล้อหลัง (brake caliper)

โซ่ (chain)

ปลอกแกน

คอแฮนด์ (stem)

อุปกรณ์เสริมภายในรถจักรยานที่มีจำหน่าย

ตะเกียบ

ตัวถังจักรยาน (สแตนด์)

ผ้าปิดสายไฟ

เบรกล้อหน้า

ปั๊มลมจักรยาน

ตะเกียบหน้า

ล้อหน้า ขนาด 16 x 1.75 นิ้วฟุต



KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
DIVISION OF INDUSTRIAL DESIGN

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
DESIGNER นายสมภพ บุญชู  
CODE 42020126

โครงการออกแบบกิจกรรมสำหรับเด็กในชุมชนเพื่อใช้ศึกษาไปสถานศึกษา

SCALE : 1:1 UNIT : mm  
PAGE : OF





## บทที่ 5 บทสรุป

### 5.1 สรุปผลการออกแบบ

จากการทำงานขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายชิ้นงานที่ได้คือ จักรยานสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทเพื่อใช้เดินทางไปยังสถานศึกษา โดยอุปกรณ์สามารถใช้งานในการขับขี่ในพื้นที่ชนบท และสามารถบรรทุกสัมภาระในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

### 5.2 ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจวัดผลวิทยานิพนธ์

1. นำเสนอในส่วนของตะกร้าใส่สัมภาระ
2. นำเสนอในส่วนของ พื้นที่กราฟฟิกของผู้ให้การสนับสนุนโครงการ
3. ปรับปรุงรายละเอียดของเบาะนั่ง เรื่องรูปแบบและประโยชน์ให้สอย
4. ปรับปรุงที่นั่งไซ้ เนื่องจากมีพื้นที่การบังมากเกินไป (เรื่องความสวยงาม)
5. ปรับปรุงรายละเอียดส่วนที่ยื่นของผู้โดยสาร โดยมีข้อเสนอแนะในเรื่องของส่วนกันลื่นให้ผู้โดยสาร
6. รายละเอียดที่เกี่ยวกับความงามด้านต่างๆ เช่น ส่วนของทับทิมสะท้อนแสง น่าจะมีรูปทรงที่เข้ากับแบบของรถ เนื่องจากเป็นการผลิตขึ้นมาใหม่
7. ปรับปรุงโครงสร้างในส่วนของตัวรองรับตะกร้า เนื่องจากมีการใช้โครงสร้างเกินความจำเป็น

หลังจากได้รับฟังข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการจึงได้ปรับปรุงในส่วนต่างดังที่แสดงในรูปต่อไปนี้



### ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการ

1. นำเสนอในส่วนของตะกร้าให้ชัดเจน
2. นำเสนอในส่วนของ พื้นที่การพิกของผู้ที่ทรงรถไม่ชนโครงรถ
3. ปรับปรุงรายละเอียดของเขยาะนั่ง ต้องระบุแบบและประโยชน์ใช้สอย
4. ปรับปรุงที่นั่งให้ดีขึ้น เนื่องจากมีพื้นที่การนั่งแคบเกินไป (เรื่องความสวยงาม)
5. ปรับปรุงรายละเอียดส่วนที่ขึ้นของผู้โดยสาร โดยมีข้อเสนอแนะในเรื่องของส่วนกันสั่นให้ผู้โดยสาร
6. รายละเอียดที่สัมพันธ์กับความงามด้านต่างๆ เช่น ส่วนของซุ้มที่มดตะกอนแดง น่าจะมีรูปทรงที่เข้ากับแบบของรถ เนื่องจากเป็นการผลิตขึ้นมาใหม่
7. ปรับปรุงโครงสร้างในส่วนของตัวรองรับตะกร้า เนื่องจากมีการใช้โครงสร้างที่ความจำเป็น

