สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการออกแบบปรับปรุงรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

[THE POWERED WHEELCHAIR]

นายยุทธนา ทัฬหิธีรวัฒน์
รหัสนักศึกษา 40025326

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 49395
วัน, เดือน, ปี..... 20 ก.พ. 2547

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงรถนั่งคนพิการไฟฟ้า [THE POWERED WHEELCHAIR]
ชื่อนักศึกษา	นาย ยุทธนา ทัฬหธีรวัฒน์
รหัสประจำตัว	40025326
คณะ	สถาปัตยกรรมศาสตร์
ภาควิชา	ศิลปอุตสาหกรรม
สถานศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

สภาพสังคมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นรอบตัวเรามากมาย ปัญหา และเหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์เพื่อให้อยู่รอดในสังคมนั้น มนุษย์ต้องรู้จักช่วยเหลือตนเองมากขึ้น เพราะสภาพสังคมอย่างที่เป็นอยู่นี้มีการแข่งขันกันสูง ทุกคนต่างมุ่งหวังที่จะทำให้ชีวิตตนเองดีขึ้น ซึ่งบางครั้งทำให้มองข้ามคำว่า "น้ำใจ" หรือคำว่า "การช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน"

ผู้พิการ หมายถึง ความเสียเปรียบของบุคคลใดบุคคลหนึ่งทำให้ไม่สามารถดำเนินชีวิตได้ทัดเทียมคนปกติ จากแนวคิดเกี่ยวกับการดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการนั่นคือ การที่บุคคลมีอำนาจควบคุมชีวิตตัวเองในส่วนที่สามารถยอมรับได้ มีอำนาจตัดสินใจและดำเนินชีวิตประจำวันโดยอาศัยหรือพึ่งพาผู้อื่นน้อยที่สุด การรอคอยความช่วยเหลือจากคนปกติอย่างเดียว ไม่น่าจะอยู่ในวิสัยที่ดี กอปรกับสภาพสังคมที่กล่าวมาข้างต้น จึงเล็งเห็นถึงปัญหา และเกิดความคิดที่จะออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้พิการสามารถช่วยเหลือตนเองได้สะดวกยิ่งขึ้น

โครงการออกแบบนี้ครอบคลุมถึงปัญหาในการดำรงชีวิต การทำกิจกรรมภายในที่พักอาศัยและบริเวณโดยรอบ ในลักษณะของการใช้งานร่วมกับเฟอร์นิเจอร์ขนาดปกติ ซึ่งมักมิได้ออกแบบมาเพื่อผู้พิการใช้ ทั้งยังรวมเอาส่วนรองรับการใช้งานพื้นฐานของผู้พิการบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้าเข้ามามีส่วนในการออกแบบ จากภาพรวมของงานดังที่ได้กล่าวมานั้น นำมาทำการพัฒนาออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบใหม่ให้สามารถปรับยกในส่วนของที่นั่งให้สูงขึ้น หรือต่ำลง ในระดับต่าง ๆ กัน เพื่อสามารถใช้งานร่วมกับเฟอร์นิเจอร์ และดำรงชีวิตประจำวันได้โดยอาศัยความช่วยเหลือจากคนปกติน้อยที่สุด เพิ่มส่วนวางสัมภาระของผู้ใช้ ส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการ เพื่อความสะดวกและให้ง่ายต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังได้เพิ่มระบบความปลอดภัยสัญญานไซเรน ไว้ในรถนั่งคนพิการแบบใหม่นี้ด้วย โดยหวังว่าโครงการออกแบบนี้จะตอบสนองการดำรงชีวิตของผู้พิการ และสนับสนุนแนวคิด การดำรงชีวิตอิสระของผู้พิการ เพื่อการอยู่ร่วมกันของคนในสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

อาจารย์ ดนต์ รัตนทัศนีย์	อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ข้อคิด ให้คำปรึกษาที่ดี ทั้งยังคอยกระตุ้นให้ไฟการทำงานของผม มีตลอดเวลา
อาจารย์ ธวัชชัย มหานพวงศ์ชัย	อาจารย์เลขากลุ่มวิทยานิพนธ์ ให้คำชี้แนะ และไขข้อสงสัยของผมเรื่อยมาตลอดการทำงาน
อาจารย์คมกฤช จันทร์ประสิทธ์	อาจารย์คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ คอยแนะนำวิธีแก้ปัญหา และแนวทางการทำงาน
อาจารย์สมเกียรติ ไตรพันธ์	อาจารย์คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ คอยตั้งคำถามให้ผมได้คิด และทำงานได้รอบคอบยิ่งขึ้น
บ.กันตนา กรุ๊ป จำกัด	เอื้อเฟื้อ ข้อมูล คำแนะนำ และรถนั่งคนพิการไฟฟ้า
พี่สุภา	ผู้พิการนั่งรถเข็น ให้ข้อมูล คำแนะนำ และแนวคิดต่างๆ
คุณสมเกียรติ	บ.ไฮดรอลิค ให้ความรู้เรื่องกลไก การทำงาน แนะนำ ให้ความช่วยเหลือเสมอ
พี่กุ๊ก	พี่เลี้ยงเด็กพิการที่มูลนิธิอนุเคราะห์คนพิการ ปากเกร็ด ให้ข้อมูลด้านต่าง ๆ
พี่ไบท์	พี่จากศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพสิรินธร ช่วยเหลือข้อมูลภาพหนังสือดี ๆ หลายเล่ม

* ขอบคุณ คุณพ่อ ,พี่สาว และพี่ชายทั้ง 2 คน ที่คอยให้กำลังใจผมเสมอมา

ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง คณะทุกท่าน

เพื่อนเพ้ง,เพื่อนซิน,เพื่อนเอล์ม,เพื่อนวิ,เพื่อนโย,เพื่อนปอ , เพื่อนเด่น,เพื่อนตูน ,เพื่อนตั้ม ,เพื่อนโก้, เพื่อนเจ๋ , เพื่อนตรี , เพื่อนหนึ่ง,เพื่อน ๆในห้องทุก ๆ คน...,พี่โบ , พีโส ,พีรหัสสาย 26 และ 36

น้องป้อบ , น้องเอก ,น้องอั้น , น้องตั้บ ,น้องชิด , น้องแอน ,น้องป้อบเล็ก ,น้องโจ้ , น้องโต

Special Thank

น้องแอ้ม	สุด ๆ คนนี้ช่วยเหลือมาแทบทุกงาน
น้องเก๋	กำลังใจมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

มนุษย์ทุกคนเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าของประเทศ คนพิการก็เป็นทรัพยากรส่วนหนึ่งของประเทศ แต่เนื่องจากความพิการเป็นอุปสรรคในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการมีส่วนร่วมในสังคม สามารถอธิบายได้ว่าการยอมรับตนเอง หรือรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่านั้น เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้ผู้พิการมีกำลังใจกำลังกาย มีความภาคภูมิใจในตนเอง ซึ่งสามารถทำให้เกิดการพัฒนาการในการปรับตัวไปในทางที่ดีขึ้น มีความเข้มแข็งทางด้านจิตใจ และสามารถช่วยเหลือตนเองรวมทั้งบุคคลรอบข้างได้อีกด้วย สำหรับสัมพันธ์ภาพในครอบครัวและบทบาทของสมาชิกในครอบครัว เป็นเสมือนแรงเสริม (Reinforcement) ที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการปรับตัวของผู้พิการ และป้องกันผลร้ายที่เกิดจากสภาพปัญหาทางด้านอารมณ์ อีกทั้งยังช่วยในการให้ผู้พิการสามารถประเมินภาวะที่คุกคามอยู่ให้มีความรุนแรงน้อยลง จึงควรส่งเสริมสนับสนุนให้มีการเสริมสร้างความสามารถของคนพิการ ทั้งในด้านการแพทย์ การศึกษา หรือการอบรม เพื่อให้คนพิการเป็นคนที่มีคุณค่า สามารถประกอบอาชีพเลี้ยงตนเอง หรือสามารถอยู่ในสังคมอย่างเป็นสุข และเป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ..... ประธานกรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

อาจารย์(.....)

.....

อาจารย์(.....)

.....

อาจารย์(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

อาจารย์ ดนต์ รัตนทัศนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ข้อคิด ให้คำปรึกษาที่ดี ทั้งยังคอยกระตุ้นให้ไฟการทำงานของผม มีตลอดเวลา

อาจารย์ ธวัชชัย มหานพวงศ์ชัย อาจาร์เลขากลุ่มวิทยานิพนธ์ ให้คำชี้แนะ และไขข้อสงสัยของผมเรื่อยมาตลอดการทำงาน

อาจารย์คมกฤช จันทร์ประสิทธ์ อาจารย์คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ คอยแนะนำวิธีแก้ปัญหา และแนวทางการทำงานให้ผมเสมอ

อาจารย์สมเกียรติ ไตรพันธ์ อาจารย์คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ คอยตั้งคำถามให้ผมได้คิด และทำงานได้รอบคอบยิ่งขึ้น

ขอบคุณอีกครั้งกับความน่ารัก และใจดีของอาจารย์ทุกท่าน .....ขอบคุณอาจารย์ตรวจหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาการส่งหัวข้อวิทยานิพนธ์ทุกท่าน

- อาจารย์คงเดช หุ่นผดุงรัตน์
- อาจารย์บรรเจิด เอี่ยมเมตตา
- อาจารย์ซีมะรัตน์ เลิศภูมิปัญญา
- อาจารย์ธนารักษ์ จันทร์ประสิทธิ์

บ.กันตนา กรุ๊ป จำกัด เอื้อเฟื้อ ข้อมูล คำแนะนำ และรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่ทั้งแกะทั้งแงะมาให้เป็นข้อมูล

พี่สุภา ผู้พิการนั่งรถเข็น ให้ข้อมูล คำแนะนำ และแนวคิดดี ๆ

คุณสมเกียรติ บ.ไฮดรอลิค ให้ความรู้เรื่องกลไก การทำงาน แนะนำและติชม ให้ความช่วยเหลือเสมอเลยครับขอบคุณดัง ๆ

พี่กุ๊ก พี่เลี้ยงเด็กพิการที่มูลนิธิอนุเคราะห์คนพิการ ปากเกร็ด พี่ที่ให้ข้อมูลด้านต่าง ๆ อย่างสุดตัว อีกยังแนวคิดเจ๋ง ๆ

พี่ไบท์ พี่จากศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพสิรินธร ช่วยเหลือข้อมูลภาพหนังสือดี ๆ หลายเล่มใจดีจริง ๆ

* ขอบคุณ คุณพ่อ ,พี่สาว และพี่ชายทั้ง 2 คน ที่คอยลุ้น และให้กำลังใจ ถามไถ่เสมอว่าเมื่อไหร่ผมจะจบ ตอนนี้ตอบได้เต็มปากซะที่ว่าจบแล้ว ผมว่าเป็นข้อดีอย่างนึงของคนเป็นน้องสุดท้องที่ใคร ๆก็เป็นห่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง คณะทุกท่าน

เพื่อนเพ้ง	ช่วย " รน " มาตลอดการส่งหัวข้อวิทยานิพนธ์ ทั้งยังเป็นสายกลึงไม้ทำโมเดลมือหนึ่ง
เพื่อนซิน	ช่วยแนะไอเดียประหลาด ๆ ได้ดีเสมอ
เพื่อนเอล์ม	ช่วยปริ้นงานในเวลาคับขันได้ทันเวลาพอดีเลย
เพื่อนวิ	ขอบคุณสำหรับเครื่องปริ้นที่มีประสิทธิภาพดีเยี่ยม
เพื่อนโย	ช่วยจัด ช่วยทำ ช่วยหลายอย่างเลยขอบคุณจริง ๆ
เพื่อนปอ , เพื่อนเด่น	ช่วยทั้งโมเดลStudy , โมเดลจริง สุด ๆ
เพื่อนตูน ,เพื่อนตั้ม	ถามไถ่และช่วยเหลือมาตลอด Thank..
เพื่อนโก้ , เพื่อนเจ๋ , เพื่อนตรี , เพื่อนหนึ่ง	คอยให้ความบันเทิง คลายเครียดเสมอไม่เคยขาด
เพื่อน ๆในห้องทุก ๆ คน	คอยถามไถ่ และอยู่กันมาตลอด 5 ปี ...6 ปี
พี่โบ , พีโส	ช่วยงานเรียนและงานแบบร่าง ขอบคุณมากครับ
พีรหัสสาย 26 และ 36	ผมจะไม่ลืมพี่ ๆ ทุกคน
น้องแอ้ม	สุด ๆ คนนี้ช่วยเหลือมาแทบทุกงาน
น้องป้อบ , น้องเอก ,น้องอั้น , น้องตั้บ , น้องชิด , น้องแอน ,น้องป้อบเล็ก , น้องโจ้ , น้องโต	คอยถามไถ่ และช่วยเหลือเสมอ