### ภาพที่ 101 ข้อเสนอแนะของกรรมการ

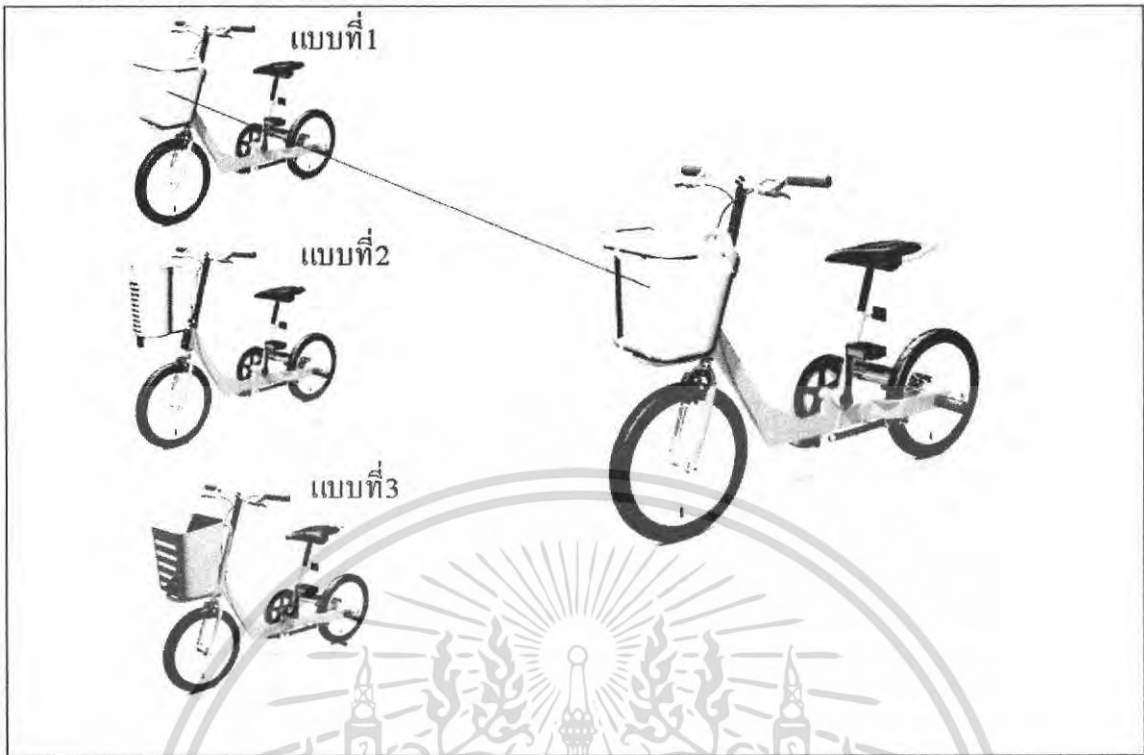


### แนวทางในการออกแบบปรับปรุง

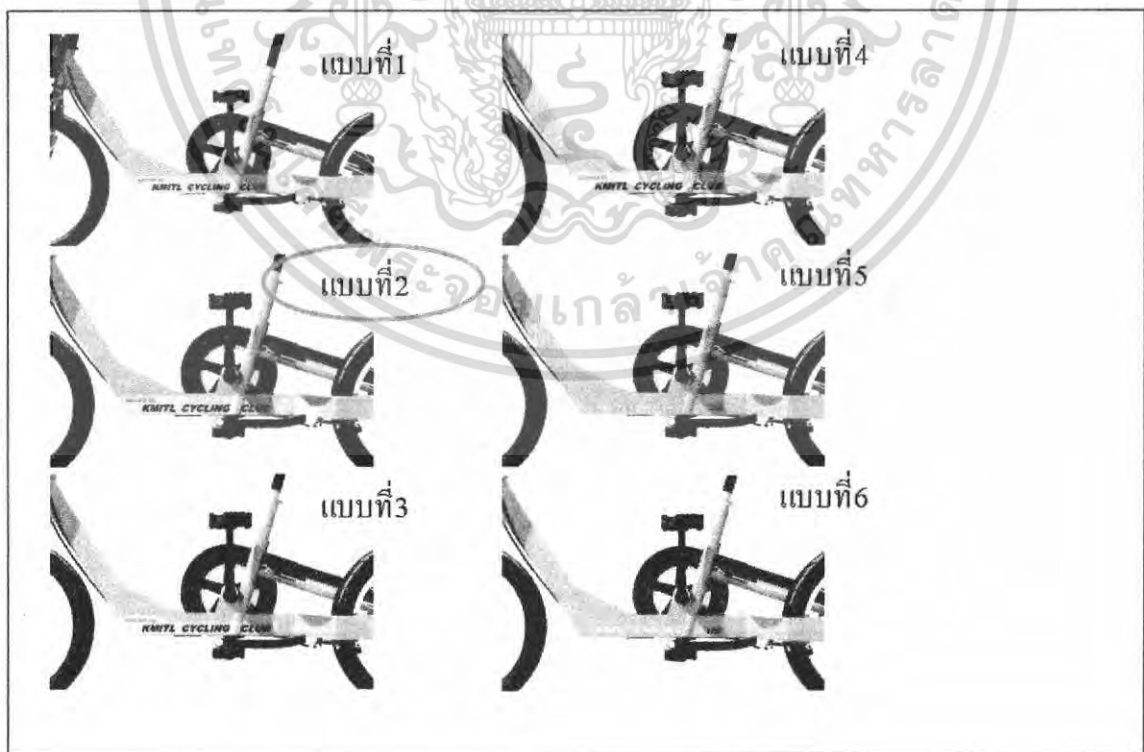
1. มีความสามารถในการบรรจุสัมภาระของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย อุปกรณ์การเรียนและอาหารกลางวัน ซึ่งมีขนาดขึ้นค่า 30X25X30 ซม.(ก.ข.ย.ค.)
2. มีรูปทรงที่สวยงามและไม่ค้ำถล่ม
3. สามารถผลิตได้ง่ายและมีราคาถูก
4. มีพื้นที่ติดคราฟฟิกของผู้ให้การสนับสนุนโครงการ หรือครสัญลักษณ์อื่นๆ เช่น เบอร์ของรถ หรือชื่อโรงเรียน ฯลฯ

### ภาพที่ 102 แนวทางการปรับปรุงของตะกร้า

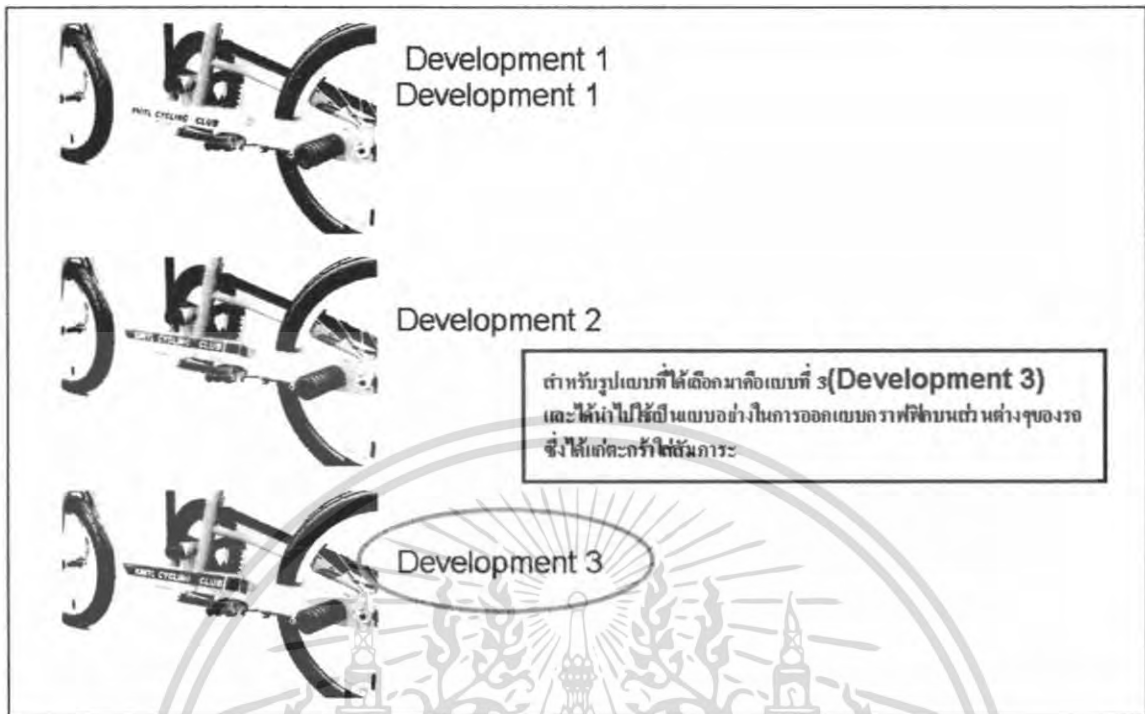
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