ขอบคุณเป็นพิเศษ

น้องเก๋	คอยเป็นกำลังใจให้เสมอ น่ารักจริง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.1	ตารางแสดงลักษณะของผู้พิการที่มีความจำเป็นต้องใช้รถนั่งคนพิการ	27
1.2	ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสียของการเคลื่อนย้ายตัวแบบต่าง ๆ	47
2.1	ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการปกติ	58
2.2	ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบมาตรฐาน	63
4.1	ตารางแสดงความสัมพันธ์ของขนาดสัดส่วนมนุษย์กับรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	95
4.2	ตารางแสดงขนาดสัดส่วนคนไทยอายุระหว่าง 17 – 49 ปี (ตารางที่ 1)	97
4.3	ตารางแสดงขนาดสัดส่วนคนไทยอายุระหว่าง 17 – 49 ปี (ตารางที่ 2)	99
4.4	ตารางแสดงขนาดสัดส่วนคนไทยอายุระหว่าง 17 – 49 ปี (ตารางที่ 3)	100
5.1	ตารางแสดงค่าความสูงวัดจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่ง	107
5.2	ตารางแสดงค่าความกว้างของตะโพกของคนไทย	107
5.3	ตารางแสดงค่าระยะห่างระหว่างเส้นสัมผัสกันกับข้อพับที่หัวเข่า	108
5.4	ตารางแสดงค่าความสูงระดับที่นั่งถึงหัวไหล่ขณะนั่ง	109
5.5	ตารางแสดงค่าความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอกขณะงอ	111
5.6	ตารางแสดงค่าความกว้างระหว่างข้อศอกขณะกางข้อศอกในแนวระดับ	111
5.7	ตารางแสดงค่าระยะห่างข้อศอก(ขณะงอ) ถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น	111
5.8	ตารางแสดงค่าความสูงตะโพก	112
5.9	ตารางแสดงค่าความสูงจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า	113
5.10	ตารางแสดงค่าน้ำหนักและขนาดสิ่งของที่ผู้ใช้งานรถนั่งคนพิการ สามารถนำพาได้	115
5.11	ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รถนั่งคนพิการ	121
5.12	ตารางสรุปขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	123
6.1.1	ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของการเลือกใช้มอเตอร์แบบต่าง ๆ	131
6.2.1	ตารางแสดงประเภทของเฟืองและเพลา	134
6.2.2	ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบส่งกำลังแบบสายพานลิ่ม	135
6.2.3	ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบส่งกำลังด้วยโซ่	137
6.2.4	ตารางแสดงการวิเคราะห์การเลือกใช้ระบบส่งกำลัง	138
6.3.1	ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของการล็อกล้อแบบใช้แรงยางกด	141
6.3.2	ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของเบรกก้ามปู	142
6.3.3	ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของการเบรกโดยใช้แรงเสียดทานที่ดุมล้อ	142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบการล็อกล้อ 143
6.4.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของแบตเตอรี่ 149
6.4.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์การเลือกใช้แบตเตอรี่ 151
6.4.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบการอัดไฟแบตเตอรี่ 153
6.5.1 ตารางแสดงค่าความต้านทานในแนวแกน X , Y ตามการโยกคันบังคับทิศทาง 159
6.5.2 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของการวางตำแหน่งระบบควบคุม 162
6.5.3 ตารางแสดงค่าความถี่ในการใช้งานปุ่มควบคุมต่าง ๆ 163
6.6.1 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบผ่อนกำลังแต่ละแบบ 171
6.6.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบผ่อนกำลัง 172
6.6.3 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามระบบแบบที่ 1 173
6.6.4 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามระบบแบบที่ 2 173
6.6.5 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบการปรับความสูงแบบมีปุ่มขัน 174
6.6.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ระบบปรับความสูงส่วนพักแขน , พักเท้า 174
6.6.7 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบการปรับเอนของพนักพิง 180
6.7.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบกันสะเทือนมาใช้งาน 186
6.8.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกจำนวนล้อของรถนั่งคนพิการ 188
6.8.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ชนิดของวัสดุของล้อที่เลือกใช้ 190
6.8.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์การเลือกใช้ชนิดของล้อหลัง 191
6.8.4 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของล้อแกนหมุนตรง 191
6.8.5 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของล้อแกนหนีศูนย์กลาง 192
6.8.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์การเลือกชนิดของแกนล้อแคสเตอร์ 192
6.8.7 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ชนิดของล้อใหญ่ 193
6.8.8 ตารางแสดงการสรุปการเลือกใช้ล้อ 194
6.8.9 ตารางแสดงการวิเคราะห์ระบบขับเคลื่อน 197
6.8.10 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสียโครงสร้างหลักในแต่ละลักษณะ 201
7.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์รูปแบบของท่อกลวงเพื่อนำมาทำส่วนโครงสร้าง 206
7.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์รูปแบบของท่อสี่เหลี่ยมกลวงเพื่อนำมาทำส่วนโครงสร้าง 207
7.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์รูปแบบของท่อเหล็กที่จะนำมาทำส่วนโครงสร้าง 207
7.4 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของอลูมิเนียม 208
7.5 ตารางสรุปคุณสมบัติของแสดนเลส 210
7.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก 210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.7 ตารางแสดงการเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของโครงสร้างส่วนที่นั่งแบบต่าง ๆ 212
7.8 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกโครงสร้างส่วนที่นั่ง 213
7.9 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติกโพลีสไตลีน (พี เอส) 214
7.10 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติก เอ บี เอส 215
7.11 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติก พี อี 216
7.12 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติก พี พี 217
7.13 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติก พี ซี 218
7.14 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของอะคริลิค 219
7.15 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุบุส่วนที่นั่งและส่วนสัมผัสผิวเช่นส่วนพักแขน(ภายใน) 226
7.16 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุบุส่วนที่นั่งและส่วนสัมผัสผิวเช่นส่วนพักแขน(ภายนอก) 227
7.17 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำมือจับ 228
7.18 ตารางการวิเคราะห์เลือกวัสดุที่ใช้ทำส่วนห่อหุ้มโครงสร้าง 228
7.19 ตารางสรุปการเลือกใช้วัสดุในการทำรถนั่งคนพิการ 229
8.1 ตารางตัวอย่างสีที่ทำให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ กัน 231
8.2 ตารางแสดงอิทธิพลของสี 232
9.1 ตารางแสดงการสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ 234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2-1.1	ภาพแสดงลักษณะของผู้สูงอายุ	28
2-1.2	ภาพแสดงลักษณะผู้เป็นอัมพาตครึ่งท่อน [[Paraplegic]	29
2-1.3	ภาพแสดงลักษณะผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี	29
2-1.4	ภาพแสดงลักษณะผู้พิการโรคโปลิโอ แขน ขาลีบ	30
2-1.5	ภาพแสดงผู้พิการอัมพาตครึ่งซีก	30
2-1.6	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากเตียงมายังรถนั่งคนพิการ	33
2-1.7	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการมายังเตียง	34
2-1.8	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเตียง แบบไม่มีแผ่นกระดาน	34
2-1.9	ภาพแสดงการเคลื่อนรถนั่งคนพิการผ่านช่องทางเดิน	35
2-1.10	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังชักโครก	36
2-1.11	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากชักโครกไปยังรถนั่งคนพิการ	36
2-1.12	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังชักโครก (กรณีมีราวช่วยพยุง)	37
2-1.13	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากชักโครกไปยังรถนั่งคนพิการ (กรณีมีราวช่วยพยุง)	37
2-1.14	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวระหว่างรถนั่งคนพิการและชักโครกแบบต่าง ๆ	38
2-1.15	ภาพแสดงการใช้อ่างล้างหน้า	38
2-1.16	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังส่วนอาบน้ำ	39
2-1.17	ภาพแสดงที่นั่งอาบน้ำ และเก้าอี้อาบน้ำ	39
2-1.18	ภาพแสดงการเคลื่อนตัวจากเก้าอี้ไปสู่อ่างอาบน้ำโดยปราศจากอุปกรณ์ช่วย	40
2-1.19	ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเก้าอี้ลักษณะต่าง ๆ	41
2-1.20	ภาพแสดงการนั่งรับประทานอาหารบนโต๊ะอาหาร	41
2-1.21	ภาพแสดงการล้างจานและการเตรียมอาหาร	42
2-1.22	ภาพแสดงการเก็บของจากพื้น	42
2-1.23	ภาพแสดงการลงสู่พื้นของผู้ป่วย	43
2-1.24	ภาพแสดงการขึ้นรถนั่งคนพิการจากพื้นราบ	43
2-1.25	ภาพแสดงการขึ้นรถยนต์จากรถนั่งคนพิการ	44
2-1.26	ภาพแสดงการลงรถยนต์สู่รถนั่งคนพิการ	45
2-1.27	ภาพแสดงอุปกรณ์ช่วยขึ้น – ลงรถเมล์สำหรับคนพิการ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-2.1 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการชนิดล้อใหญ่อยู่ทางด้านหน้า 50
2-2.2 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน 50
2-2.3 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบกีฬา 51
2-2.4 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบน้ำหนักเบา 51
2-2.5 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการสำหรับผู้พิการขาไม่มี 52
2-2.6 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบหมุนมือเดียว 52
2-2.7 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบปรับนอนได้ 53
2-2.8 ภาพแสดง Transitor 53
2-2.9 ภาพแสดง Transitor Wheelchair 54
2-2.10 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการสำหรับเด็ก 54
2-2.11 ภาพแสดงเก้าอี้ติดล้อ 55
2-2.12 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบพับได้ 55
2-2.13 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 56
2-2.14 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าสำหรับใช้งานภายในบ้าน 56
2-2.15 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าสำหรับใช้งานภายนอกอาคาร 56
2-2.16 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่ใช้ภายนอกอาคารแบบขับเคลื่อน 4 ล้อ 57
2-2.17 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน 58
2-2.18 ภาพแสดงลักษณะของรถนั่งคนพิการและส่วนประกอบพื้นฐาน 59
2-2.19 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบมาตรฐาน 63
2-2.20 ภาพแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 64
2-2.21 ภาพแสดงลักษณะของล้อแคสเตอร์ 65
2-2.22 ภาพแสดงเบาะรองนั่งแบบโฟมอัดขึ้นรูป 66
2-2.23 ภาพแสดงลักษณะเบาะรองนั่งชนิด Multichamberred villous pneumatic cushion 66
2-2.24 ภาพแสดงลักษณะเข็มขัดนิรภัย 67
2-2.25 ภาพแสดงลักษณะกล่องควบคุมทิศทาง 68
2-2.26 ภาพแสดงลักษณะของมอเตอร์ 68
2-2.27 ภาพแสดงลักษณะของแบตเตอรี 68
2-2.28 ภาพแสดงลักษณะระบบกันสะเทือน 69
2-3.1 ภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทย 70
2-3.2 ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเก้าอี้ 73
2-3.3 ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มโต๊ะ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-3.4	ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเตียง	77
2-3.5	ภาพแสดงสภาพแวดล้อมภายในห้องครัว	78
2-3.6	ภาพแสดงสภาพแวดล้อมบนโต๊ะรับประทานอาหาร	79
2-3.7	ภาพแสดงสภาพแวดล้อมการใช้อ่างล้างหน้า	79
2-3.8	ภาพแสดงสภาพแวดล้อมภายในห้องน้ำ	80
2-3.9	ภาพแสดงการใช้ห้องน้ำและขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ	80
2-3.10	ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของตู้เสื้อผ้าภายในบ้าน	81
2-3.11	ภาพแสดงการเข้าชำระเงินที่เคาเตอร์ในห้างสรรพสินค้า	82
2-3.12	ภาพแสดงการใช้งานและระดับความสูงปุ่มต่าง ๆ ของลิฟท์	83
2-3.13	ภาพแสดงการใช้งานตู้โทรศัพท์สาธารณะ	83
2-3.14	ภาพแสดงการใช้งานตู้โทรศัพท์สาธารณะสำหรับบุคคลปกติ	84
2-3.15	ภาพแสดงการใช้งานของชั้นหนังสือภายในร้านหนังสือ	84
2-3.16	ภาพแสดงการใช้ห้องน้ำสาธารณะร่วมกับบุคคลปกติ	85
2-3.17	ภาพแสดงทางลาดสำหรับทางเดินเท้า เพื่อให้ผู้ใช้รถนั่งคนพิการขึ้นและลง	86
2-3.18	ภาพแสดงทางลาดขึ้นลงใช้แทนบันไดสำหรับรถนั่งคนพิการ	86
2-4.1	ภาพแสดงบริเวณปุ่มกระดูกต่าง ๆ ที่พบแผลกดทับได้บ่อย	90
2-4.2	ภาพแสดงส่วนโค้งของส้นหลังขณะนั่งเก้าอี้	91
2-4.3	ภาพแสดงแรงกดบนแผ่นหลังขณะนั่งเก้าอี้	92
2-4.4	ภาพแสดงการตัดขวางของการนั่งเพื่อการสัมผัสของที่นั่งกับกระดูก	93
2-4.5	ภาพแสดงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย	94
2-4.6	ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนไทย อายุ 17 – 49 ปี (ภาพที่ 1)	96
2-4.7	ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนไทย อายุ 17 – 49 ปี (ภาพที่ 2)	99
2-4.8	ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนไทย อายุ 17 – 49 ปี (ภาพที่ 3)	100
2-4.9	ภาพแสดงขนาดสัดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	101
2-4.9	ภาพแสดงการใช้มือในการจับวัตถุลักษณะต่าง ๆ	103
2-5.1	ภาพแสดงสัดส่วนคนเมื่อเทียบกับรถนั่งคนพิการ	106
2-5.2	ภาพแสดงการตีบของเส้นโลหิตจากการนั่งบนที่นั่งที่สูงเกินไป	106
2-5.3	ภาพแสดงการนั่งบนที่นั่งที่ต่ำเกินไป	107
2-5.4	ภาพแสดงการนั่งบนที่นั่งที่ลึกเกินไป	108
2-5.5	ภาพแสดงการนั่งบนที่นั่งที่เตี้ยเกินไป	109
2-5.6	ภาพแสดงขนาดจับมาตรฐานในระบบสากล	112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-5.7 ภาพแสดงความเอียงของส่วนพักเท้า 113
2-5.8 ภาพแสดงลักษณะการจัดวางเพื่อหาค่าความจุ 117
2-5.9 ภาพแสดงพื้นที่ทำงานในแนวราบ 119
2-5.10 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนและความสามารถของคนนั่งรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 120
2-6.1.1 ภาพแสดงมอเตอร์กระแสตรง 124
2-6.1.2 ภาพแสดงการเกิดสนามแม่เหล็กภายในมอเตอร์ 125
2-6.1.3 ภาพแสดงการเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำขณะขดลวดตัวนำหมุน 125
2-6.1.4 ภาพแสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 126
2-6.1.5 ภาพแสดงส่วนประกอบมอเตอร์ 127
2-6.1.6 ภาพแสดงโครงสร้างของอาร์เมเจอร์และคอมมิวเนเตอร์ 128
2-6.1.7 ภาพแสดงการต่อมอเตอร์อันดับ 129
2-6.1.8 ภาพแสดงการต่อมอเตอร์ขนาน 129
2-6.1.9 ภาพแสดงการต่อมอเตอร์ผสม 130
2-6.1.10 ภาพแสดงการต่อรีโอสตาทปรับความเร็วมอเตอร์ 130
2-6.1.11 ภาพแสดงการต่อวงจรหมุนกลับทางมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 131
2-6.2.1 ภาพแสดงฟันเฟืองถูกเพิ่มเข้าไปบนล้อเสียดทาน 132
2-6.2.2 ภาพแสดงลักษณะรูปร่างของเฟืองชนิดต่าง ๆ 133
2-6.3.1 ภาพแสดงการทำงานของระบบเบรกแบบแม่เหล็กไฟฟ้า 140
2-6.3.2 ภาพแสดงส่วนล็อกล้อแบบใช้แรงกดที่ยาง 141
2-6.3.3 ภาพแสดงระบบล็อกล้อแบบใช้แรงเสียดทานที่ขอบล้อ 141
2-6.3.4 ภาพแสดงระบบการล็อกล้อแบบล็อกที่ดุมล้อ 142
2-6.4.1 ภาพแสดงหลักการของแบตเตอรี่อย่างง่าย 145
2-6.4.2 ภาพแสดงส่วนประกอบของเซลล์แบตเตอรี่ 146
2-6.5.1 ภาพแสดงหลักการทำงานของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 155
2-6.5.2 ภาพแสดงโครงสร้างของจอยสติกค์ 157
2-6.5.3 ภาพแสดงวงจรภายในคันบังคับ 158
2-6.5.4 ภาพแสดงการทำงานของล้อขับเคลื่อนขณะเลี้ยวซ้าย 160
2-6.5.5 ภาพแสดงการทำงานของล้อขับเคลื่อนขณะเลี้ยวขวา 160
2-6.5.6 ภาพแสดงลักษณะภายนอกของกล่องบังคับทิศทางเดิม 161
2-6.5.7 ภาพแสดงแนวโน้มการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุม 164
2-6.6.1 ภาพแสดงอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติก 166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-6.6.2 ภาพแสดงอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิก 168
2-6.6.3 ภาพแสดงระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามที่กำหนด แบบที่ 1 173
2-6.6.4 ภาพแสดงระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามที่กำหนด แบบที่ 2 173
2-6.6.5 ภาพแสดงระบบการปรับความสูงแบบมีปุ่มขัน 174
2-6.6.6 ภาพแสดงลักษณะของระบบหมุนล็อกฟันขบกัน 175
2-6.6.7 ภาพแสดงลักษณะของระบบหมุนโดยใช้เกลียวขัน 176
2-6.6.8 ภาพแสดงลักษณะระบบแบบใช้แรงดีดกลับ 176
2-6.6.9 ภาพแสดงลักษณะระบบกึ่งอัตโนมัติ 177
2-6.6.10 ภาพแสดงลักษณะระบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาด้านหลัง 178
2-6.6.11 ภาพแสดงลักษณะระบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาที่ส่วนพักแขน 178
2-6.6.12 ภาพแสดงลักษณะระบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาส่วนโครงเก้าอี้ 179
2-6.6.13 ภาพแสดงลักษณะการพับแบบต่าง ๆ ของเก้าอี้เลคเชอร์ 181
2-6.6.14 ภาพแสดงลักษณะการพับแบบต่าง ๆ ของเก้าอี้เลคเชอร์ 181
2-6.6.15 ภาพแสดงลักษณะการพับแบบต่าง ๆ ของเก้าอี้เลคเชอร์ 181
2-6.7.1 ภาพแสดง สปริงแผ่น 183
2-6.7.2 ภาพแสดง สปริงขด 183
2-6.7.3 ภาพแสดง ทอร์ชั่นบาร์ 184
2-6.7.4 ภาพแสดง โช้กอัปกระบอก 185
2-6.7.5 ภาพแสดง โช้กอัปคาน 185
2-6.8.1 ภาพแสดงการวางระบบล้อลักษณะต่าง ๆ 187
2-6.8.2 ภาพแสดงรูปแบบของล้อแกนหมุนตรง 191
2-6.8.3 ภาพแสดงรูปแบบของล้อแกนหนีศูนย์กลาง 192
2-6.8.4 ภาพแสดงลักษณะของจุดศูนย์ถ่วงตามการวางระบบแบบต่าง ๆ 197
2-6.9.1 ภาพแสดงแตรระบบแม่เหล็กไฟฟ้า 202
2-6.9.2 ภาพแสดงโคมไฟฉุกเฉินแบบต่าง ๆ 203
2-6.9.3 ภาพแสดงอิเล็คทรอนิกไซเรน 203
2-6.9.4 ภาพแสดงส่วนทับทิมแสดงตำแหน่งรถแบบต่าง ๆ 203
2-6.9.5 ภาพแสดงเข็มขัดนิรภัยแบบคาดเอว 204
2-6.9.6 ภาพแสดงเข็มขัดนิรภัยแบบคาดเฉียงที่บ่า 204
2-6.9.7 ภาพแสดงเข็มขัดนิรภัยแบบคาดทั้งตัว 204
2-7.1 ภาพแสดงโครงสร้างแบบเหล็กท่อกลมกลวงดัดขึ้นรูป 211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-7.2	ภาพแสดงโครงสร้างแบบเหล็กแผ่นปั้มขึ้นรูป	211
2-7.3	ภาพแสดงโครงสร้างที่นั่งไฟเบอร์กลาส	212
A – 1	ภาพแสดง IMAGE MAP	239
A – 2	ภาพแสดงกลุ่มผู้บริโภค	239
A – 3	ภาพแสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง	240
A – 4	ภาพแสดงข้อมูลทางด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในชีวิตประจำวัน	240
A – 5	ภาพแสดงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบ	241
A – 6	ภาพแสดงการสรุปข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ	241
A – 7	ภาพแสดงขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ	242
A – 8	ภาพแสดงการวิเคราะห์พื้นที่ส่วนนำพาสิ่งของและส่วนทำงานบนรถ	242
A – 9	ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบ	243
A – 10	ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบ	243
A – 11	ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบล้อ	244
A – 12	ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบ	244
A – 13	ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกการวาง	245
A – 14	ภาพแสดงการจัดวางและระยะความสูงต่าง ๆ	245
A – 15	ภาพแสดงขั้นตอนการ Sketch แนวทางที่ 1	246
A – 16	ภาพแสดงขั้นตอนการ Sketch แนวทางที่ 1	246
A – 17	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 2	247
A – 18	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 2	247
A – 19	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 3	248
A – 20	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 3	248
A – 21	ภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบ	249
A – 22	ภาพแสดงขั้นตอนการFix การออกแบบ	249
A – 23	ภาพแสดงรูปด้านของผลิตภัณฑ์	250
A - 24	ภาพแสดงรายระเอียดและวิธีการใช้งาน	250
A – 25	ภาพแสดงภาพตัดขวางของผลิตภัณฑ์	251
A – 26	ภาพแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่าง ๆ (Assembly)	251
A – 27	ภาพแสดงตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ บนรถนั่งคนพิการ (Layout Drawing)	252
A –28	**ภาพแสดงหุ่นแสดงรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ (Detail Model)**	**253**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A – 29	ภาพแสดงรายละเอียดของหุ่นจำลอง	253
A – 30	**แสดงด้านหน้าของหุ่นแสดงรายละเอียด (Detail Model)**	254
A – 31	**แสดงด้านหลังของหุ่นแสดงรายละเอียด (Detail Model)**	254
B - 01	**ภาพแสดงบทสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องกลุ่มเป้าหมาย และตัวผลิตภัณฑ์**	256
B - 02	**ภาพแสดงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบ**	256
B - 03	ภาพแสดงบทสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องส่วนนำพาสิ่งของและส่วนทำงาน บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	257
B - 04	ภาพแสดงบทสรุปการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	257
B – 05	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 1	258
B – 06	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 2	258
B – 07	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 3	259
B – 08	ภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาการออกแบบ	259
B – 09	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบกราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์	260
B – 10	ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบกล่องควบคุม	260
B – 11	ภาพแสดงทัศนียภาพและรูปด้านของกล่องควบคุม	261
B – 12	ภาพแสดงแผนภูมิวิเคราะห์การเลือกใช้สี และภาพผลิตภัณฑ์ร่วมในแนวทาง การออกแบบ	261
B – 13	ภาพแสดงทัศนียภาพของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	262
B – 14	ภาพแสดงรูปด้านของผลิตภัณฑ์	262
B – 15	ภาพแสดงระดับความสูงต่าง ๆ เทียบกับความสูงคนปกติ	263
B – 16	ภาพแสดงภาพตัดตามขวาง และภาพตัดตามยาว	263
B – 17	ภาพแสดง Layout ของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	264
B – 18	ภาพแสดงภาพตัดขวางของโครงสร้างรถนั่งคนพิการ และลักษณะโครงสร้าง ขณะยกตัวขึ้นและลง	264
B – 19	ภาพแสดงการระบายความร้อน และการปรับเอนนอนของส่วนที่นั่ง	265
B – 20	**ภาพแสดงการใช้งานส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า ,ส่วนนำพาสัมภาระ ,ส่วนวางหนังสือ**	265
B – 21	ภาพแสดงการใช้งานรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบใหม่	266
B – 22	ภาพแสดงการใช้งานกล่องควบคุม ,เข็มขัดนิรภัย ,ส่วนล็อกล้อ	266
B – 23	ภาพแสดงลักษณะข้อต่อ และข้อพับต่าง ๆ	267

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B – 24	ภาพแสดงลักษณะข้อต่อ และข้อพับต่าง ๆ	267
B – 25	ภาพแสดงรายละเอียดต่าง ๆ บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	268
B – 26	ภาพแสดงภาพระเบิด	268
B – 27	ภาพแสดงภาพระเบิดส่วนต่าง ๆ	269
B – 28	ภาพแสดงภาพระเบิดส่วนต่าง ๆ	269
B – 29	ภาพแสดงภาพระเบิดส่วนต่าง ๆ	270
B – 30	ภาพแสดงโมเดลขนาดย่อ 1 : 3	271
B – 31	ภาพแสดงโมเดลขนาดย่อ 1 : 3	272
B – 32	ภาพแสดงโมเดลขนาดย่อ 1 : 3	273
B – 33	ภาพแสดงโมเดลศึกษาขนาด ความสูง (ระดับปกติ)	274
B – 34	ภาพแสดงโมเดลศึกษาขนาด ความสูง (ระดับต่ำสุด)	274
B – 35	ภาพแสดงโมเดลศึกษาขนาด ความสูง (ระดับสูงสุด)	275

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

คำนำ

อนุมัติผล

รายการตารางประกอบ

รายการภาพประกอบ

บทที่ 1 บทนำ 01

- ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการออกแบบแก้ไข 10
- ขอบเขตของโครงการ 18
- แนวทางการศึกษาวิจัย 20
- ผลที่คาดว่าจะได้รับ 20

บทที่ 2 การค้นคว้าและสรุปผลข้อมูล

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

- กลุ่มผู้บริโภค 24
- ลักษณะทางกายภาพของผู้ป่วย 28
- พฤติกรรมการประกอบกิจวัตรหลักประจำวัน 31
- การเคลื่อนย้ายตัว 33
- บทวิเคราะห์พฤติกรรมการเคลื่อนย้ายตัว 46
- สรุปพฤติกรรมการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันของผู้ป่วย 48

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์

2.21 รถเข็นนั่งล้อเลื่อนแบบต่าง ๆ 49

2.22 มิติและขนาดของรถนั่งคนพิการ 58

2.23 ชิ้นส่วนและความสำคัญของชิ้นส่วนต่าง ๆ 59

2.24 มิติและขนาดของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 62

2.25 ชิ้นส่วนและความสำคัญของชิ้นส่วนต่าง ๆ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สภาพแวดล้อมในการใช้งาน

2.31 สภาพภูมิอากาศในประเทศไทย 70

2.32 สภาพแวดล้อมภายในบ้าน 72

2.33 สภาพแวดล้อมภายนอกบ้าน 82

2.34 สรุปข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ 88

2.4 การศึกษาทางด้านสรีระศาสตร์

2.41 การนั่งที่ถูกต้องตามหลักสรีระศาสตร์ 89

2.42 การศึกษาขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ 94

- มิติของชายและหญิงไทยอายุ 17 – 49 ปี
- ขนาดสัดส่วนของมือที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

2.5 วิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของรถเข็นไฟฟ้า (POWERED WHEELCHAIR)

2.51 สัดส่วนของที่นั่ง 106

2.52 สัดส่วนของส่วนพนักพิงหลัง 109

2.53 สัดส่วนของเท้าแขน 110

2.54 การวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับมือจับ 112

2.55 วิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของส่วนพักเท้า 113

2.56 สัดส่วนของส่วนประกอบอื่น ๆ

- ส่วนนำพาสิ่งของ 114
- ส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการ 118
- การปรับระดับสูง – ต่ำ 120
- สรุปขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการ 123

2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ

2.61 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบมอเตอร์ 124

2.62 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบส่งกำลัง 132

2.63 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบเบรก / ห้ามล้อ 139

2.64 ข้อมูลเกี่ยวกับแบตเตอรี่ 144

2.65 ข้อมูลระบบบังคับทิศทาง 155

2.66 ข้อมูลระบบผ่อนกำลังปรับระดับความสูงของรถเข็นไฟฟ้า 165

2.67 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบกันสะเทือน 183

2.68 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบล้อ 187

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเลือกระบบขับเคลื่อน 196
- สรุปรูปแบบของระบบขับเคลื่อน 197
- ระบบโครงสร้างแบบต่าง ๆ 199
- การวิเคราะห์เลือกระบบโครงสร้าง 201

2.69 ระบบความปลอดภัยของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 202

2.7 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ

2.71 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก 205

2.72 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนโครงสร้างที่นั่ง 211

2.73 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนสัมผัสร่างกาย 214

2.74 วิเคราะห์วัสดุทำส่วนหุ้มโครงสร้าง (HOUSING) 228

สรุปการเลือกใช้วัสดุทั้งหมด 229

2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับสีและกราฟฟิก

2.81 อิทธิพลสีต่อผลิตภัณฑ์ 230

2.82 สภาพการเห็นสี แสงและจิตวิทยาสี 232

2.83 วิเคราะห์การเลือกใช้สี และกราฟฟิคของรถเข็นไฟฟ้า 233

สรุปผลการวิเคราะห์ 234

บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ

- แผ่นเสนองานขั้นตอนแบบร่าง 239
- ภาพถ่ายหุ่นจำลอง [MODEL STUDY] 253
- ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาในขั้นตอนแบบร่าง 255

บทที่ 4 การเสนอผลงานการออกแบบ

- แผ่นเสนองาน
- ภาพถ่ายงานจริง หรือหุ่นจำลอง

บทที่ 5 บทสรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะ

- สรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะของนักศึกษา
- สรุปการออกแบบและข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
- แบบสั่งงาน [Working Drawing]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ภาคผนวก ก. ประวัติการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

คนเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าทั้งนี้เพราะคนเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศในทุก ๆ สังคมมิได้มีบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถเท่าเทียมกันทั้งหมด ยังมีบุคคลประเภทหนึ่งซึ่งมีความผิดปกติ หรือความบกพร่องทางด้านร่างกาย ทางสติปัญญา หรือทาง จิตใจ ทำให้เป็นอุปสรรคในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของสังคม ซึ่งเราเรียกบุคคลเหล่านี้ว่าคนพิการ

พันโทต่อพงษ์ กุลครรชิต ประธานสิ่งอำนวยความสะดวก สภาคนพิการทุกประเภทแห่งประเทศไทยกล่าวถึง แนวคิดเกี่ยวกับการดำรงชีวิตอิสระของคนพิการ [Independent Living Concept] ว่าการมีชีวิตที่อิสระ หมายถึง "การที่บุคคลมีอำนาจควบคุมชีวิตตัวเองในส่วนที่สามารถยอมรับได้ มีอำนาจตัดสินใจและดำเนินชีวิตประจำวันโดยอาศัยหรือพึ่งพาผู้อื่นน้อยที่สุด " ดูแล้วไม่น่ามีปัญหาสำหรับคนปกติ คือเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่พ้นจากการดูแลของพ่อแม่ก็สามารถเป็นอิสระ ไปไหนมาไหนได้ ทำอะไรได้โดยลำพังภายใต้กรอบของกฎหมายและสังคม แต่สำหรับคนพิการนั้นมีไม่กี่คนนักที่มีโอกาสสัมผัสกับสิ่งที่กล่าวถึงนี้ ตรงกันข้าม คนพิการส่วนใหญ่กลับมีความชาชินกับที่ต้องสัมผัสกับชีวิตที่ไม่เป็นตัวของตนเอง ถูกกีดกัน ถูกแบ่งแยก (Dependent & discriminated) และถูกมองข้ามความสามารถมาตลอด คือสังคมไม่เคยตั้งความหวังอะไรไว้ในตัวคนพิการเลยคนพิการก็อยู่อย่างไม่มีความหวัง (Low expectation) คิดว่าคนพิการควรอยู่ภายใต้การดูแลหรือช่วยเหลือของสังคม ในขณะที่มีคำถามว่าสังคมทุกวันนี้สามารถให้การดูแลช่วยเหลือคนพิการได้ทั่วถึงหรือไม่ ? ความหมายของวิถีชีวิตสำหรับคนพิการนั้นไม่ได้หมายความว่าคนพิการจะต้องเป็นอิสระในทุก ๆ เรื่องเหมือนคนปกติ ช่วยตัวเองทุกอย่าง ปฏิเสธความช่วยเหลือจากผู้อื่น แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับสภาพความพิการของแต่ละบุคคล ประเด็นสำคัญคือ คนพิการต้องมีอิสระทางด้านความคิด จิตใจ สามารถเลือก หรือมีส่วนในการเลือกทางเดินชีวิต

1. ความช่วยเหลือเท่าที่เหมาะสม (Appropriate supportive service)
2. สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย (Accesible environment)
3. ได้รับข้อมูลข่าวสาร หรือทักษะ ที่ถูกต้องตรงกับลักษณะความพิการและความต้องการ (Pertinent Information & skill)

เพียงเท่านี้แม้สภาพความพิการจะรุนแรง คนพิการก็จะสามารถกลับเข้ามีส่วนร่วมในสังคมได้อย่างเต็มที่ (Full participation) แทบทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความพิการทางกาย หรือการเคลื่อนไหว

คนที่พิการทางกาย หรือการเคลื่อนไหวแบ่งออกได้ 2 ประเภท

1. คนที่มีความผิดปกติ หรือบกพร่องทางด้านร่างกายที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้
2. คนที่สูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหว มือ แขน ขา หรือลำตัว อันเนื่องมาจากแขน ขาขาดเป็นอัมพาต หรืออ่อนแรง เป็นโรคข้อ หรือมีอาการปวดเรื้อรัง หรือเป็นโรคเรื้อรังของระบบการทำงานของร่างกาย ที่ทำให้ไม่สามารถประกอบกิจวัตรประจำวันของตนเอง หรือปฏิบัติตนเหมือนคนปกติธรรมดาอื่น ๆ ได้

ลักษณะของผู้มีความจำเป็นต้องใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนที่กำหนด

1. ผู้สูงอายุ [Old man]

2. ผู้เป็นอัมพาตครึ่งท่อน หมายถึงส่วนล่าง [Paraplegic]
3. ผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี [Amputation (above-knee Amputee)]
4. ผู้พิการโรคโปลิโอ ขาลีบ
5. ผู้เป็นอัมพาตครึ่งซีก ขยับตัวได้บ้าง [Hemi plegic]

รายละเอียดจะขอกล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมการดำรงชีวิตประจำวันของผู้ใช้

ในการทำกิจวัตรประจำวัน หรือการประกอบอาชีพ ย่อมเป็นสิ่งสำคัญกับการเคลื่อนไหวของผู้พิการ

- **การเคลื่อนไหวภายในอาคาร**

- การเคลื่อนไหว ขึ้นและลงที่นอน
- การเคลื่อนไหวในห้องสุขภัณฑ์ ต้องใช้รถเข็น

  การหวีแปรงผม

  การแปรงฟัน

  โกนหนวด / แต่งหน้า

  การจับต้องและนั่งชักโครก

  การอาบน้ำ
- การแต่งตัว
- การรับประทานอาหาร
- การพักผ่อน อาทิ ดูโทรทัศน์ นั่งเล่น ๆลๆ

- **การเคลื่อนไหวภายนอกอาคาร**

- การใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าบริเวณบ้าน
- การใช้รถเข้าที่ทำงาน ร้านค้าอื่น ๆ ที่รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าสามารถเข้าได้
- การเข้าและออกลิฟท์

สรุป การเคลื่อนไหวหรือทำทำกิจกรรมส่วนตัวภายในบ้าน หรือการเคลื่อนไหวจากบ้านสู่ภายนอกต้องใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อน ซึ่งรถเข็นเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องติดตัวผู้พิการอยู่ตลอดเวลา

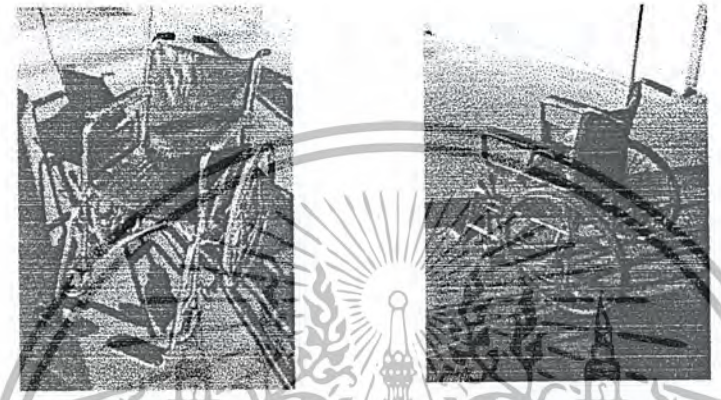
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของรถเข็นนั่งล้อเลื่อน

1. **รถเข็นนั่งล้อเลื่อน** [Wheelchair] ที่ผลิตในประเทศไทย

กลุ่มเป้าหมาย มีฐานะยากจน ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์รถเข็นนั่งล้อเลื่อนจากรัฐบาล ผลิตจากเหล็ก ทำให้มีน้ำหนักมาก

ลักษณะการใช้งานภายในอาคารเป็นหลัก [Indoor] สามารถพับให้มีขนาดเล็กลงได้เพื่อความสะดวกในการเดินทาง

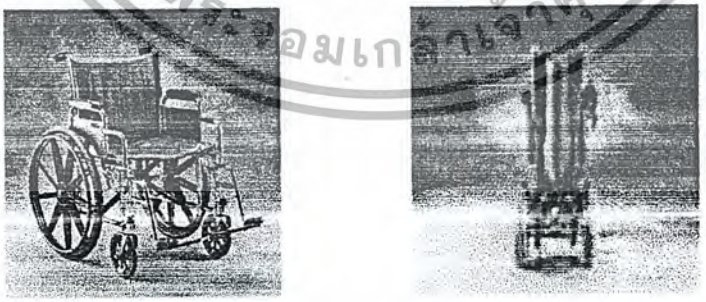


ลักษณะของรถเข็นนั่งล้อเลื่อนที่ได้รับความอนุเคราะห์จากรัฐบาล

2. **รถเข็นนั่งล้อเลื่อน** [Wheelchair]

กลุ่มเป้าหมาย ทั่วไปจะเป็นผู้มีฐานะปานกลาง ต้องการทำอะไรได้ด้วยตนเอง โดยมากผลิตจากอลูมิเนียมอัลลอยด์ ทำให้มีน้ำหนักเบา

ลักษณะการใช้งานภายในอาคารเป็นหลัก [Indoor] สามารถพับให้มีขนาดเล็กลงได้เพื่อความสะดวกในการเดินทาง



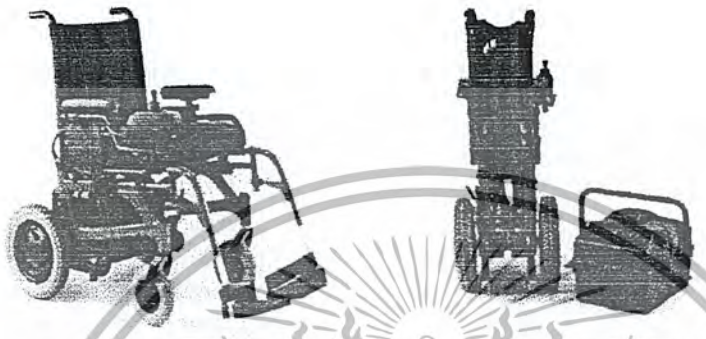
ลักษณะของรถเข็นนั่งล้อเลื่อน ทั่วไปในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า [Electric Wheelchair] แบบพับได้**

เมื่อความต้องการความสะดวกสบายของผู้ใช้มีมากขึ้น ได้มีการนำระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยเพื่อลดแรงในการขับเคลื่อน

กลุ่มเป้าหมายทั่วไปจะเป็นกลุ่มที่มีฐานะปานกลางถึงดี โดยลักษณะการใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร [Indoor & Outdoor] สามารถพับให้มีขนาดเล็กลงได้เพื่อความสะดวกในการเดินทาง



ลักษณะรถเข็นนั่งล้อเลื่อนแบบพับได้

4. **รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า [Electric Wheelchair]**

กลุ่มเป้าหมายทั่วไปเป็นกลุ่มผู้มีฐานะดี เนื่องจากมีราคาแพง ลักษณะการใช้งานออกแบบมาสำหรับใช้งานภายในอาคารและบริเวณอาคาร [Indoor & Outdoor]

ลักษณะรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทางด้านการตลาดภายในประเทศไทย

	สะดวกสบาย Comfortable
ราคาถูก	ราคาแพง
Low price	High price
	ลำบาก Hard ship

ตารางแสดง position ของรถเข็นนั่งล้อเลื่อน

- แทนรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า
- แทนรถเข็นนั่งล้อเลื่อนที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป
- แทนรถเข็นนั่งล้อเลื่อนที่ได้รับความอนุเคราะห์จากรัฐบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกเอารถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้ามาทำการออกแบบปรับปรุงใหม่ โดยวิเคราะห์จากข้อดีและข้อเสียของผลกระทบจากตัว รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าของต่างประเทศ

ผลกระทบของผลิตภัณฑ์เดิม

(Design Impact Analysis)

Positive Impact [+]	Nagative Impact [-]
- สร้างความอิสระ และความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต - ช่วยลดแรงที่ใช้เข็นในการเคลื่อนไหวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง - ลดอาการบาดเจ็บในผู้พิการบางราย เนื่องจาก ผู้พิการอัมพาตครึ่งท่อน การนั่งรถเข็นเป็นเวลานาน ๆ จะก่อให้เกิดแผลกดทับ การปรับเอนของเก้าอี้ลงไปนอน เพื่อลดการกดแรงไปที่ส่วนหลังของร่างกายแทนถือว่ามีความจำเป็น - ส่งเสริมศักยภาพ และโอกาสในการประกอบอาชีพ - สร้างความมั่นใจในการเข้าสังคม - ชวยเหลือผู้พิการที่มีความพิการมาก จนสามารถช่วยเหลือตนเองได้น้อย - เพิ่มความปลอดภัยในการควบคุมรถเข็นนั่งล้อเลื่อน	- ราคาแพง - การเคลื่อนย้าย ไปยังที่ต่าง ๆ เช่น ไปทำงาน ไปต่างจังหวัด ทำได้ยากเนื่องจากเป็นรถเข็นที่มีน้ำหนักมาก ไม่สามารถพับเพื่อลดเนื้อที่จัดเก็บได้ - เนื่องจากเป็นรถเข็นที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ขนาดสัดส่วนของผู้ใช้จึงเป็นขนาดมาตรฐานของต่างประเทศที่ไม่เหมาะสมกับคนไทย - ระบบควบคุมการทำงานมีระยะที่ใกล้กันเกินไปควรมีการวิเคราะห์หาพฤติกรรมที่เหมาะสม - ผู้ใช้ยังต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่นด้านการทำกิจกรรมบางอย่าง เช่น การหยิบของในที่ต่างระดับใกล้เคียงกับผู้ใช้ที่ใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนแบบธรรมดา - ไม่มีที่พักคอ นั่งไม่สบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ - ช่วยในการเคลื่อนที่ไปมาของผู้สูงอายุ	- ไฟดูด - เมื่อมีการชำรุด เสียหายมีหน่วยที่ให้บริการทางด้านนี้น้อย - การทำความสะอาดที่นั่งทำได้ยาก

เนื่องจากรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าเป็นรถที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทำให้มีราคาแพง ประกอบกับความแตกต่างของสภาพแวดล้อมภายในประเทศไทย กับต่างประเทศ ทั้งในเรื่องของขนาดสัดส่วนของผู้ใช้ที่ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อคนไทยโดยตรง ,ระบบการควบคุมการใช้งานที่มีปุ่มควบคุมที่ใกล้กันเกินไป ,ส่วนที่นั่งที่เป็นแบบหุ้มนุ่มนั้นออกแบบมาสำหรับใช้ในประเทศที่มีภูมิอากาศหนาว เพื่อความอบอุ่น ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างร้อนในประเทศไทย นอกจากนี้ยังทำความสะอาดที่นั่งได้ยาก

มองเห็นช่องทางที่ว่าผู้ใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนที่มีฐานะปานกลางถึงฐานะดี ถือเป็นอีกกลุ่มที่มีความต้องการมีรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าเพื่อความสะดวกสบายของตน มีกำลังซื้อที่เพียงพอ แต่กลับไม่มีรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าที่มีคุณภาพและราคาที่พอแข่งขันได้ในตลาด ออกมารองรับกับตลาดกลุ่มนี้

จึงมีแนวความคิดที่จะทำการออกแบบปรับปรุงรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า[Electricwheelchair] ให้มีความเหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้ชีวิต การทำงาน ขนาดสัดส่วน รวมถึงสภาพแวดล้อม เพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานของผู้ใช้ที่เป็นคนไทย โดยนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ภายในประเทศมาประยุกต์ ใช้งานโดยอาศัยการศึกษาระบบการทำงานจากรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าที่มีอยู่ในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นไปได้ของโครงการ

ความเป็นไปได้ทางด้านนโยบาย

โครงการนี้มีความสอดคล้องกับนโยบายแผนการพัฒนา ฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ สภาคนพิการทุกประเภทแห่งประเทศไทย โดยในปัจจุบันรัฐบาลได้หันมาให้ความสนใจ และให้ความสำคัญกับคนประเภทนี้อย่างจริงจัง ดังจะเห็นได้จากสิ่งอำนวยความสะดวกในที่สาธารณะที่รัฐบาลมีให้

ความเป็นไปได้ทางด้านสังคมและสภาพแวดล้อม

เนื่องจากเศรษฐกิจในปัจจุบันทำให้ประชาชนต้องดิ้นรนหาเลี้ยงชีพมากขึ้นลักษณะของสังคมไทยจึงเปลี่ยนไปส่งผลให้ผู้พิการ และคนสูงอายุต้องช่วยเหลือตนเองได้มากขึ้น โครงการนี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนพิการและผู้สูงอายุให้ดีขึ้น

ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ

โครงการนี้เน้นในการเสริมสร้าง และพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนพิการและผู้สูงอายุ การสามารถผลิตรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าได้ในประเทศเปิดโอกาสให้มีการสร้างรายได้ให้กับคนในสังคม ซึ่งถ้าหน่วยงานรัฐหรือเอกชนมีการสนับสนุนตลาดตรงจุดนี้ จึงน่าจะพัฒนาเพื่อผลิตเป็นธุรกิจได้เป็นการส่งเสริมภาคธุรกิจภายในประเทศด้วย

ความเป็นไปได้ด้านการออกแบบและการผลิต

โครงการนี้เป็นโครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นนั่งล้อเลื่อนซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการออกแบบเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการในการใช้งาน ทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ ในด้านการผลิต และวัสดุ เป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน

สรุป

โครงการออกแบบปรับปรุงรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าไม่ได้มีส่วนขัดต่อระเบียบหรือข้อบังคับใดและตอบสนองนโยบายของรัฐบาลเป็นอย่างดี อีกทั้งยังส่งเสริมและพัฒนาวิถีการดำรงชีวิตของประชากรและสอดคล้องกับกระแสการเคลื่อนตัวของสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาและแนวทางออกแบบแก้ไข

ปัญหาด้านประโยชน์ใช้สอย

1. ปัญหาความเหมาะสม และความสบายในการนั่ง ที่นั่งบนรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าในปัจจุบันเป็นแบบที่หุ้มบุด้วยหนัง , ผ้า หรือผ้าสังเคราะห์ ซึ่งออกแบบมาสำหรับประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศหนาว ด้วยสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อน ควรมีการออกแบบเพื่อความโล่ง สบายสามารถระบายอากาศได้ดี ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการออกแบบที่นั่งที่ดีเหมาะสมกับอากาศภายในประเทศ

ภาพแสดงลักษณะที่นั่งลักษณะต่าง ๆ ในปัจจุบัน

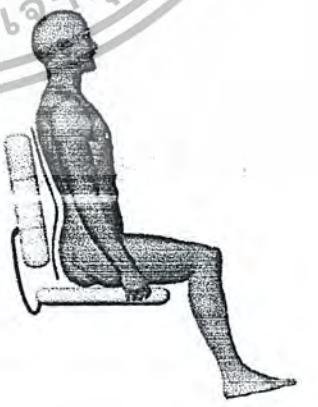
- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**
  - ทำการออกแบบที่นั่งให้มีช่องที่ระบายอากาศได้ดี และเลือกใช้วัสดุที่ช่วยถ่ายเทอากาศ สามารถทำให้นั่งได้นานขึ้น ไม่อับชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

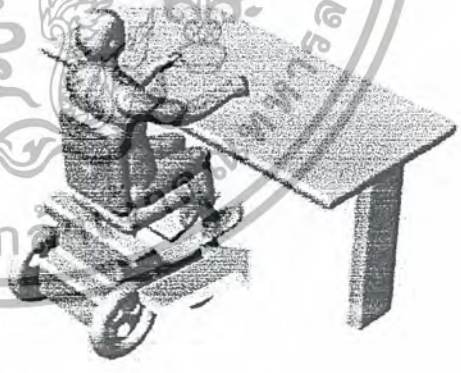
2.การนั่งเป็นเวลานาน ๆ ในผู้ป่วยที่อัมพาตครึ่งท่อนจะเกิดปัญหาของแผลกดทับ เนื่องจากมีการกดทับด้วยแรงกดมาก ๆ เป็นเวลานาน ทำให้เลือดไหลเวียนไปบริเวณนั้นไม่สะดวก จนมีเนื้อตายเกิดขึ้น