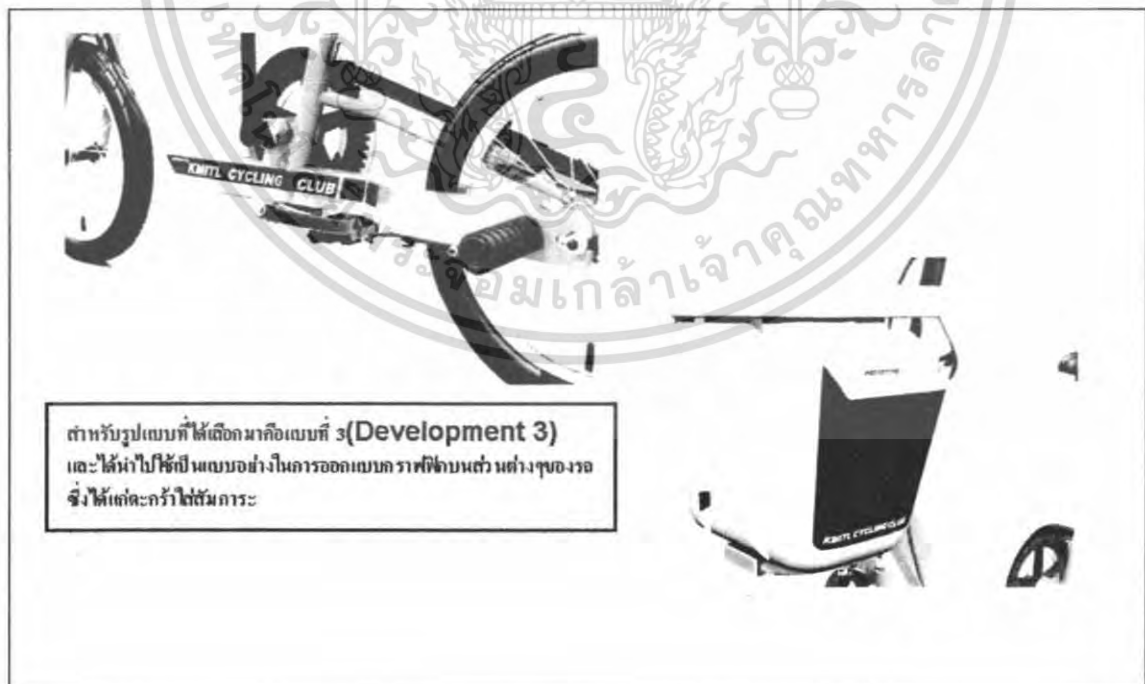
ภาพที่ 103 แบบที่ได้ทำการปรับปรุงในส่วนของตะกร้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 105 แบบที่ได้ทำการพัฒนาต่อในส่วนของกราฟฟิก และการเลือกแบบ



ภาพที่ 106 กราฟฟิกบนส่วนต่างๆของรถจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แนวทางในการปรับปรุง คือ**

ทำให้เบาะนั่งมีความเอนกประสงค์มากขึ้น เช่น เบาะนั่งจะสามารถนั่งได้สองคน (ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการ)  
 ทำให้เบาะนั่งมีส่วนวางของ หรือชั้นเกาะ หลังผู้ขับขี่ มีส่วนที่ช่วยให้ผู้โดยสารยึดจับ โดยคำนึงถึงราคาและ  
 กรรมวิธีการผลิต เพื่อควบคุมในเรื่องต้นทุนไม่ให้สูงเกินไป



ภาพที่ 107 แนวทางในการปรับปรุงส่วนของเบาะนั่ง

**แนวทางที่ 1**

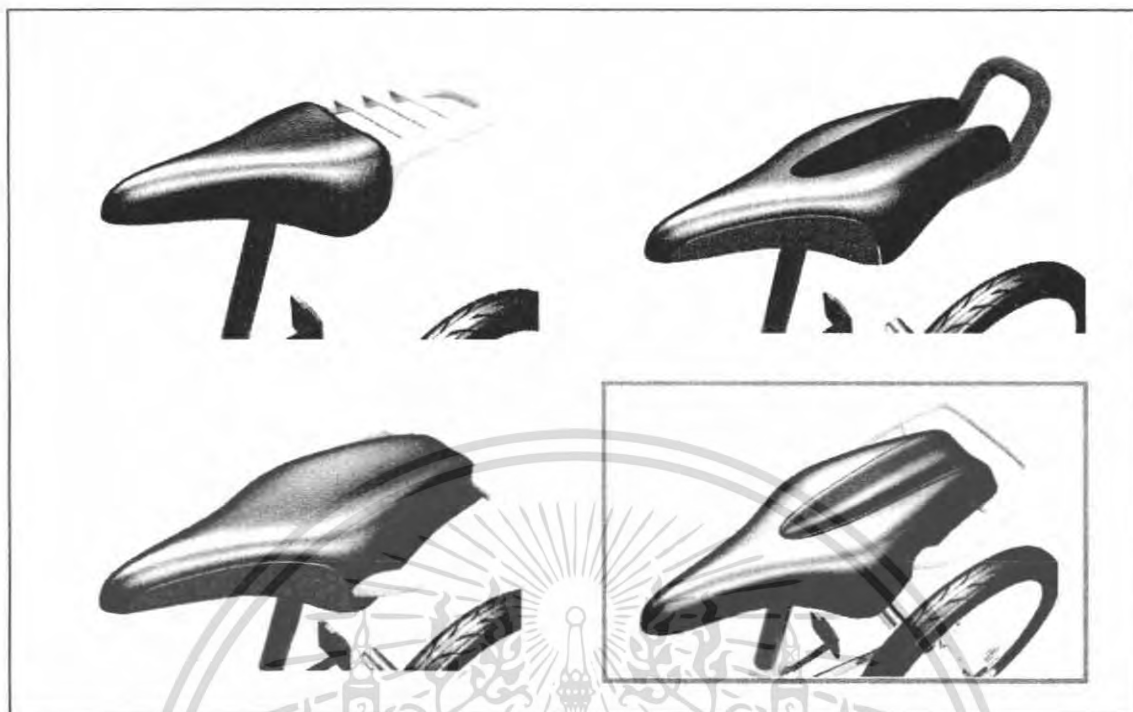
+

**แนวทางที่ 2**

ในการเลือกแบบเพื่อพัฒนาต่อ เป็นการนำสองแนวทางรวมเข้าด้วยกัน เนื่องจากมีความคล้ายกันในเรื่องของลักษณะทางกายภาพ และมีแนวโน้มในการรวมฟังก์ชันเข้าด้วยกันได้

ภาพที่ 108 การปรับปรุงส่วนของเบาะนั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