- ภาพแสดงบริเวณปุ่มกระดูกต่าง ๆ ที่พบแผลกดทับได้บ่อย ๆ

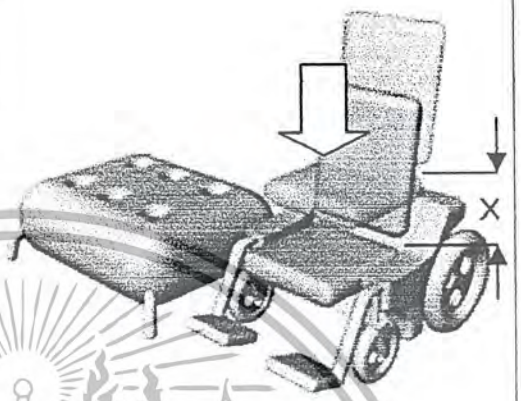
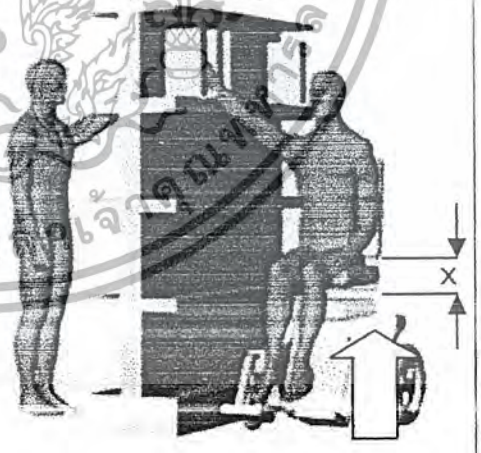
- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**
  - เนื่องจากเป็นรถเข็น ที่ผู้ใช้ต้องนั่งอยู่ตลอดเวลา การนั่งเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย จึงควรทำการออกแบบให้มีที่นั่งที่เหมาะสมกับการนั่งเป็นเวลานาน ๆ โดยอาศัยหลัก Ergonomics
  - ออกแบบที่นั่งให้สามารถปรับเอนได้เล็กน้อย เพื่อให้ผู้พิการสามารถเอนหลังเพื่อถ่ายน้ำหนักไม่ให้แรงกด ลงไปที่จุด ๆ เดียว
  - เลือกใช้วัสดุที่มีความอ่อนนุ่มเพื่อรองรับการกระแทกของร่างกายโดยอ้างอิงจุดที่พบแผลกดทับได้บ่อย ๆ
  - เลือกวัสดุที่ไม่เกิดการเสียดสีกับผิวหนัง ซึ่งเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดแผลกดทับได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เนื่องจากผู้พิการประเภทอัมพาตครึ่งท่อน การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหูรูดเสียไป ปัญหาการขับถ่ายทำให้ที่นั่งเปราะเปื้อนได้บ่อยครั้ง ควรทำให้สามารถทำความสะอาดที่นั่งได้ง่าย ๆ	• แนวทางการออกแบบแก้ไข - ออกแบบให้สามารถถอดส่วนที่รองนั่งออก เพื่อความสะดวกในการทำความสะอาด
4.รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าเป็นรถที่นำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งอ้างอิงมาตรฐาน และขนาดสัดส่วนที่ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับคนไทย ด้วยขนาดของโครงสร้างที่ใหญ่ทำให้ไม่เข้ากับขนาดของเฟอร์นิเจอร์และสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น ขนาดทางเดินภายในอาคาร บ้าน เรือน ,ประตู ,อ่างล้างหน้า ,โต๊ะทำงาน ,ฯลฯ	• **แนวทางการออกแบบแก้ไข** - ออกแบบให้รถเข็นมีขนาดเล็กลง โดยศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนของคนไทย ,สภาพแวดล้อมและเฟอร์นิเจอร์ภายในบ้าน 
	* ออกแบบให้เหมาะสมกับเฟอร์นิเจอร์ในชีวิตประจำวัน

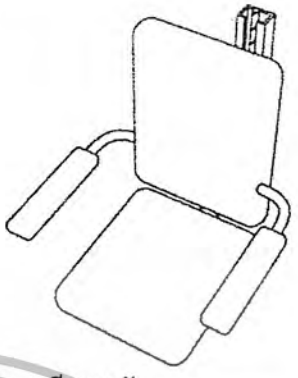
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ปัญหาเรื่องการขึ้นและลงรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าที่ไม่สะดวกเกิดจากข้อจำกัดทางกายภาพของผู้ใช้ เช่น การประกอบกิจวัตรประจำวันบางอย่างที่ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเอง หรือทำได้แต่ยากลำบาก อาทิ การลงอาบน้ำ การขึ้นลงเตียง การลงเก้าอี้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมปัญหาการด้านใช้งาน เนื่องจากรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้ามีขนาดที่นั่งที่ต่ำไปเมื่อเทียบกับเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้กับท่าทางการยืนของคนปกติ จึงควรทำการออกแบบให้สามารถปรับระดับที่นั่งให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ โดยศึกษาขนาดความสูงเฉลี่ยของเฟอร์นิเจอร์ ลักษณะท่าทางการหยิบจับ และการทำงาน	• **แนวทางการออกแบบแก้ไข** - ออกแบบรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถ เข้าและออกได้โดยสะดวกในทุก ๆ ที่ แม้ในที่ที่มีความแตกต่างของระดับ โดยนำระบบช่วยผ่อนแรงมาใช้  • สามารถปรับระดับที่นั่งลงมาได้ในระดับที่เหมาะสม  • สามารถปรับระดับเพื่ออำนวยในการช่วยเหลือตนเองของผู้ใช้ไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น

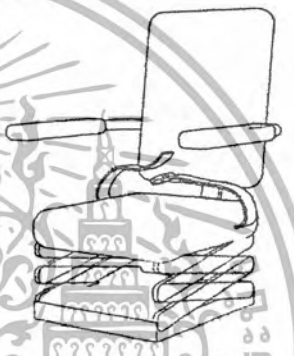
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แนวทางออกแบบโดยระบบไฮโดรลิค

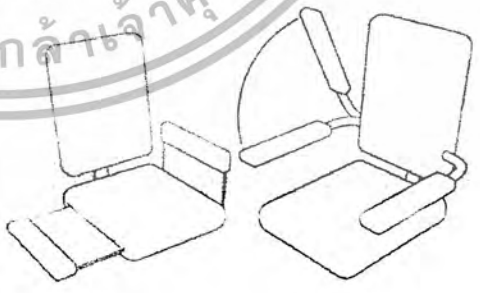
1. ใช้ระบบไฮโดรลิคควบคุมการหมุนของเฟืองโดย ถ้าหมุนเฟืองเกลียวจะทำให้ส่วนที่นั่งเลื่อนขึ้นและลง



2. ใช้ระบบคานดีดคานงัด



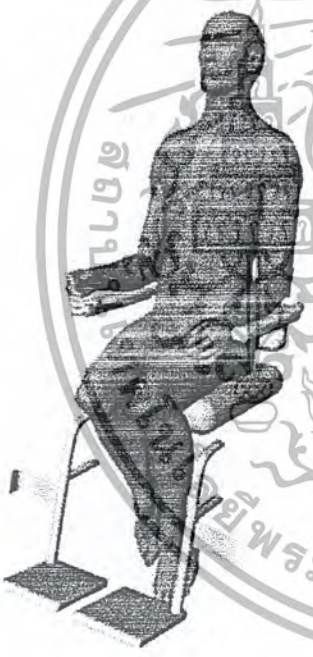
- ออกแบบที่พักแขนที่สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อการเข้าและออกที่มีความสะดวก แข็งแรงให้ผู้ใช้สามารถทำการปรับเปลี่ยนได้ด้วยตนเอง



- แนวทางการออกแบบที่พักแขน

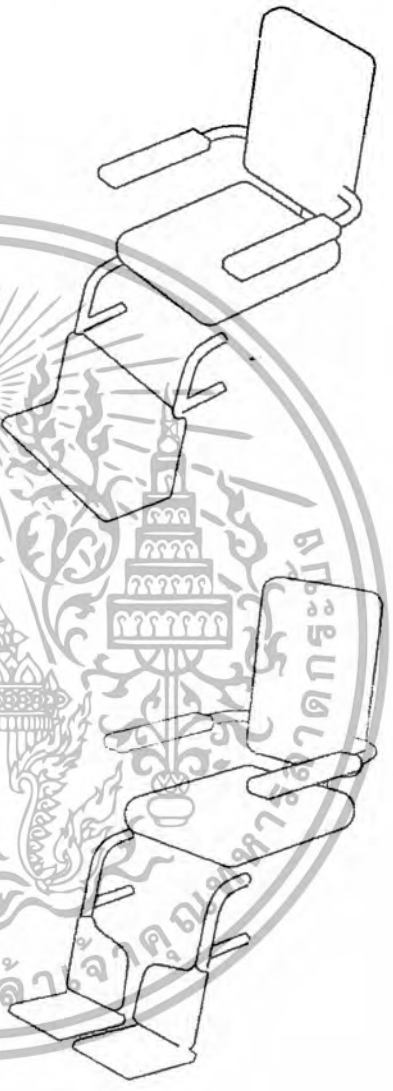
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ปัญหาส่วนพักเท้าและส่วนรองรับน่อง ของผู้ใช้ ปัจจุบันส่วนพักเท้าที่เห็นกันทั่วไป ทำจากผ้าใยสังเคราะห์ ใช้การยึดติดด้วยตีนตุ๊กแก เมื่อใช้เป็นเวลานาน ตีนตุ๊กแกจะเสื่อม หากเกิดการกระแทกจะหลุดได้ง่าย ทำให้เท้าของผู้ใช้ตกลากพื้น เกิดอันตรายได้ นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ทำส่วนพักเท้าเป็นพลาสติก แข็ง การวางเท้าเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดแผลกดทับได้ง่าย ส่วนที่รองรับน่องใช้ผ้าใยสังค์เคราะห์ ซึ่งก่อให้เกิดความระคายเคือง จึงควรทำการออกแบบที่รองรับให้มีลักษณะอ่อนนุ่ม ปลอดภัยต่อผู้ใช้



- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**

- ออกแบบที่รองรับให้มีส่วนที่สำผัสอ่อนนุ่ม ไม่ระคายเคืองต่อผิวผู้ใช้ และสามารถรองรับกับฟังค์ชั่นการปรับระดับขึ้นลงของที่นั่งได้ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

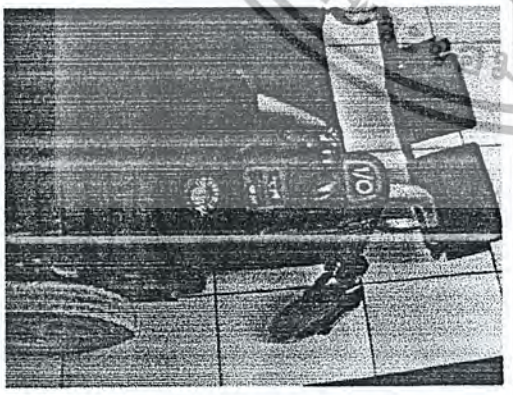
7.รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้ามีส่วนเก็บ หรือบรรจุสิ่งของอยู่ทางด้านหลังของที่นั่ง ซึ่งเป็นการไม่สะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้นัก

- แสดงส่วนเก็บสัมภาระด้านหลังแบบเดิม

- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**

- ออกแบบให้มีส่วนวางสิ่งของ สัมภาระประจำตัว รวมถึงส่วนที่อำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้ใช้สามารถพกพาไปด้วยบนรถเข็น และสามารถหยิบใช้ได้สะดวก เพิ่มขึ้นทางด้านหน้าอีกส่วนหนึ่ง

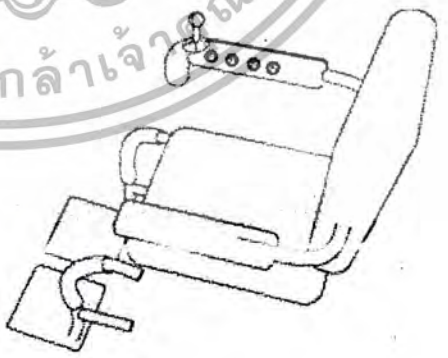
8. ส่วนควบคุมระบบขับเคลื่อน กับปุ่มฟังค์ชั่นอื่น ๆ อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กันเกินไป ยากต่อการใช้งานในผู้ป่วยบางประเภท ผู้พิการที่กล้ามเนื้อนิ้วอ่อนแรง [Hemi plegic] ใช้การบังคับควบคุมด้วยอุ้งมือ



- ภาพแสดงส่วนควบคุมการทำงานเดิม

- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**

- ออกแบบให้มี Interface การทำงานและระยะที่เหมาะสมกับอาการของผู้ใช้โดยศึกษาลักษณะร่วมของผู้ใช้โดยออกแบบให้มีลักษณะปุ่มนูนสูง เพื่อง่ายต่อการกด

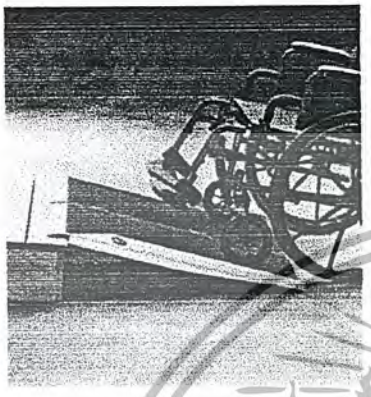


- แนวทางในการออกแบบแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

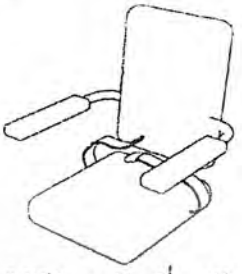
ปัญหาด้านความปลอดภัย

9.การนำรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าขึ้นและลงในที่ลาดเอียง ผู้ใช้บางประเภทไม่สามารถควบคุมร่างกายบางส่วนได้ อาจเกิดการพลัดตก เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ได้

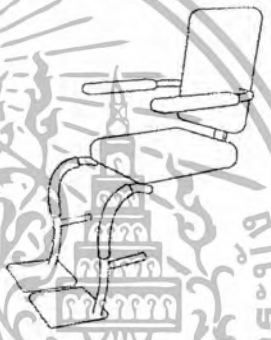


- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**

- ออกแบบให้มีระบบล็อคตัวผู้ใช้ กับรถที่มีความปลอดภัย และผู้ใช้งานสามารถทำได้ด้วยตนเอง



- ออกแบบให้มีโครงสร้างที่รองรับเท้าให้สูงขึ้นเพื่อกันการกระแทก



ปัญหาทางด้านความงาม

10.ความสวยงามของรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้ากับกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้สูงอายุ และผู้พิการที่มีการศึกษา อายุ 20 – 25 ปี

- รถไฟฟ้าแบบเดิม

- **แนวทางการออกแบบแก้ไข**

- รถเข็นแบบเดิมมีขนาดใหญ่ดูหนัก เทาะทะ ควรทำการออกแบบให้มีลักษณะโปร่ง กะทัดรัด ดูคล่องตัว
- ออกแบบให้มีรูปทรง สีสันที่ดูดี ภูมิฐานมีความทันสมัยเพื่อสร้างภาพพจน์ใหม่ให้กับกลุ่มผู้ใช้
- ออกแบบในเชิงขยาย คือ ถ้าผู้ใช้เป็นกลุ่มผู้สูงอายุ อาจเปลี่ยนวัสดุ หรือการ finishing ผิว สีสันที่สื่อให้เกิดภาพลักษณ์ของผู้ใช้

49395
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า
2. ออกแบบรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า สำหรับผู้มีฐานะปานกลางถึงฐานะดี ในกรณี
   - ผู้สูงอายุ
   - ผู้พิการอัมพาตครึ่งท่อน หมายถึง ส่วนล่าง [Paraplegic]
   - ผู้พิการอัมพาตครึ่งซีก [Hemi plegic]
   - ผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี [Amputation(above – knee Amputee)]
   - ผู้พิการโรคโปลิโอ ขาลีบ
3. ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร [Indoor] เป็นหลัก และตามเส้นทางที่มีพื้นผิวค่อนข้างราบเรียบโดยตลอดบริเวณรอบอาคาร ที่พักอาศัย กรณี ขึ้นและลงในแต่ละชั้นของตัวอาคารจะใช้ลิฟท์ หรือเส้นทางลาดยกระดับ
4. ออกแบบโดยคำนึงถึงขนาดสัดส่วน ใช้มาตรฐานของสัดส่วนผู้ใหญ่ [Adult] คนไทยเป็นหลัก
5. ออกแบบให้สอดคล้องกับขนาดสัดส่วนของสภาพแวดล้อมในประเทศไทย
6. สามารถปรับระดับส่วนที่นั่งเพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานในการใช้ชีวิตประจำวันโดยอาศัยระบบผ่อนกำลังโดยผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยตนเอง *(* ดูรายละเอียดปัญหาข้อ 5.)*
7. ออกแบบส่วนพักเท้าให้ผิวสัมผัสมีลักษณะอ่อนนุ่ม สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมสอดคล้องกับการปรับระดับส่วนที่นั่ง
8. ออกแบบส่วนที่นั่งโดยคำนึงถึงหลัก Ergonomics , ระบายอากาศได้ดีและสามารถปรับเอนได้เล็กน้อยเพื่อความสะดวกสบาย ช่วยลดการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยอัมพาต *(* ดูรายละเอียดปัญหาข้อ 1. , 2.)*
9. ออกแบบส่วนพักแขนให้สามารถปรับเปลี่ยน เพื่อความสะดวกในการขึ้นลงทางด้านข้าง
10. ออกแบบให้สามารถถอดที่นั่ง หรือ ส่วนรองนั่งให้สามารถถอดออกทำความสะอาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. รองรับพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ใช้

- <u>การเคลื่อนไหวภายในอาคาร</u>
  - การเคลื่อนไหว ขึ้นและลงที่นอน
  - การเคลื่อนไหวในห้องสุขภัณฑ์ ต้องใช้รถเข็น
    การจับต้องและนั่งชักโครก
    การเคลื่อนตัวไปอาบน้ำ
  - การรับประทานอาหาร
  - การพักผ่อน อาทิ ดูโทรทัศน์ นั่งเล่น ๆลๆ
- <u>การเคลื่อนไหวภายนอกอาคาร</u>
  - การใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าบริเวณบ้าน
  - การใช้รถเข้าที่ทำงาน ร้านค้าอื่น ๆ ที่รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าสามารถเข้าได้
  - การเข้าและออกลิฟท์

12. ระบบกลไก ของรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า

- มอเตอร์ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 200 –400 วัตน์
- แบตเตอรี่ ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 40 แอม
- ระบบควบคุมทิศทาง ใช้คันบังคับไฟฟ้าแบบแม่เหล็กไฟฟ้า [Joy stick]

13. มีส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ที่เอื้อต่อผู้ใช้ให้ใช้งานได้สะดวกขับเคลื่อนและบังคับทิศทางได้ด้วยตนเอง
14. ออกแบบให้มีส่วนเก็บอุปกรณ์ในการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้ใช้สามารถหยิบใช้งานได้สะดวก
15. ออกแบบปุ่ม ตำแหน่งควบคุมการทำงาน
16. ออกแบบสีสัน รูปทรง และกราฟฟิก ที่สร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อผู้ใช้
17. ออกแบบรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าโดยใช้วัสดุที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศ
18. ออกแบบให้มีระบบห้ามล้อฉุกเฉิน
19. ออกแบบระบบสัญญานเตือนและ (หรือ)ขอความช่วยเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการศึกษาวิจัย

1. ศึกษารถเข็นนั่งล้อเลื่อน
2. ศึกษารถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า
3. ศึกษาลักษณะอาการต่าง ๆ ของผู้พิการ
4. ศึกษาพฤติกรรมการดำรงชีวิตประจำวันของผู้พิการ
5. ศึกษาขนาด และสัดส่วนของคนไทย
6. ศึกษาขนาดและสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์ และสิ่งแวดล้อมอื่น
7. ศึกษา เลือกวัสดุ ส่วนประกอบ ราคา รวมถึงชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบ
8. ศึกษาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ ๆลๆ
9. ศึกษาการทำงานของระบบผ่อนกำลัง
10. ศึกษาจิตวิทยาการเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ , ตำแหน่งการวางกราฟฟิกบนผลิตภัณฑ์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สร้างพฤติกรรมใหม่ในแง่ของการช่วยเหลือตนเองของผู้พิการ (ไม่ได้หมายความว่าปฏิเสธความช่วยเหลือ แต่ยอมรับความช่วยเหลือในระดับที่พอเพียง)
2. ทำให้ผู้พิการ และผู้สูงอายุมีความสะดวกสบายขึ้นในการนั่งรถเข็นนั่งล้อเลื่อนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของรถเข็นนั่งล้อเลื่อน และเกิดภาพพจน์อันดีต่อผู้ใช้
3. ผู้พิการสามารถเข้าและออกรถเข็นได้สะดวกมากที่สุด
4. เคลื่อนไหวและเป็นอิสระมากขึ้น
5. สร้างความมั่นใจและยกระดับฐานะทางจิตใจของผู้พิการ
6. มีราคาที่สามารถแข่งขันได้ในตลาด
7. ส่งเสริมการผลิตเป็นระบบอุตสาหกรรมภายในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลพื้นฐานของรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า

โดยอ้างอิงจากรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้าของบริษัท Soma รุ่น KP-40

รถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า SOMA ผลิตที่ประเทศไต้หวัน โดยส่งไปขายยังประเทศ อเมริกา และยุโรปโดยอิงมาตรฐานจากประเทศอเมริกาและยุโรป

มิติและขนาดสัดส่วน [Physical Data]	*ความกว้าง*	64.0	ซม.
	ความยาว(ไม่รวมที่วางเท้า)	105.0	ซม.
	ความสูง	104.0	ซม.
	น้ำหนัก(ไม่รวมแบตเตอร์รี่)	41.0	กก.
	น้ำหนัก(รวมแบตเตอร์รี่)	75.0	กก.
วัสดุ โครงสร้าง [Materail&Structure]	เป็นอลูมิเนียมอัลลอยด์		
	แบบที่นั่งมาตรฐาน	16.5	นิ้ว
คุณสมบัติของรถเข็นนั่งล้อเลื่อนไฟฟ้า [Product performance]	*แบตเตอรี่*	ชนิดแห้ง 12 โวล์ 40 แอม 2 ลูก	
	ความเร็ว	12	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
	มอเตอร์	กระแสตรง 400 วัตร์ 2 ลูก	
	มุมไต่ระดับสูงสุด	16 องศา	
	มุมไต่ระดับ(ปลอดภัย)	12 องศา	
	ขอบเขตระยะการใช้งาน	45 กิโลเมตร	
	ล้อหน้า/ล้อหลัง	280/250-4 , 300-10	
	แรงดันลมยาง	หน้า 50 / หลัง 40 ปอนด์	
	โช๊คอัพ	โช๊คอัพคู่แบบปรับความตึงได้ 5 ระดับ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ระบบกันสะเทือน	อิสระ 2 ล้อหลัง
	รัศมีวงเลี้ยว 80	ซม.
การสื่อสารกับผู้ใช้ [Human interface]	*ระบบควบคุมความเร็วและทิศ*	คันบังคับไฟฟ้าแบบแม่เหล็กไฟฟ้า
ความปลอดภัย [Safty]	ระบบเบรคแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ระบบล็อคล้อแบบมือ Safty Belt	
การบำรุง รักษา [Maintanence]	*เครื่องอัดแบตเตอร์รี่*	input : 115/230 VAC output : 24 V DC 18 A

ราคาทุน [Cost]	Soma KP- 40	ประมาณ 110,000 - บาท
ราคาขาย [Price]	Soma KP- 40	ประมาณ 130,000 - บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การค้นคว้าและสรุปผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภค

"ความพิการ" เป็นคำสั้น ๆ ที่ใช้กันติดปากแต่ครอบคลุมกว้างมาก เพื่อให้เกิดความ เข้าใจในความหมายของความพิการ ในแง่มุมต่าง ๆ ชัดเจนยิ่งขึ้น ขออ้างถึงคำและนิยาม ซึ่งบัญญัติโดยองค์การอนามัยโลก ดังต่อไปนี้

IMPAIRMENT หมายถึง การสูญเสียหรือความผิดปกติของโครงสร้างหรือการทำงานของร่างกาย สติปัญญาหรือจิตใจเช่น ตาบอด หูหนวก เป็นใบ้ อัมพาตครึ่งซีก ปัญญาอ่อน จิตซึมเศร้า ฯลฯ

คำนี้เป็นการพิจารณาความพิการที่อวัยวะหรือระบบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นมนุษย์และอาจแปลเป็นภาษาไทยได้ว่า **ความผิดปกติ หรือ ความบกพร่อง**

DISABILITY หมายถึง การจำกัดหรือการขาดสมรรถภาพที่จะทำกิจกรรมใด ๆ เยี่ยงคนปกติ เช่น สนทนากับคนอื่นไม่ได้ ไปไหนมาไหนไม่ได้ ฯลฯ ซึ่งอาจแปลเป็นภาษาไทยได้ว่า**ไร้สมรรถภาพ หรือการขาดสมรรถภาพ**

HANDICAP หมายถึง ความเสียเปรียบของบุคคลหนึ่งบุคคลใดทำให้ไม่อาจดำเนินชีวิตได้ทัดเทียมคนปกติ เช่น คนตาบอดเมื่อมองไม่เห็น จึงไปไหนมาไหนลำบาก ดำเนินชีวิตได้ยากลำบากกว่า คนปกติ ซึ่งอาจแปลเป็นภาษาไทยว่า **ความเสียเปรียบ**

ตามพระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2534 คนพิการก็คือ คนที่มีความผิดปกติ หรือความบกพร่อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ความผิดปกติทางการมองเห็น
2. ความผิดปกติทางการได้ยิน หรือการสื่อความหมาย
3. ความผิดปกติทางกายหรือการเคลื่อนไหว
4. ความผิดปกติทางใจ หรือพฤติกรรม
5. ความผิดปกติทางสติปัญญา หรือการเรียนรู้

แต่ละประเภทยังแบ่งความรุนแรงออกได้เป็น 5 ระดับ ซึ่งแพทย์สามารถวินิจฉัยว่าความรุนแรงของความผิดปกตินั้น เป็นระดับที่เข้าข่ายคนพิการตามกฎหมายหรือไม่ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2537) ออกตามพระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2534

** ในที่นี้จะขอกล่าวถึงแต่เพียงความผิดปกติทางกาย หรือการเคลื่อนไหว*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของความผิดปกติเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว

หมายถึง ผู้ที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย นั่นคือ ศีรษะ ลำตัว แขนขา และมือได้ อันเนื่องมาจาก

1. มีอาการอ่อนแรงของลำตัว แขนและขา
2. ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของลำตัวแขนและขา
3. มีสภาพยึดติดของข้อต่อกระดูก แขน ขา และลำตัว
4. มีความผิดปกติของข้อต่อหรืออวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว

ความผิดปกติเหล่านี้จะมีผลให้เขาเหล่านั้นเคลื่อนไหวลำบาก และยากแก่การทำกิจวัตรประจำวันด้วยตนเอง

สาเหตุ

1. โรคติดเชื้อ รวมไปถึงการเจ็บป่วยอื่น ๆได้แก่ โปลิโอ ความพิการแต่กำเนิด โรคของระบบประสาท เป็นต้น
2. อุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดการสูญเสียอวัยวะและโครงสร้างของร่างกายผิดรูปไป ได้แก่ แขน ขาขาด หลังโก่ง คอเอียง ข้อแขน หรือ ขามีความผิดปกติทางรูปร่าง และยึดติด เป็นต้น
3. ภาวะทุพโภชนาการ หรือการขาดสารอาหารหมู่ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการสร้างพลังงานของร่างกาย ทำให้เกิดโรคขาดอาหาร โดยมีผลทำให้ร่างกายไม่เจริญเติบโตตามปกติ อ่อนเพลีย ไม่มีแรง สติปัญญาทึบ
4. การได้รับสารพิษทางอาหาร อากาศ น้ำและยา ที่มารดารับประทานในระยะตั้งครรภ์ มีผลทำให้ทารกที่เกิดมามีความผิดปกติทางสมอง หรือทางโครงสร้างของร่างกาย มีผลทำให้เกิดความผิดปกติเกี่ยวกับการควบคุมการเคลื่อนไหว
5. ความชราของผู้สูงอายุ หรืออาจเกิดจากโรคและความเสื่อมของข้อเข่า ข้อสะโพก กระดูกสันหลังจึงมีผลทำให้เคลื่อนไหวได้ลำบาก หรือเกิดอาการเจ็บปวดทรมาน

การวินิจฉัยคนพิการทางกาย หรือการเคลื่อนไหว

ความผิดปกติทางกาย หมายถึง ความผิดปกติหรือความบกพร่องของร่างกายที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน

- ศีรษะ หรือใบหน้า ผิดปกติ หรือผิดรูป
- คอ หลัง หรือ ลำตัว ผิดปกติ หรือผิดรูป
- แขน ขา ผิดปกติ หรือ ผิดรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ความผิดปกติที่มีผลต่อความสามารถในการเคลื่อนไหว มือ แขน ขา หรือลำตัว ในการทำกิจกรรมที่กำหนด ตัวอย่างเช่น

- แขน ขา ขาด
- อัมพาต หรือ อ่อนแรง
- โรคข้อ และกลุ่มอาการปวด
- โรคเรื้อรังของอวัยวะภายในอื่น ๆ

ระดับความผิดปกติ

ระดับที่ 1 ความผิดปกติ หรือความบกพร่องของร่างกายที่ปรากฏให้เห็นชัดเจน แต่ยังสามารถประกอบกิจวัตรประจำวันได้

ระดับที่ 2 ความผิดปกติ หรือความบกพร่องในการเคลื่อนไหว ลำตัว มือ แขน หรือ ขา แต่ยังสามารถประกอบกิจวัตรหลักในชีวิตประจำวัน

ระดับที่ 3 การสูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหว มือ แขน ลำตัว ซึ่งจำเป็นในการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันน้อยกว่าครึ่งตัวหรือ 2 ระยางค์ (แขน หรือ ขา น้อยกว่า 2 ข้าง)

ระดับที่ 4 การสูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหว มือ แขน ลำตัว ซึ่งจำเป็นในการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันครึ่งตัวหรือ 2 ระยางค์ (แขน หรือ ขา เพียง 2 ข้าง)

ระดับที่ 5 การสูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหว มือ แขน ลำตัว ซึ่งจำเป็นในการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันมากกว่าครึ่งตัวหรือ 2 ระยางค์ (แขน หรือ ขา มากกว่า 2 ข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงลักษณะของผู้พิการที่มีความจำเป็นต้องใช้รถนั่งคนพิการ

ลักษณะอาการ	ไม่มีความต้องการรถนั่งคนพิการ	มีความต้องการรถนั่งคนพิการ
• ผู้ป่วย		
ผู้ป่วยทั่วไป เช่น โรคหวัด , โรคไข้เลือดออก	✓	
ผู้ป่วยอุบัติเหตุ	✓	
คนชรา		✓
• บุคคลพิการ		
ความผิดปกติทางการมองเห็น	✓	
ความผิดปกติทางการได้ยิน หรือสื่อความหมาย	✓	
ความผิดปกติทางกาย หรือการเคลื่อนไหว		
- ผู้เป็นอัมพาตครึ่งท่อน [Paraplegia]		✓
- ผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี [Amputee (above-knee Amputee)]		✓
- ผู้พิการโรคโปลิโอ		✓
- ผู้เป็นอัมพาตครึ่งซีก [Hemi plegia]		✓
- ผู้พิการอัมพาตเต็มตัว [Plegia]		✓ (ปกติจะนอนบนเตียง)
ความผิดปกติทางใจ หรือพฤติกรรม	✓	
ความผิดปกติทางสติปัญญา หรือการเรียนรู้	✓	

สรุป ผู้ที่ควรนำมาทำการพิจารณาในการออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

1. ผู้สูงอายุ [Old man]
2. ผู้เป็นอัมพาตครึ่งท่อน หมายถึงส่วนล่าง [Paraplegic]
3. ผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี [Amputation (above-knee Amputee)]
4. ผู้พิการโรคโปลิโอ ขาลีบ
5. ผู้เป็นอัมพาตครึ่งซีก ขยับตัวได้บ้าง [Hemi plegic]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 กลุ่มผู้บริโภคที่ต้องอาศัยรถนั่งคนพิการช่วยในการเคลื่อนที่

เนื่องจากผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวนั้นมีอาการผิดแผกแตกต่างกัน ในการพิจารณาอาการต่าง ๆ ของผู้ป่วย จะต้องทำการกำหนดขอบเขตและอาการของโรคเพื่อช่วยในการพิจารณาการออกแบบให้อยู่ในลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อความสะดวกในการใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า โดยจะพิจารณาจากระดับความผิดปกติในระดับที่ 4 และ ระดับที่ 5

1. ผู้สูงอายุ [Old man]

ผู้สูงอายุ มีอาการอ่อนเพลีย ปวดตามข้อ เนื่องจากความชรา หรืออาจเกิดจากโรคและความเสื่อมของข้อเข่า ข้อสะโพก กระดูกสันหลังจึงมีผลทำให้เคลื่อนไหวได้ลำบาก หรือเกิดอาการเจ็บปวดทรมาน

ภาพที่ 1.1 แสดงลักษณะของผู้สูงอายุ

---

2. ผู้เป็นอัมพาตครึ่งท่อน หมายถึงส่วนล่าง [Paraplegic]

ผู้ป่วยจะมีอาการเป็นอัมพาตครึ่งท่อนด้านล่าง อาการแบบนี้อาจจะเป็น Polio ที่ส่วนขาช่วงล่างจนถึงขาอ่อนด้านบน แต่กล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายแข็งแรงสามารถใช้ได้เช่นเดียวกับคนธรรมดาทั่วไป ลำตัวสามารถบิดไป-มาได้

ในการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย ผู้ป่วยจะใช้รถเข็นเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะมีลักษณะอาการเคลื่อนไหวไปในอาการใดก็ตาม เพราะผู้ป่วยมีกำลังแขนที่แข็งแรงพอสมควร ส่วนการใช้ไม้ค้ำจะมีบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1.2 แสดงลักษณะผู้เป็นอัมพาตครึ่งท่อน [Paraplegic]

3. ผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี [Amputation (Above knee Amputee)]

เป็นอาการความพิการท่อนล่างที่ขาไม่มี ผู้ป่วยจะไม่สามารถเคลื่อนไหวได้โดยการใช้ขาเดิน การพิการในลักษณะนี้ จะมีการเคลื่อนไหวโดยใช้ขาเทียม หรือไม้ค้ำเข้าช่วย ในเวลาที่ต้องการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การพักผ่อนบนเตียงนอน หรือการเคลื่อนย้ายตนเองไปมา จะใช้กำลังข้อมือเป็นสำคัญ ส่วนใหญ่ของผู้ป่วยจะใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนเมื่ออยู่ภายในอาคาร เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น

ผู้ป่วยมีลักษณาการเช่นนี้จะเห็นได้ว่าศูนย์การทรงตัวของผู้ป่วยเมื่อเวลานั่งตัวตรงจะมีลักษณะเอียงไปทางด้านหลังมากกว่า เพราะผู้ป่วยได้ศูนย์เสียน้ำหนักตัวที่จะถ่วงน้ำหนักของตัวเองให้เกิดความสมดุลย์ในด้านหน้า เพราะฉะนั้นความจำเป็นในการใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อนนี้จะต้องใช้การพิจารณาในส่วนนี้ เพื่อให้เกิดการทรงตัวได้ดีของผู้ป่วย

ภาพที่ 1.3 แสดงลักษณะของ ผู้พิการท่อนล่างประเภทขาไม่มี
[Amputation (Above knee Amputee)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผู้ป่วยโรคโปลิโอ แขน ขาลีบ [Polio Paralysis]

สาเหตุเกิดจากการติดเชื้อไวรัสชนิดเฉียบพลัน ซึ่งเกิดกับไขสันหลังและเซลล์ประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ทำให้ผู้ที่ได้รับเชื้อนี้มีปัญหาด้านการเคลื่อนไหว ลักษณะอาการที่สำคัญคือมีอาการปวดตึงตามกล้ามเนื้อและจะตามมาด้วยอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อแบบปวกเปียก (Floppy Type) แต่ที่พบได้บ่อยมักจะเป็นที่กล้ามเนื้อขา อาการอัมพาตมักจะเป็นที่ขาข้างใดข้างหนึ่ง แต่บางรายอาจเป็นสองข้างได้ นอกจากนี้มักจะมีปัญหาแทรกซ้อนตามมาอีกเช่น การเกิดกล้ามเนื้อหดสั้น การเกิดโครงสร้างของกระดูกสันหลังที่เปลี่ยนไป การเลื่อนของข้อต่อต่าง ๆ เช่นข้อไหล่ ข้อตะโพก

ภาพที่ 1.4 แสดงผู้ป่วยโรคโปลิโอ แขน ขาลีบ [Polio Paralysis]

5. ผู้พิการอัมพาตครึ่งซีก [Hemi Plegic]

ลักษณะอาการของผู้ป่วยประเภทนี้ อาการส่วนใหญ่จะอัมพาตทางซีกใดซีกหนึ่งของร่างกาย ซึ่งอาจจะเป็นแขนซ้ายและขาซ้าย หรือแขนขวา และขาขวา กล้ามเนื้อบางส่วนของซีกที่เป็นอัมพาตอาจจะขยับได้บ้างแต่เล็กน้อย ในการเคลื่อนไหวโดยทั่วไปจะต้องอาศัยไม้ค้ำยัน หรือไม้เท้าคนพิการ แต่ส่วนใหญ่แล้วจะต้องใช้รถเข็นนั่งล้อเลื่อน ในการเคลื่อนไหว โดยอาศัยมือหมุน Handrim ด้านหนึ่งและใช้ใช้ขาช่วยดันรถให้เคลื่อนไหวไปด้านหน้า

ภาพที่ 1.5 แสดงผู้พิการอัมพาตครึ่งซีก [Hemi Plegic]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 พฤติกรรมการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันของผู้ป่วย

ในการทำการออกแบบรถเข็นไฟฟ้าสำหรับคนพิการมีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่าผู้ป่วยใช้ชีวิตอย่างไร ทำกิจกรรมใดบ้าง เนื่องจากผู้ป่วยและคนปกติธรรมดาย่อมมีลักษณะความเป็นอยู่ไม่เหมือนกันดังนั้นการศึกษาการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันจึงมีความสำคัญมาก เพื่อจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการพิจารณาการออกแบบ อีกทั้งยังสามารถจะเป็นเครื่องชี้นำไปยังปัญหาที่เกิดขึ้นขณะใช้งานด้วย โดยลักษณะการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันของผู้ป่วยที่ใช้รถนั่งคนพิการปกติและรถนั่งคนพิการไฟฟ้ามีลักษณะที่เหมือนกัน

เพื่อเป็นการง่ายจึงทำการแบ่งการพิจารณาออกเป็นแต่ละสภาพตามพฤติกรรมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังแสดงพฤติกรรมการประกอบกิจวัตรหลักประจำวันของผู้ใช้รถนั่งคนพิการสามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. **ความสามารถในการประกอบกิจวัตรหลักในชีวิตประจำวัน** ได้แก่
    - การเคลื่อนย้ายตัวระหว่างเตียงกับรถนั่งคนพิการ
    - การเคลื่อนรถนั่งคนพิการผ่านช่องทางเดิน
    - การเคลื่อนที่ผ่านประตู เข้า – ออก
    - การเข้าห้องน้ำ
    - การเคลื่อนย้ายตัวระหว่าง ชักโครกกับรถนั่งคนพิการ
    - การใช้อ่างล้างหน้า
    - การเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการสู่ส่วนอาบน้ำ
    - การเคลื่อนย้ายตัวระหว่าง รถนั่งคนพิการกับเก้าอี้
    - การแต่งตัว
    - การรับประทานอาหาร
    - การล้างจาน และการเตรียมอาหาร
    - การเก็บของจากพื้น
    - การขึ้นและลงรถนั่งคนพิการ
    - การหยิบของในที่สูง

2. **ความสามารถดำรงชีวิตในสังคม**
    - การออกไปไหนมาไหนนอกบ้าน
    - การศึกษาเล่าเรียน / การประกอบอาชีพ
    - การเข้าสังคมหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 การเคลื่อนย้ายตัว (Transfers)

ความสามารถในการเคลื่อนย้ายตัวเองจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่น จากเตียงหรือพื้นห้องไปนั่งรถนั่งคนพิการ จากรถนั่งคนพิการไปยังโถส้วม อ่างอาบน้ำ หรือรถยนต์ ๆลๆ จะช่วยให้ผู้ป่วยสามารถทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ได้มากขึ้น ไม่ต้องจำกัดตัวเองอยู่บนที่นอนหรือล้อเข็นเท่านั้น บทนี้จะกล่าวถึง หลักการ และวิธีการเคลื่อนย้ายตัวที่ผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้อยู่เสมอ ๆ ในชีวิตประจำวัน