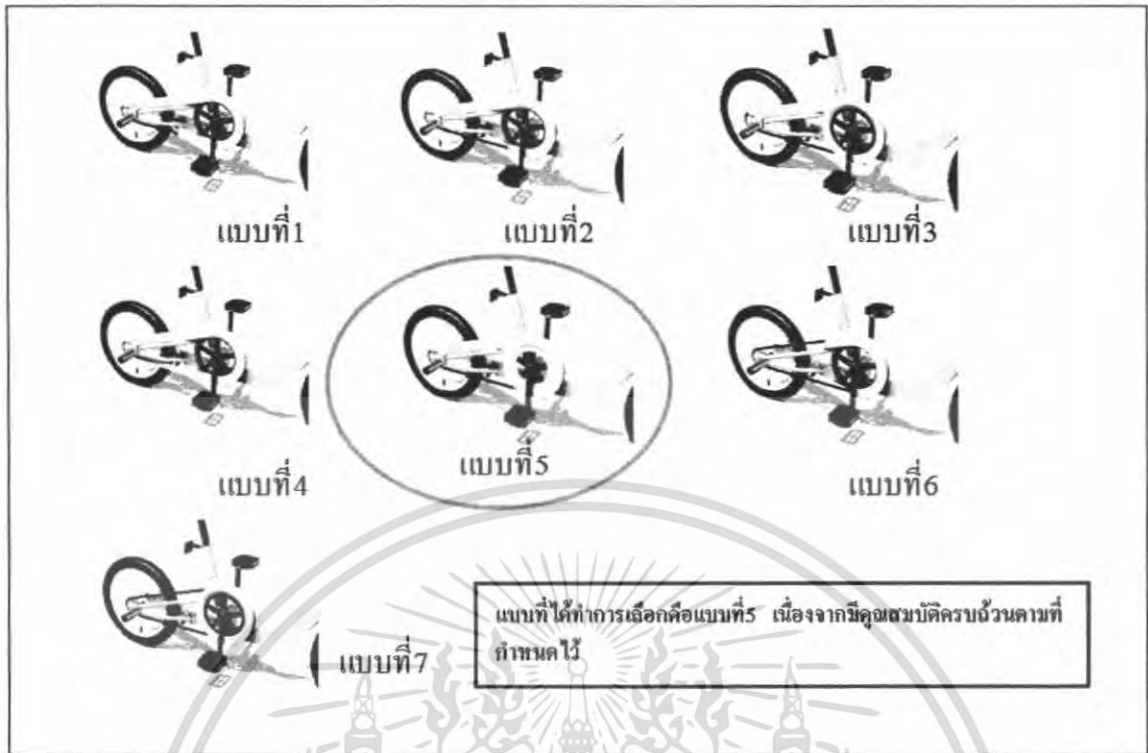


ภาพที่109 แบบของเบาะนั่ง ที่ได้ทำการปรับปรุง และการเลือกแบบขั้นสุดท้าย



ภาพที่110 แนวทางการปรับปรุงส่วนบังโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 111 การเลือกแบบบังไซท์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว



ภาพที่ 112 แนวทางการปรับปรุงส่วนที่ئينโดยสารของผู้โดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

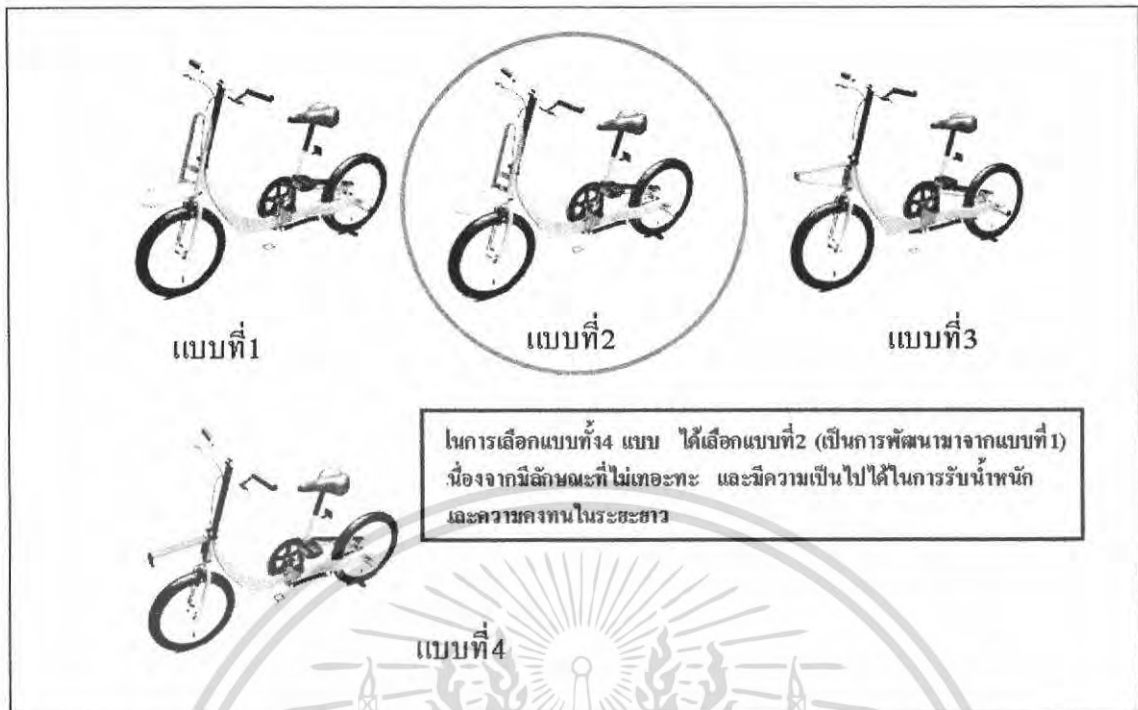


ภาพที่ 113 การปรับปรุงส่วนที่ยื่นโดยसारของผู้โดยสาร



ภาพที่ 114 แนวทางการปรับปรุงส่วนรองรับตะกร้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 115 การปรับปรุงและการเลือกแบบส่วนรองรับตะกร้า



ภาพที่ 116 รูปแบบสุดท้ายหลังจากการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 117 รูปแบบสุดท้ายหลังจากการปรับปรุง