หลักในการเคลื่อนย้ายตัว

- เลือกใช้เทคนิคและวิธีการที่ผู้ป่วยสามารถทำได้ง่ายและปลอดภัยที่สุดสำหรับผู้ป่วย
- บริเวณที่จะเคลื่อนย้ายตัว เช่น เตียง เก้าอี้ หรือเก้าอี้ล้อ ต้องมีความมั่นคงแข็งแรง ไม่เลื่อนไหลได้โดยง่าย และถ้าเป็นไปได้ควรมีความสูงในระดับเดียวกัน และให้อยู่ใกล้กันมากที่สุด
- ขณะเคลื่อนย้ายตัวต้องระวังไม่ให้ส่วนของร่างกายไปกระแทกหรือเสียดสีกับส่วนของล้อเข็น ขอบเตียง หรือเครื่องเรือนอื่น ๆ
- การเคลื่อนตัวหรือส่วนของร่างกายควรใช้วิธีการยกแทนการลาก

กรณีศึกษา เป็นผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อน Parapregia

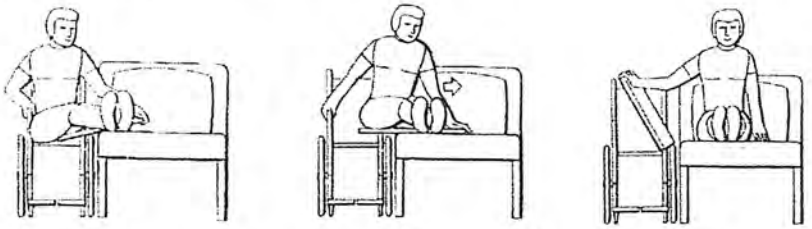
- การเคลื่อนย้ายตัวจากเตียงมายังรถนั่งคนพิการ

ภาพที่ 1.6 แสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากเตียงมายังรถนั่งคนพิการ

1. รถนั่งคนพิการจอดอยู่ข้างเตียงของผู้ป่วย ทำการล็อค และดึงท้าวแขนด้านที่ใกล้เตียงออกเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายตัว จากนั้น วางไม้กระดานให้สอดอยู่ใต้ก้นกบและพาดบนรถนั่ง วางมือซ้ายไว้ที่ปลายของไม้กระดานและมือขวาอยู่ข้างลำตัว
2. ผลักไม้กระดานเอียงลงบนรถนั่งและเคลื่อนตัวตามแผ่นกระดานลงบนที่นั่งของรถนั่งคนพิการ
3. ยกขาลงจากเตียง , ดึงแผ่นกระดานออก
4. วางเท้าลงบนที่พักเท้าและปรับตำแหน่งการนั่งให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

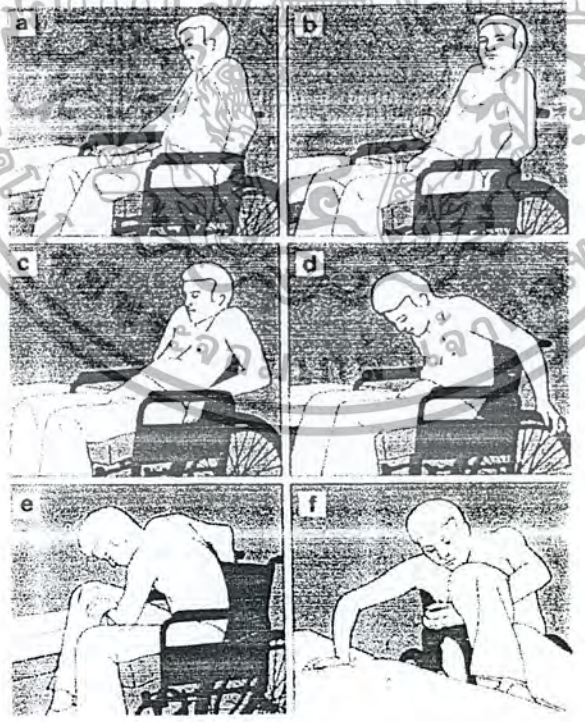
○ **การเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเตียง**



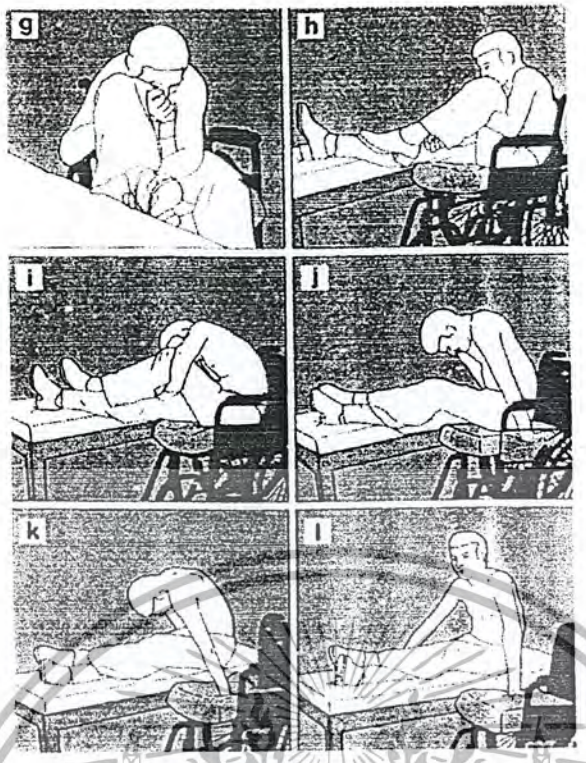
ภาพที่ 1.7 แสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเตียง

1. **รถนั่งคนพิการจอดอยู่ข้างเตียงของผู้ป่วย ทำการล็อค และดึงท้าวแขนด้านที่ใกล้เตียงออกเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายตัว จากนั้น ยกเท้าทั้งสองข้างขึ้นบนเตียง วางไม้กระดานให้สอดอยู่ใต้ก้นกบและพาดบนเตียง**
2. **ใช้มือขวาดันเท้าแขน และมือซ้ายดันที่ปลายแผ่นกระดาน ค่อย ๆเคลื่อนตัวตามแผ่นกระดานขึ้นบนเตียง**
3. **ดึงแผ่นกระดานออก**

ภาพที่ 1.8 แสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเตียง แบบไม่มีแผ่นกระดาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



○ **การเคลื่อนรถนั่งคนพิการผ่านช่องทางเดิน**

ภาพที่ 1.9 แสดงการเคลื่อนรถนั่งคนพิการผ่านช่องทางเดิน

รถนั่งคนพิการแบบมาตรฐานมีขนาดกว้าง 25.5 นิ้ว และสามารถใช้ได้สะดวกภายในช่องทางเดิน แต่ในอพาทเมนท์หลายแห่งอาจไม่สามารถเป็นไปได้ เพราะความกว้างของประตูอาจไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **การเข้าห้องน้ำ**

การเคลื่อนตัวจากรถนั่งคนพิการไปชักโครก

ภาพที่ 1.10 แสดงการเคลื่อนตัวจากรถนั่งคนพิการไปชักโครก

1. เคลื่อนรถเข็นไปขนาบกับชักโครก ดึงเท้าแขนด้านที่ติดกับชักโครกออก ทำการล็อครถนั่ง จากนั้นวางแผ่นกระดานใต้ก้นกบด้านซ้ายโดยปลายอีกด้านอยู่บนที่นั่งชักโครก
2. วางมือซ้ายลงบนปลายของแผ่นกระดานด้านที่นั่งชักโครกและมือด้านขวาวางบนท้าวแขน , กดแผ่นกระดานลงและเคลื่อนตัวลงมาตามแผ่นกระดานลงที่นั่งชักโครก
3. ยกขาข้ามพักเท้ามา และยกแผ่นกระดานออก

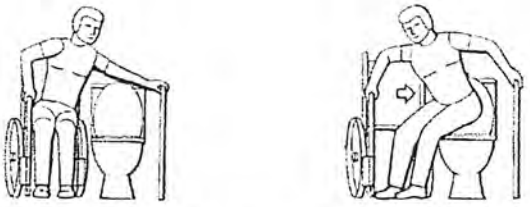
การเคลื่อนตัวจากชักโครกไปยังรถนั่งคนพิการ

ภาพที่ 1.11 แสดงการเคลื่อนตัวจากชักโครกไปยังรถนั่งคนพิการ

1. รถจอดอยู่ข้าง ๆ ที่นั่งชักโครก ดึงท้าวแขนด้านที่ติดกับชักโครกออก ทำการล็อคล้อรถไว้ วางแผ่นกระดานใต้ก้นกบด้านขวา และปลายอีกด้านวางพาดบนที่นั่งรถนั่งคนพิการ
2. วางมือขวาบนปลายของแผ่นกระดานบนที่นั่งรถนั่ง มือซ้ายวางบนที่นั่งชักโครก ดันแผ่นกระดานยกตัวเองขึ้นเคลื่อนตัวตามแผ่นกระดานเข่าที่นั่งบนรถนั่งคนพิการ
3. ดึงแผ่นกระดานออกและยกขาข้ามกับมาในท่านั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังชักโครก (กรณีที่ห้องน้ำมีการติดตังราวช่วยพยุงตัว)



ภาพที่ 1.12 แสดงการเคลื่อนตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังชักโครก
(กรณีที่ห้องน้ำมีการติดตังราวช่วยพยุงตัว)

1. จอดรถนั่งคนพิการข้าง ๆ โดยทำมุมเล็กน้อยกับชักโครก ยกท้าวแขนด้านที่ติดกับชักโครกออก ทำการเบรกรถนั่งให้อยู่กับที่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเท้าวางราบติดกับพื้น วางมือซ้ายจับราวพยุง และมือขวาจับท้าวแขนด้านขวาของรถนั่ง
2. เกร็งแขนยกตัวขึ้นและเคลื่อนตัวไปยังที่นั่งชักโครก จัดท่านั่งให้เหมาะสม

การเคลื่อนตัวจากชักโครกไปยังรถนั่งคนพิการ (กรณีที่ห้องน้ำมีการติดตังราวช่วยพยุงตัว)

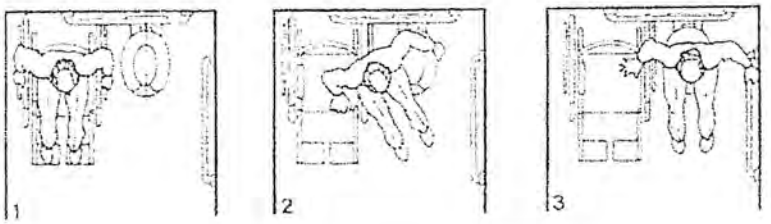
ภาพที่ 1.13 แสดงการเคลื่อนตัวจากชักโครกไปยังรถนั่งคนพิการ
(กรณีที่ห้องน้ำมีการติดตังราวช่วยพยุงตัว)

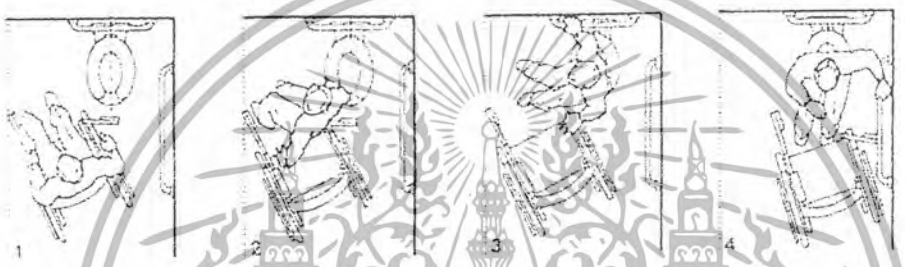
1. จอดรถนั่งคนพิการข้าง ๆ โดยทำมุมเล็กน้อยกับชักโครก ยกท้าวแขนด้านที่ติดกับชักโครกออก ทำการเบรกรถนั่งให้อยู่กับที่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเท้าวางราบติดกับพื้น วางมือขวาจับเท้าแขนอีกด้านหนึ่ง และมือซ้ายจับราวพยุง หรือที่นั่งชักโครก
2. เกร็งแขนยกตัวขึ้นและเคลื่อนตัวไปยังที่นั่งรถนั่งคนพิการข้าง ๆ จัดท่านั่งให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนย้ายตัวระหว่างรถนั่งคนพิการและชักโครกแบบต่าง ๆ

ทั้งนี้เทคนิคการเคลื่อนตัวนั้นค่อนข้างไม่ตายตัวย่อมมีความแตกต่างกันตามความถนัด สภาพแวดล้อมและอาการของผู้ป่วยแต่ละคนด้วย





ภาพที่ 1.14 แสดงการเคลื่อนย้ายตัวระหว่างรถนั่งคนพิการและชักโครกแบบต่าง ๆ

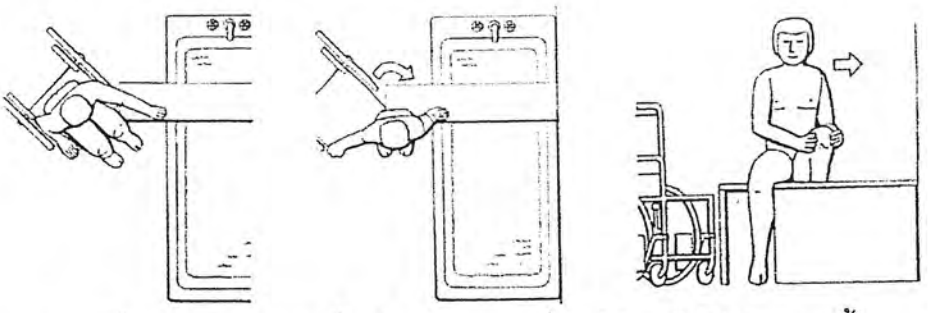
○ การใช้อ่างล้างหน้า

ภาพที่ 1.15 แสดงการใช้อ่างล้างหน้า

- ผู้ป่วยจะใช้มือจับผนัง หรือสุขภัณฑ์ภายในห้องน้ำที่ติดถาวร แล้วดึงตัวเข้าไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **การเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการ ไปยังส่วนอาบน้ำ**



ภาพที่ 1.16 แสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการ ไปยังส่วนอาบน้ำ

1. จอดรถนั่งทำมุม 45 องศากับที่นั่งอาบน้ำ เบรกและดึงท้าวแขนด้านที่ติดกับที่นั่งอาบน้ำออก ถอดเสื้อผ้า จากนั้น วางมือซ้ายลงบนที่นั่งอาบน้ำและมือขวาวางบนที่ท้าวแขนด้านขวา
2. เกร็งมือยกตัวขึ้นเล็กน้อย ค่อย ๆ หมุนตัวมานั่งบนที่นั่งอาบน้ำ
3. ยกขาข้ามขอบอ่างและเคลื่อนตัวผ่านที่นั่งคนพิการไปตรงกลาง

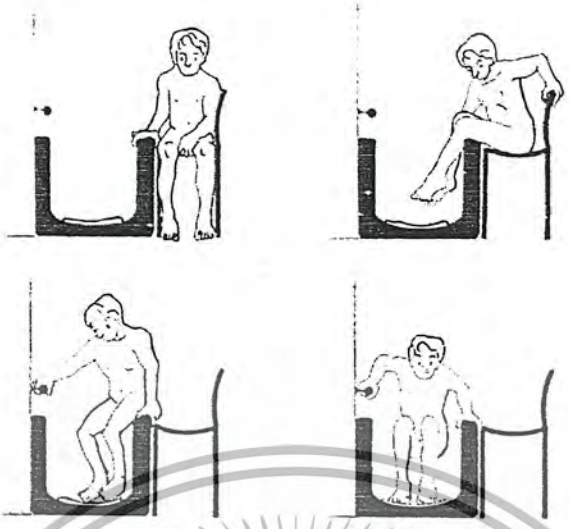
ที่นั่งอาบน้ำ

ภาพที่ 1.17 แสดงที่นั่งอาบน้ำ และเก้าอี้อาบน้ำ

เป็นอุปกรณ์ช่วยในการอาบน้ำจะติดกับอ่างอาบน้ำ เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยมีพื้นที่ในการเคลื่อนตัวไปมาได้สะดวกและปลอดภัยมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนตัวจากเก้าอี้ ไปสู่อ่างอาบน้ำโดยปราศจากอุปกรณ์ช่วย (ที่นั่งอาบน้ำ)



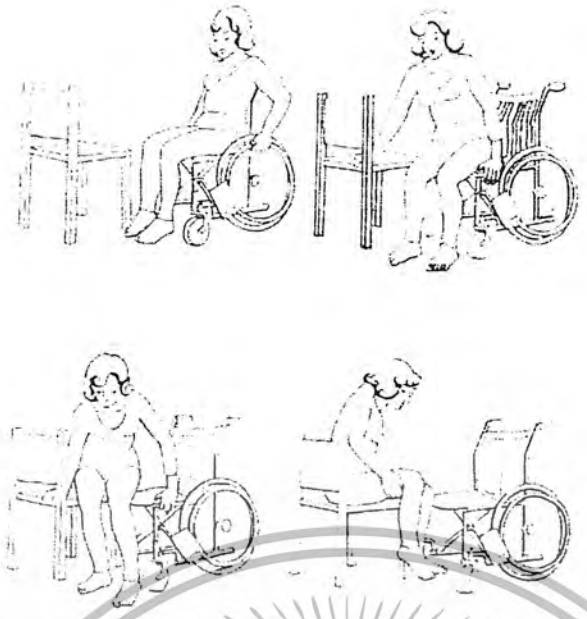
ภาพที่ 1.18 แสดงการเคลื่อนตัวจากเก้าอี้ ไปสู่อ่างอาบน้ำ
โดยปราศจากอุปกรณ์ช่วย (ที่นั่งอาบน้ำ)

สำหรับในประเทศไทยนั้น การอาบน้ำยังเป็นการอาบด้วยฝักบัว หรือขันอยู่ ในห้องน้ำของคนไทยจึงมักมีเก้าอี้สำหรับอาบน้ำอยู่ ประจำตัวของผู้ใช้ เพื่อความสะดวก

○ การเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเก้าอี้ลักษณะต่าง ๆ

Side transfer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.19 ภาพแสดงการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไปยังเก้าอี้ลักษณะต่าง ๆ

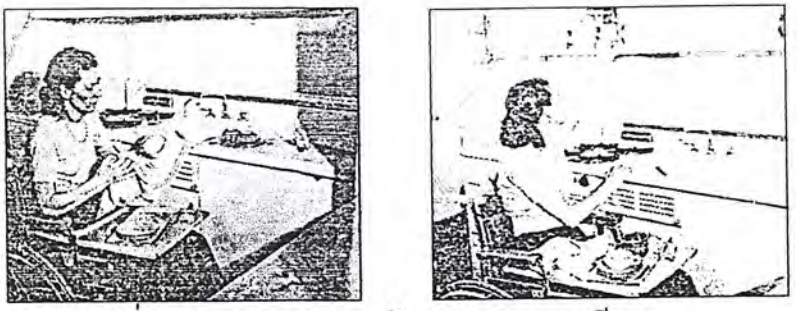
○ **การรับประทานอาหาร**

ภาพที่ 1.20 ภาพแสดงการนั่งรับประทานอาหารบนโต๊ะอาหาร

สังเกตุได้ว่าความสูงของท้าวแขนอยู่ในระดับเดียวกับโต๊ะรับประทานอาหาร ทำให้ไม่สามารถเข้าไปนั่งรับประทานได้สะดวกนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ การล้างจานและการเตรียมอาหาร



ภาพที่ 1.21 ภาพแสดงการล้างจานและการเตรียมอาหาร

1. นำโต๊ะวางบนหน้าตัก (Lapboard) วางบนเท้าแขนก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากโดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องช่วยเหลือพิเศษอื่นอีก
2. ผู้ป่วยเข้าใกล้เตา , เคาเตอร์ , ตู้ติดผนัง , อ่าง โดยจอดรถนั่งหันข้างเข้าหา เพื่อความสะดวกแก่การหยิบจับ เพราะหากจอดโดยหันหน้าเข้าก็จะเกิดปัญหาอย่างมากในการใช้งาน