### **5.3 ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจวัดผล วิทยานิพนธ์ หลังจากการปรับปรุงแบบ**

1. ตะกร้าของวิธีที่จะทำให้มีราคาถูกและดูดีกว่านี้
2. ในส่วนของกราฟฟีกมีแนวทางน้อยเกินไป ควรให้ความสำคัญในตำแหน่งติดตั้งที่ไม่ควรอยู่ต่ำเกินไป เนื่องจากอาจจะมีผลในเรื่องความรู้สึกของผู้ให้การสนับสนุน
3. ภาพรวมของงานกราฟฟีกดูสเปอร์ตเกินไป
4. เบาะนั่งให้ลองดูเรื่องความเป็นไปได้ ในการใช้งาน ซึ่งของเดิมอาจจะดีกว่า
5. โครงสร้างด้านหน้า แบบเดิมที่น่าเสนอในครั้งแรกดูดีกว่าแต่ควรตัดโครงสร้างที่ไม่จำเป็นออกไป
6. ส่วนที่ยื่นของผู้โดยสาร การเลือกใช้สีทำให้ดูแล้วรู้สึกไม่ดีน่าจะใช้สีเดียวกับตัวรถ โดยทำให้เกิดความแตกต่างกันด้วย เรื่องของพื้นผิวแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4 การปรับปรุงแบบจากข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และ คณะกรรมการ ตรวจสอบ

การปรับปรุงรูปแบบในครั้งนี้เป็นการปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งในส่วนใหญ่ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติมคือ กราฟฟิก ของผู้ให้การสนับสนุน โดยในครั้งนี้ ทางคณะกรรมการได้เสนอ ธนาคารเพื่อการเกษตรและ สหกรณ์(ธกส.) และสำนักนายกรัฐมนตรี ให้เป็นผู้สนับสนุนโดยสมมติ เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับ แนวทางอื่นๆต่อไป และในส่วนรองที่ได้ทำการปรับปรุง คือส่วนของตะกร้าใส่สัมภาระ และ โครงสร้างรองรับตะกร้า รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆโดยรวมเพื่อให้มีความสวยงามและสมบูรณ์แบบ มากยิ่งขึ้น ซึ่งรูปแบบที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วได้ถูกแสดงไว้ดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 118 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 1 (ด้านขวา)



ภาพที่ 119 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 1 (ด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 120 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 2 (ด้านซ้าย)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการจัดทำแบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 2 (ด้านขวา) ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 122 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่3 (ด้านขวา)



ภาพที่ 123 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่3 (ด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 124 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 4 (ด้านขวา)



ภาพที่ 125 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 4 (ด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 126 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 5 (ด้านขวา)



ภาพที่ 127 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 5 (ด้านซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 128 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 6 (ด้านขวา)



ภาพที่ 129 แบบสุดท้ายที่ได้รับการปรับปรุงครั้งที่ 2 แบบที่ 6 (ด้านซ้าย)

จากแบบทั้งหมดที่ได้ทำการปรับปรุงนั้นจะมีบางแบบที่ได้รับการเปลี่ยนสีของตัวรถเพื่อให้เข้ากับแบบตราสัญลักษณ์ดั้งเดิมของหน่วยงานนั้นๆตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.5 ความคิดเห็นของนักศึกษา

ในโครงการออกแบบนี้ งานออกแบบมุ่งเน้นที่การทำให้ต้นทุนเพียงอย่างเดียวจึงทำให้การออกแบบขาดในเรื่องของความงามไปค่อนข้างมาก อีกทั้งการทดสอบในขั้นตอนการทำต้นแบบ มีขีดจำกัดในเรื่องของเวลา จึงทำให้ไม่สามารถทดลองในแบบอื่นๆได้ ซึ่งอาจจะทำให้การผลิตมีต้นทุนต่ำกว่าแบบที่เป็นอยู่ ซึ่งในการทำให้ต้นทุนต่ำลงได้นั้นต้องทำในทุกชั้นส่วนที่ทำการออกแบบ การออกแบบเฉพาะตัวถัง และส่วนประกอบเพียงเล็กน้อย ไม่สามารถทำให้มีต้นทุนที่ต่ำลงจนเห็นความแตกต่างมากๆได้ ซึ่งเป็นความแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ผลอย่างอื่นที่ได้คือ ได้จักรยานที่มีน้ำหนักเบา ขับขี่สบาย และตอบสนองการใช้งานในลักษณะต่างๆได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการออกแบบในครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้