○ การเก็บของจากพื้น และการขึ้นลงรถนั่งคนพิการ

ภาพที่ 1.22 ภาพแสดงการเก็บของจากพื้น

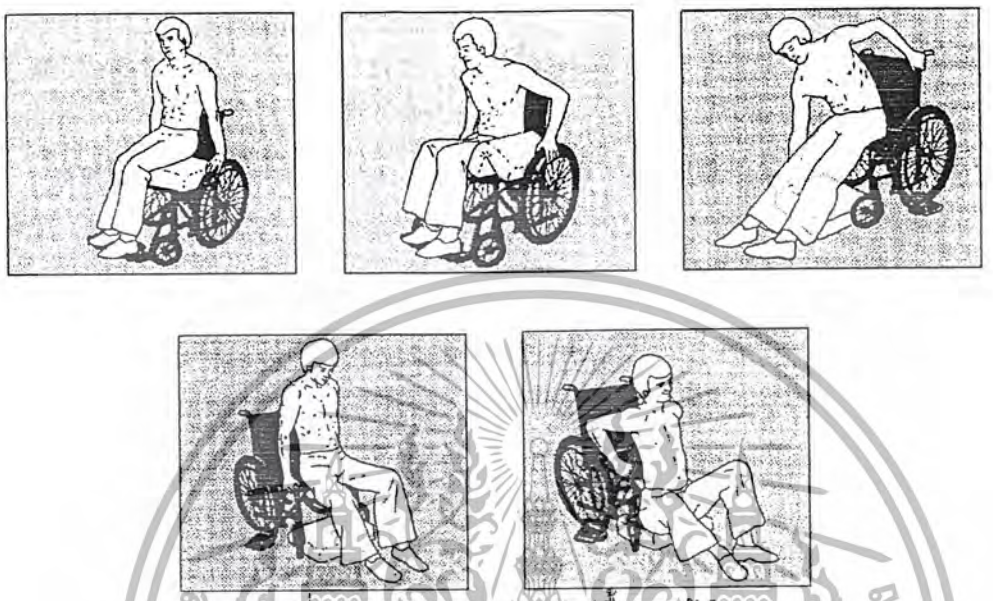
1. ล็อคล้อรถ
2. ยกที่วางเท้าขึ้นเพื่อให้เท้าจะได้วางบนพื้นได้
3. เพื่อความปลอดภัยมือข้างหนึ่งควรจับเฟอร์นิเจอร์ที่มั่นคงเอาไว้ และผู้ป่วยก็สามารถจะก้มตัวลงเก็บของได้โดยปราศจากอันตรายจากการที่รถนั่งคนพิการจะกระดก หรือสูญเสียการทรงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **การลงจากรถนั่งคนพิการสู่พื้น และจากพื้นขึ้นสู่รถนั่งคนพิการ**

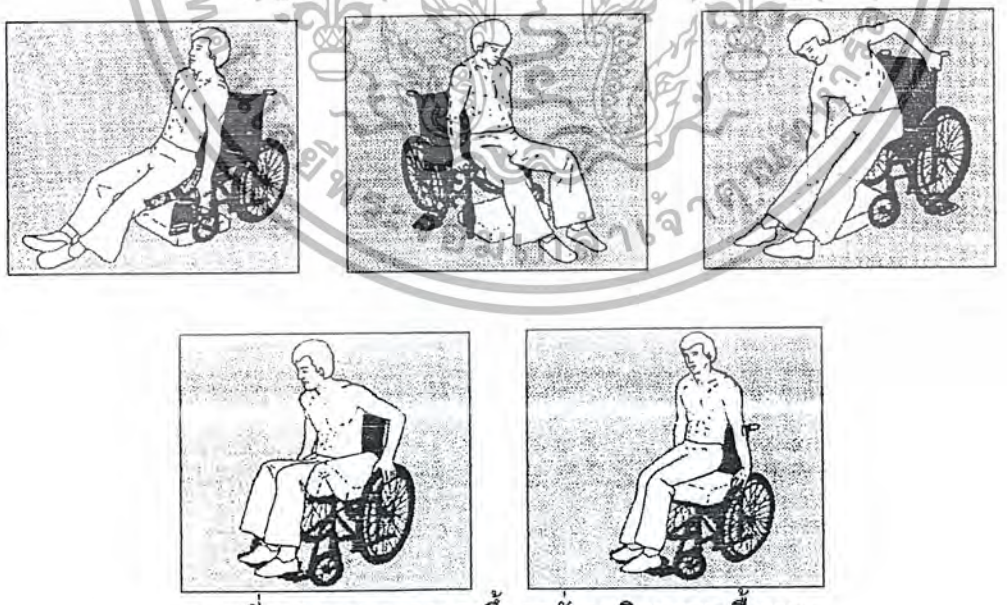
ขั้นตอนการลงสู่พื้นและจากพื้นขึ้นสู่รถนั่งคนพิการนั้นมีความแตกต่างกันตามความถนัด สภาพแวดล้อม และอาการพิการแต่ละบุคคลด้วย

การลงสู่พื้น



ภาพที่ 1.23 ภาพแสดงการลงสู่พื้นของผู้ป่วย

การขึ้นรถนั่งคนพิการ



ภาพที่ 1.24 ภาพแสดงกาขึ้นรถนั่งคนพิการจากพื้นราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **การหยิบของในที่สูง**

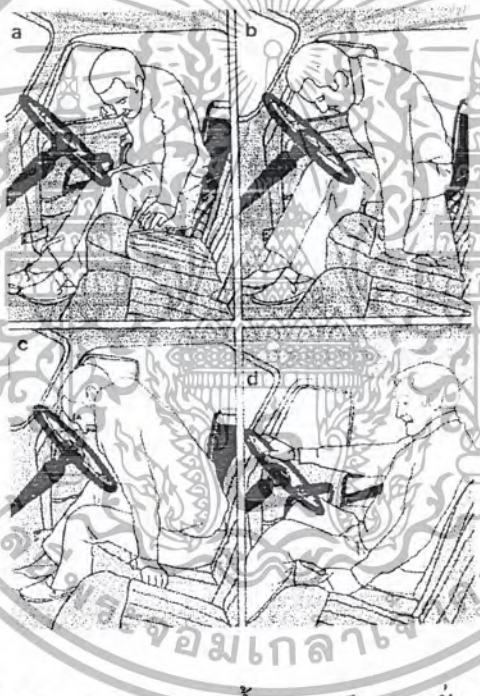
ต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับตัวผู้ป่วย ถ้าของที่ต้องการหยิบอยู่ในตำแหน่งที่สูงเกินไปจะต้องอาศัยผู้ช่วย ช่วยหยิบให้

2.14 ความสามารถดำรงชีวิตในสังคม

○ **การออกไปไหนมาไหนนอกบ้าน**

การออกภายนอกนั้นถ้าอยู่ในระยะทางที่ใกล้พอ ผู้ป่วยจะสามารถเดินทางไปได้เอง ไม่ต้องพึ่งพาอุปกรณ์อื่นช่วย สำหรับในที่ที่มีระยะทางไกล ๆ จำเป็นต้องมีการใช้รถยนต์เป็นพาหนะในการเดินทาง ผู้ป่วยจะมีวิธีการ ขึ้นและลงรถยนต์ดังนี้

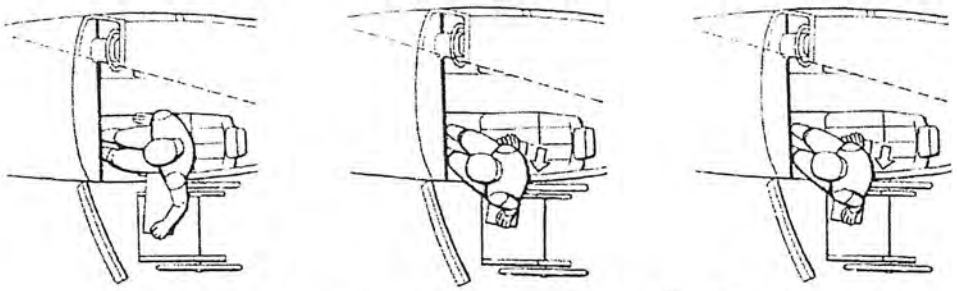
การขึ้นรถยนต์



ภาพที่ 1.25 ภาพแสดงการขึ้นรถยนต์จากรถนั่งคนพิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลงรถยนต์



ภาพที่ 1.26 ภาพแสดงการลงรถยนต์สู่รถนั่งคนพิการ

1. จอดรถข้าง ๆรถยนต์ให้ใกล้รถยนต์มากที่สุด ยกเท้าขาด้านที่ติดกับรถยนต์ออกเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนตัว , เบรก , วางแผ่นกระดานไว้ใต้ก้นกบ พาดไปถึงที่นั่งรถนั่งคนพิการ
2. ดันไม้กระดานลง เคลื่อนตัวตามแผ่นกระดานเข้าสู่รถนั่งคนพิการ
3. ยกขาออกจากตัวรถยนต์ ยกแผ่นกระดานออกและสวมเท้าแขนกลับที่เดิม

การขึ้นและลงรถยนต์ในผู้ป่วยที่ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า

ภาพที่ 1.27 ภาพแสดงอุปกรณ์ช่วยขึ้นลงรถเมล์สำหรับคนพิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 บทวิเคราะห์พฤติกรรมการประกอบกิจวัตรหลักประจำวัน

การเคลื่อนย้ายตัวเข้าและออกเฟอร์นิเจอร์ด้วยตนเอง มีรูปแบบการเคลื่อนตัวที่แตกต่างกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเคลื่อนย้ายตัวระหว่างรถนั่งคนพิการกับเฟอร์นิเจอร์	ข้อดี	ข้อเสีย
○ กรณีความสูงส่วนที่นั่งของรถนั่งคนพิการกับ เฟอร์นิเจอร์มีขนาดใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน	- สะดวก ไม่ต้องพาไม้กระดานเคลื่อนตัวไปทุกที่ - มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการพลัดตกน้อย	- เฟอร์นิเจอร์มีขนาดไม่เท่ากันทุกชิ้น จึงทำได้กับเฟอร์นิเจอร์บางชิ้นเท่านั้น
○ กรณีความสูงส่วนที่นั่งของรถนั่งคนพิการกับ เฟอร์นิเจอร์มีขนาดแตกต่างกัน		
- มีไม้กระดานช่วยเคลื่อนตัว	- สะดวก - ใช้กับเฟอร์นิเจอร์ทุกชิ้น แม้ในระดับความสูงที่ต่างกัน	- มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการพลัดตก - ยังต้องพาไม้กระดานไปด้วย
- ไม่มีไม้กระดานช่วยในการเคลื่อนตัว	- สามารถเคลื่อนตัวไปยังเฟอร์นิเจอร์ชิ้นต่าง ๆ ได้ ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ป่วย - ไม่ต้องพาไม้กระดานช่วยเคลื่อนตัวไปทุกที่	- มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการพลัดตกสูงสุด - ต้องอาศัยกำลังมากในผู้ป่วยบางรายไม่สามารถทำได้

ตารางที่ 1.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อดี – ข้อเสียของการเคลื่อนย้ายตัวแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

1. มีส่วนท้าวแขนที่สะดวกสำหรับการเคลื่อนตัวเข้าและออกรถนั่งคนพิการไฟฟ้า สามารถพับหรือถอดยกออกได้ง่าย เช่นการเคลื่อนตัวจากรถนั่งคนพิการไฟยังซักซักโครก เตียงนอน เป็นต้น
2. ส่วนของที่นั่งไม่ควรสูง หรือเตี้ยมากจนเกินไป ออกแบบให้สามารถยกสูงหรือต่ำลง เพื่อให้อยู่ในระดับเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันกับเฟอร์นิเจอร์
3. ควรมีส่วนสัญญาณ เสียง , ไฟ ขอความช่วยเหลือฉุกเฉินติดกับตัวรถนั่งคนพิการไฟฟ้า เพื่อผู้ช่วยสามารถทำการช่วยเหลือได้ทันท่วงที หากเกิดอันตรายต่อผู้ป่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์

รถนั่งคนพิการมีชื่อเรียกอื่น ๆอีก ได้แก่รถเข็น รถล้อเข็น ล้อเข็น ล้อนั่ง เก้าอี้ล้อ จักรยาน และอาจมีชื่อเรียกอื่น ๆ อีก ในที่นี้ขอใช้คำว่า *รถนั่งคนพิการ*

ประวัติ : รถนั่งคนพิการเกิดขึ้นก่อนคริสตจักราช 530 ปีมาแล้ว โดยชาวอียิปต์ ได้ทำการพัฒนารถนั่งคนพิการมาเรื่อย ๆ อย่างช้า ๆ ในทวีปเอเชีย พบครั้งแรกในประเทศจีน ที่เมืองแคนซาส (Kansas) มีลักษณะเป็นรถนั่ง 3 ล้อ คือล้อหน้า 1 ล้อ และล้อหลัง 2 ล้อ ทำจากไม้

ซึ่งต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่ 1 ในปี ค.ศ. 1934 วิศวกรชาวสหรัฐอเมริกา 2คนในเมืองลอสแองเจลลิส ก็ได้เริ่มต้นทำการผลิตรถนั่งคนพิการนี้ออกจำหน่ายในเชิงการค้าขึ้น และได้รับการพัฒนามาจนถึงปัจจุบัน

2.21 ประเภทของรถนั่งคนพิการ

พิจารณาจากแหล่งกำลังที่ขับเคลื่อน รถนั่งคนพิการ

1. ชนิด ผู้ใช้ใช้กำลังตนเองในการเลื่อนวงล้อเพื่อขับเคลื่อนรถนั่งคนพิการ (MANUAL WHEELCHAIR)
    - 1.1 ชนิดล้อใหญ่อยู่ด้านหน้า (Large Wheel in front)
    - 1.2 ชนิดล้อใหญ่อยู่ทางด้านหลัง (Large Wheel in Rear)
    - 1.3 รถนั่งคนพิการชนิดพิเศษ (Special Wheelchair)
2. ชนิด ไฟฟ้า (ELECTRICALLY POWERED WHEELCHAIR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รถนั่งคนพิการแบบใช้กำลังคน (MANUAL WHEELCHAIR)

เป็นชนิดที่ผู้ใช้ ใช้แรงของตนเองในการเลื่อนวงล้อเพื่อขับเคลื่อนรถนั่งคนพิการ หรือมีผู้เข็นแทนผู้ป่วย ไม่มีแหล่งกำลังไฟฟ้า เข้ามาช่วยเพื่อขับเคลื่อนรถนั่งคนพิการสามารถแบ่งออกได้เป็น

1.1 รถนั่งคนพิการชนิดล้อใหญ่อยู่ด้านหน้า (Large Wheel in front)

ชนิดล้อใหญ่อยู่ด้านหน้า เลี้ยวง่าย วงเลี้ยวแคบจึงเหมาะจะใช้ภายในอาคาร แต่เนื่องจากล้อใหญ่อยู่ด้านหน้าจึงไม่สะดวกที่จะเลื่อนล้อเอง จึงมักมีผู้เข็นแทนผู้ป่วย รถนั่งคนพิการชนิดนี้ไม่ค่อยได้พบเห็นบ่อยนัก บางแห่งใช้สำหรับเข็น ผู้ป่วยเพื่อเคลื่อนย้ายในอาคาร เช่น ที่แผนกผู้ป่วยนอก

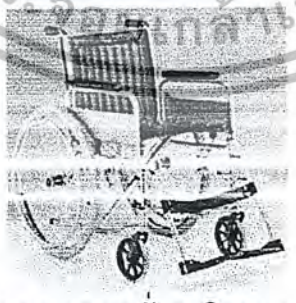
ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการชนิดล้อใหญ่อยู่ด้านหน้า

1.2 รถนั่งคนพิการชนิดล้อใหญ่อยู่ทางด้านหลัง (Large Wheel in Rear)

ชนิดล้อใหญ่อยู่ทางด้านหลัง มีวงเลี้ยวกว้างกว่า ผู้ป่วยสามารถเข็นไปเองได้ จึงสามารถใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด สามารถแบ่งย่อย ได้ดังนี้

1.2.1 รถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน (Universal Wheelchair)

กว่าครึ่งหนึ่งของผู้ที่ใช้รถนั่งคนพิการทั้งหมดจะเป็นผู้ที่ใช้รถนั่งแบบนี้ ผู้ใช้สามารถเข็นได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีทั้งชนิดที่สามารถพับได้ และพับไม่ได้ ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องมีร่างกายที่แข็งแรงนัก ในการเข็นล้อให้เคลื่อนที่ รถนั่งแบบนี้จะเป็นแบบที่ทำให้ลำตัวของผู้ป่วยมีเสถียรภาพอย่างสมบูรณ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อมี 2 ขนาด คือ 24" และ 26"

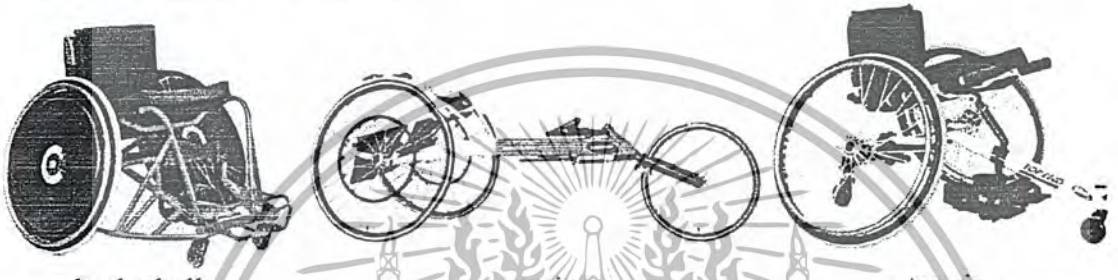


ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 รถนั่งคนพิการแบบกีฬา (Sporting Activities)

ปัจจุบันผู้ป่วยและคนพิการเริ่มหันมาให้ความสนใจกับกีฬามากขึ้นเรื่อย ๆจึงได้มีการผลิตเก้าอี้ล้อให้เหมาะแก่คนพิการเพื่อใช้เล่นกีฬาอย่างเหมาะสม โดยมีส่วนของพนักพิง (Backrest) สั้นกว่าแบบมาตรฐาน เพื่อให้ร่างกายส่วนบนสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวก ส่วนเท้าแขนของรถนั่งแบบนี้จะไม่หุ้มหนังเทียม และจะสูงจากระดับที่นั่งประมาณ 15 เซนติเมตร รถนั่งแบบนี้สามารถใช้ได้ทั้งเวลาเล่นกีฬา และเวลาปกติ แต่ความสะดวกสบายก็ย่อมจะลดลงบ้างเล็กน้อย นอกจากนี้รถนั่งประเภทนี้จะต้องมีความแข็งแรงสูง จึงอาจทำให้มีน้ำหนักมากกว่าปกติ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงล้อหลังมี 2 ขนาด คือ 24" และ 26"



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบกีฬา

1.2.3 รถนั่งคนพิการแบบน้ำหนักเบา (Lightweight Wheelchair)

เป็นรถนั่งคนพิการแบบที่มีน้ำหนักเบามากแต่มีความแข็งแรงสูงกว่ารถนั่งทั่วไป ซึ่งเหมาะสำหรับการนำติดตัวไปตามสถานที่ต่าง ๆ น้ำหนักเพียง 14 กิโลกรัม (31 lbs) ในแบบที่มีขนาดใหญ่สุด ใช้วัสดุประเภท อลูมิเนียมอัลลอยด์ มีความทนทานสูง ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องบิน ราคาของรถนั่งจึงมีราคาแพง แต่หากพิจารณาถึงความสะดวกในการเคลื่อนย้าย การนำพาไปแล้ว ก็อาจจะดูคุ้มค่ากว่ามาก ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางวงล้อหลังมี 2 ขนาด คือ 24" และ 26"

ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบน้ำหนักเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

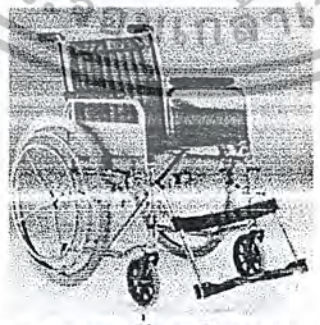
1.2.4 รถนั่งคนพิการสำหรับผู้พิการขาไม่มี (Amputee Wheelchair)

ความพิการของผู้ป่วยประเภทนี้คือ ผู้ป่วยจะไม่มีขาทำให้เกิดความไม่สมดุลในการนั่ง สูญเสียการทรงตัวเพราะน้ำหนักด้านหน้าของร่างกายขณะนั่งเสียไป รถนั่งแบบนี้จึงมีแกนของล้อด้านหลังยืดออกไปประมาณ 2" – 3" ทำให้การใช้ข้อมือไปหมุนล้อจะต้องเอื้อมมือไปด้านหลังมากกว่าปกติ เป็นผลให้ผู้ป่วยต้องทำงานมากขึ้นทั้งลำตัว , กล้ามเนื้อส่วนบน และกล้ามเนื้อส่วนล่าง รถนั่งแบบนี้ไม่ต้องการส่วนพักเท้าทำให้ตัวรถสามารถประชิดเฟอร์นิเจอร์ได้ง่ายและสะดวกขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้มีน้ำหนักเบาขึ้น ความยาวของรถสั้นลง สามารถหมุนในวงแคบได้ แต่ไม่ได้รับความนิยม ผู้ป่วยมักใช้รถนั่งแบบมาตรฐาน โดยนำวัสดุมาถ่วงด้านหน้า หรือเพิ่มแกนพิเศษทางด้านหลัง

ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการสำหรับผู้พิการขาไม่มี

1.2.5 รถนั่งคนพิการแบบหมุนมือเดียว (One Arm Drive Wheelchair)

ผู้ป่วยที่ใช้รถนั่งประเภทนี้ได้แก่ ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก (Hemiplegia) และผู้ป่วยที่มีความอ่อนแอของกล้ามเนื้อเพียงด้านใดด้านหนึ่ง เนื่องจากมีความสามารถใช้กล้ามเนื้อแขนได้เพียงด้านเดียว โดยจะมีวง hand rims อยู่ 2 วง วงแรกมีขนาดใหญ่กว่า จะทำหน้าที่หมุนล้อด้านที่ติดกับ hand rims วงที่สองมีระยะห่างจากวงแรก 1" – 1.5" ทำหน้าที่หมุนวงล้อทั้งสองข้างให้หมุนไปพร้อมกัน แต่รถนั่งแบบนี้ก็ไม่ได้รับความนิยมเช่นกันเนื่องจากผู้ป่วยมักใช้เท้าด้านที่ใช้การได้ช่วยในการบังคับรถ และเลือกใช้รถนั่งแบบมาตรฐานแทน

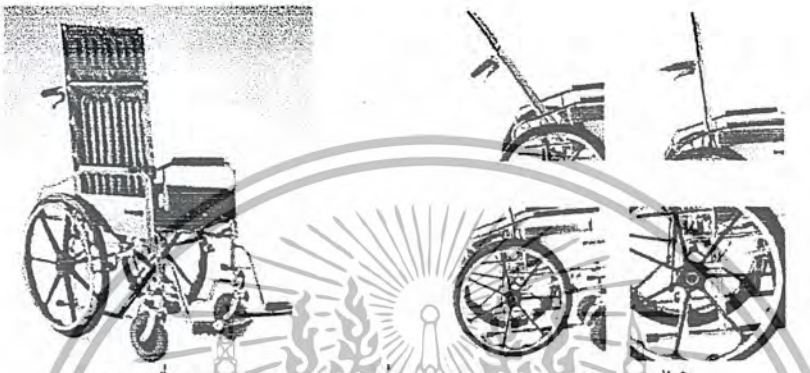


ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบหมุนมือเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.6 รถนั่งคนพิการแบบปรับนอนได้ (Reclination Backrest)

เป็นรถนั่งคนพิการที่มีโครงสร้างเหมือนกับรถนั่งคนพิการทั่วไป แต่ได้เพิ่มให้พนักพิงสามารถปรับมุมเอียงได้ ในการทำให้พนักพิงหลังเอียงได้ จะทำให้ความสำพันธ์ของการนั่งเปลี่ยนไป ถ้าพนักพิงถูกปรับเอียง มุมที่ทำกับที่นั่งก็เปลี่ยน ผู้ป่วยก็จะมีการนั่งที่ผิดธรรมชาติ จึงจำเป็นที่ส่วนประกอบอื่นจะต้องสามารถปรับมุมตามไปด้วย เช่น ส่วนพักเท้า (Footrests) จะต้องยกขึ้นตามมุมของการเอียงพนัก นอกจากนี้ยังมีการต่อแกนล้อหลังให้ยืดออกไปเพื่อกันการหงายหลังของรถนั่งแบบนี้



ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการแบบปรับนอนได้

1.3 รถนั่งคนพิการชนิดพิเศษ (Special Wheelchair)

1.3.1 Transitor

เป็นรถนั่งคนพิการที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะสั้น ๆ หรือแม้กระทั่งเพื่อการลงบันได เหมาะสำหรับการใช้ในพื้นที่แคบ การพับเก็บจะใช้เนื้อที่น้อยมาก แต่ต้องมีผู้ช่วยอยู่ด้วย

ภาพที่ 2.8 ภาพแสดง Transitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 รถนั่งคนพิการ (Transit Wheelchair)

เป็นรถนั่งคนพิการที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เมื่อพับเก็บจะมีขนาดเล็กมาก เป็นรถนั่งที่ได้รับความนิยมรองลงมาจากรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน ต้องอาศัยผู้ช่วยเข็นช่วยในการเคลื่อนที่

ภาพที่ 2.9 ภาพแสดง Transit Wheelchair

1.3.3 รถนั่งคนพิการสำหรับเด็ก (Spastic Wheelchair for Childreen)

เป็นรถนั่งคนพิการแบบที่ใช้ในโรงเรียนอนุบาล , โรงเรียน และภายในบ้านสำหรับเด็กออกแบบให้มีความปลอดภัยมากขึ้นสำหรับเด็ก

ภาพที่ 2.10 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการสำหรับเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 เก้าอี้ติดล้อ (Glide About Chair)

เป็นเก้าอี้ล้อที่สามารถทำการเลื่อนที่ได้โดยการใช้เท้าดัน เป็นแบบที่ใช้ในอาคารเท่านั้น มักนิยมนำมาใช้ในห้องน้ำเพื่อสับเปลี่ยนกับรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน

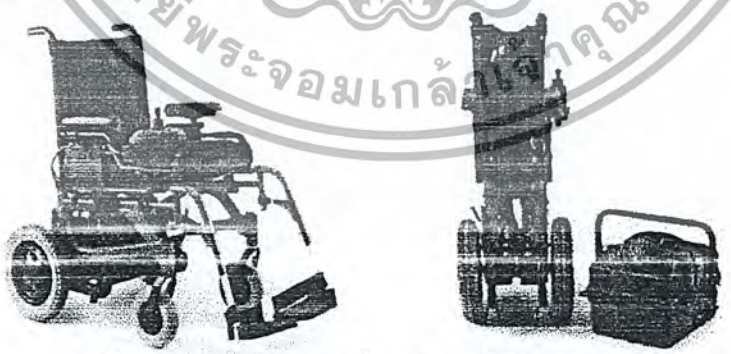
ภาพที่ 2.11 ภาพแสดงเก้าอี้ติดล้อ

2. รถนั่งคนพิการแบบใช้กำลังไฟฟ้า (POWERED WHEELCHAIR)

รถนั่งคนพิการที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟฟ้านี้ สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี สามารถบังคับทิศทางได้ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียว หรือวิธีอื่น ๆ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ทั้งบริเวณด้านข้าง , ตรงกลาง หรือแม้กระทั่งที่เท้า รวมทั้งผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตก็สามารถใช้คางบังคับได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยได้รับความสะดวกสบาย ร่างกายไม่ต้องทำงานหนัก รถนั่งคนพิการไฟฟ้านี้ยังแบ่งออกได้เป็น

2.1 รถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบพับได้

มีลักษณะโครงสร้างหลักเหมือนรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน แต่มีการนำเอามอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการขับเคลื่อน โดยการใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร [Indoor & Outdoor] สามารถพับให้มีขนาดเล็กลงได้เพื่อความสะดวกในการเดินทาง



ภาพที่ 2.12 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบพับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รถนั่งคนพิการไฟฟ้า (Electrically powered wheelchair)

ลักษณะการใช้งานออกแบบมาสำหรับใช้งานภายในอาคารและบริเวณอาคาร [Indoor & Outdoor] มีน้ำหนักมาก ไม่สามารถพับเก็บ หรือนำพาไปไหนได้ มีความสะดวกสบายมากกว่ารถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบพับได้มาก จึงทำให้มีราคาแพง

ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

2.2.1 รถนั่งคนพิการไฟฟ้าสำหรับใช้งานภายในบ้าน

ภาพที่ 2.14 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าสำหรับใช้งานภายในบ้าน

2.2.2 รถนั่งคนพิการไฟฟ้าสำหรับใช้งานภายนอกอาคาร

ภาพที่ 2.15 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าสำหรับใช้งานภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.16 ภาพแสดงรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่ใช้ภายนอกแบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

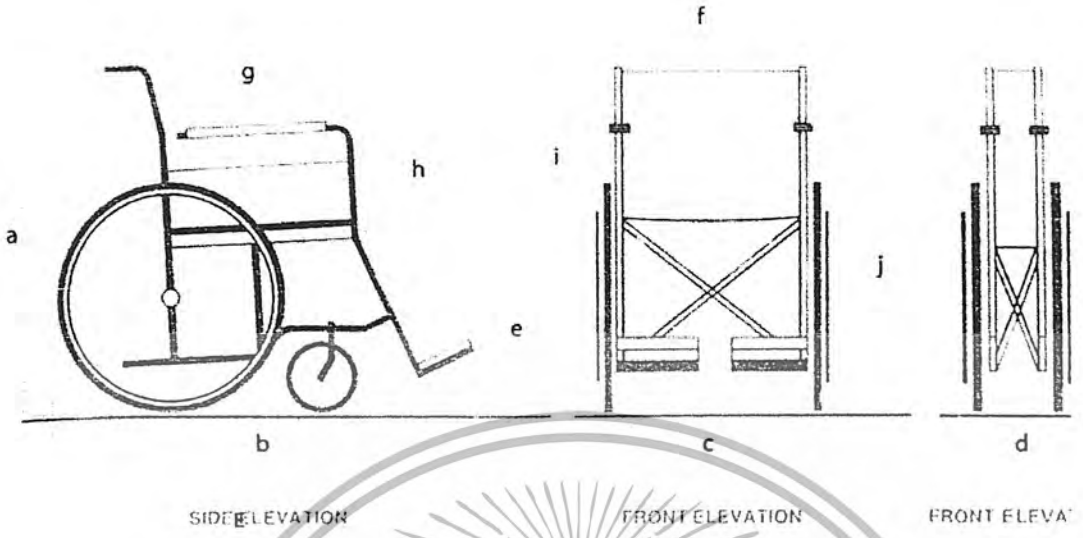
2.2.2 มิติและขนาดของรถนั่งคนพิการ

ขนาดของรถนั่งคนพิการ (Size of Wheelchair)ในการเสนอและรองรับการนั่งของร่างกาย รถนั่งจะต้องทำขึ้นให้มีความสะดวกสบายในการใช้ ความต้องการอันเป็นอันดับแรกคือ ขนาดของความถูกต้อง มีผู้สร้างมากราย อาจมีผู้สร้างขนาดไว้ถึง 3 – 4 แบบ แต่ขนาดที่เป็นมาตรฐานของโลกนั้นไม่มี ขนาดเดียวกัน แบบเดียวกันแต่อาจแตกต่างกันในชื่อเรียก ซึ่งจะตั้งขึ้นตามแต่ผู้สร้าง ในสหรัฐอเมริกาได้แบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. Small chair ขนาดของเด็กนี้จะกำหนดอายุอยู่ในระหว่าง 2-6 ขวบ ที่นั่งจะเป็นแบบปรับให้สูงต่ำได้ประมาณ 20 นิ้ว ที่รองรับเท้าสามารถปรับให้มีระดับที่ต่างกัน เท้าแขนของเก้าอี้สามารถปรับให้มีความสูงได้ต่างกัน
2. Large chair เป็นขนาดของเด็กที่มีอายุระหว่าง 6 – 12 ขวบ ข้อคำนึงจะต้องพิจารณาถึงการปรับระดับของ legrest และความกว้างของพนักพิงและความลึกจะเปลี่ยนจาก 14 นิ้ว เป็น 16 นิ้ว
3. Junior เป็นรถที่ทำขึ้นสำหรับเด็กโต ความสำคัญอยู่ที่การทำระยะที่นั่งถึงที่วางเท้าจะมีระยะ 15 นิ้วโดยประมาณส่วนมากรถขนานี้จะผู้ป่วยเพศหญิงและผู้ชรานำไปใช้ด้วย
4. Adult เป็นรถที่ใช้เป็นขนาดมาตรฐาน
5. Oversize กว้างและมีน้ำหนักมากเพราะจะเป็นเก้าอี้ที่มีลักษณะของตัวเองและโยเฉพาะบุคคล และนำเอาสัดส่วนมาตรฐานมาขยายและดัดแปลงไม่ว่าจะเป็น ที่นั่ง พนักพิง ที่วางแขนและที่พักเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของรถนั่งคนพิการแบบAdult (Standard size)



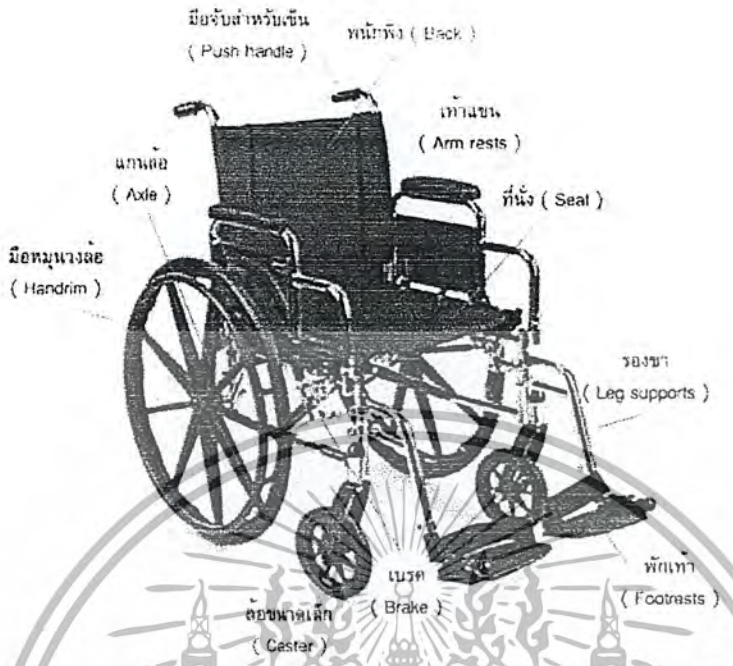
ภาพที่ 2.17 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน

***	ขนาดสัดส่วน / นิ้ว	ขนาดสัดส่วน / ซม.
ความสูงรวม (a)	36	91.4
ความยาวรวม (b)	42	106.7
ความกว้างรวม (c)	25	63.5
ความกว้างขณะพับ (d)	11	27.9
ความสูงที่นั่ง (e)	19.5	49.5
ความกว้างที่นั่ง (f)	18	45
ความลึกที่นั่ง (g)	16	40
ความสูงส่วนพักแขน (h)	10	25
ความสูงพนักพิงหลัง (i)	16	40
ความสูงมือจับ (j)	29	73.7

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ส่วนประกอบของ MANUAL WHEELCHAIR



ภาพที่ 2.18 ภาพแสดงลักษณะของรถนั่งคนพิการและส่วนประกอบพื้นฐาน

1. โครง (FRAME) และ แกนล้อ (AXLE)

วัสดุที่ใช้ทำ โครง จะต้องพิจารณาทั้งความทนทานและน้ำหนัก โดยทั่วไปโครงจะมี 2 ลักษณะ คือชนิดพับไม่ได้ (NON-FOLDING) และชนิดพับได้ (FOLDING) ชนิดพับไม่ได้จะให้ความมั่นคงมากกว่าชนิดพับได้ แต่ชนิดที่พับได้ก็จะมีข้อดีที่สามารถเก็บและขนย้ายได้ง่าย บางรุ่นมีระบบล็อค ทำให้มั่นคงมากยิ่งขึ้น

รถนั่งคนพิการบางรุ่นสามารถปรับตำแหน่งของล้อใหญ่ได้ ซึ่งถ้าปรับเลื่อนไปทางด้านหน้ามากขึ้น ผู้ใช้สามารถหมุนล้อได้สะดวกขึ้น แต่จะหงายหลังได้ง่ายขึ้นเช่นกัน การปรับแบบนี้จะเหมาะกับผู้ที่ใช้ ACTIVE และสมดุลของลำตัวที่ดี (TRUNK STABLITY)

ถ้าปรับตำแหน่งเลื่อนล้อใหญ่ไปด้านหลังมากขึ้น รถนั่งคนพิการจะมั่นคงมากขึ้น ไม่หงายหลังง่าย แต่ผู้ใช้จะต้องใช้แรงมากขึ้น และยากขึ้น นอกจากนี้ก็จะทำให้วงเลี้ยว (TURNING RADIUS) กว้างขึ้น จึงอาจพิจารณาใช้ในรายที่มีระดับความพิการสูง มีสมดุลลำตัวไม่ดีนัก และไม่ค่อย ACTIVE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ล้อ (WHEEL) และ ยางล้อ (TIRES)

- ขนาดของวงล้อจะมีผลต่อความสูงของที่นั่งความยากง่ายของการหมุนล้อ การเคลื่อนย้าย เข้าออกจากที่นั่ง ตลอดจน การใช้แขนผลักดันล้อ
- ยางล้อ (Tires)
  - ยางตันและเรียบ จะเหมาะสำหรับพื้นภายในบ้านหรืออาคารที่เป็นพื้นแข็งผิวเรียบ
  - ยางอัดลม มีดอกยาง (Treaded Pneumatic Tire) จะเหมาะสำหรับพื้นผิวที่ขรุขระ เปียกชื้น หรือเป็นน้ำแข็ง (ในต่างประเทศ) ปัญหายางแบนของยางล้อแบบนี้ จะแก้ไขโดยใช้ Thorn Resistant Tubes หรือใส่ Latex Gel เข้าไปแทนอากาศ แต่จะต้องพิจารณาถึงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นด้วย
- ความเอียงของล้อใหญ่ (CAMBER)

แคมเบอร์ คือมุมระหว่างแนวล้อกับเส้นที่ตั้งฉากกับพื้น สำหรับการใช้งานทั่วๆไป ล้อจะเอียงประมาณ 7 องศา โดยมีขอบบนของล้อเอียงเข้าหาตัวผู้ใช้ซึ่งความเอียงขนาดนี้จะให้ความมั่นคงทางด้านข้างสูงสุด โดยไม่ทำให้รถนั่งคนพิการกว้างเกินไป สำหรับการใช้เล่นกีฬาการเพิ่มแคมเบอร์จะมีความจำเป็นเพื่อเพิ่มความมั่นคงมากขึ้นในกรณีที่มีการเลี้ยวเร็ว ๆ

3. มือหมุนวงล้อ (HANDRIM) ,ล้อคล้อ (WHEEL LOCK) และ GRADE AID

HANDRIM จะมีจะมีวงขนาดต่าง ๆ กัน วงขนาดเล็กจะใช้ในการแข่งขัน ในขณะที่วงขนาดใหญ่จะใช้เพื่อให้ได้ออกกำลังและความคล่องตัวสูงสุด

อาจจะดัดแปลงเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถจับ HANDRIM ได้กระชับขึ้น โดยการใช้วัสดุ เช่น หนัง หรือยางพันโดยรอบ อาจเพิ่มขนาดท่อของ HANDRIM อาจเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ HANDRIM หรืออาจเพิ่มแกนยื่นออกมาจาก HANDRIM (RIM PROJECTION)

ล็อคล้อ (WHEEL LOCK) เป็นตัวช่วยป้องกันการเคลื่อนของรถนั่งคนพิการ ขณะที่ผู้ป่วยหรือผู้พิการ ยืน , นั่ง หรือเคลื่อนย้ายตัว ล็อคล้อมีทั้งแบบที่ดันไปด้านหน้า หรือดันมาด้านหลัง การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับกำลังกล้ามเนื้องอ และเหยียดศอกของผู้ป่วยเป็นสำคัญ ล็อคล้อชนิดต่ำ(low break) จะติดตั้งกับโครงด้านล่างแทนเพื่อไม่ให้เกะกะ หรือเป็นอันตรายต่อแขนหรือแขนเสื้อ ในกรณีที่ผู้ใช้ Active มาก ๆ จะใช้วงแขนกว้างและเร็วในการหมุนล้อ

GRADE AIDS เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการขึ้นที่ลาดเอียง โดยจะมีสปริงดันเฟืองรูปฟันปลา ทำให้เลื่อนไปข้างหน้าได้อย่างเดียว ไม่เลื่อนไหลลงมาด้านหลังจึงเหมาะที่จะใช้กับผู้สูงอายุ อัมพาตทั้งตัว (QUADRIPLRGIA) หรือผู้ที่มีร่างกายทั่วไปอ่อนแอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ล้อเล็ก (CASTER)

คือล้อขนาดเล็กมักอยู่ทางด้านหน้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว และ 8 นิ้ว โดยทั่ว ๆ ไป CASTER ที่แข็งและขนาดเล็กจะทำให้เลี้ยวได้ดี ซึ่งจำเป็นในกีฬาพวกบาสเกตบอล และเทนนิส แต่จะไม่เหมาะกับการในพื้นที่ขรุขระ ไม่เรียบ หรือพื้นผิวอ่อน เช่น ดิน เลน

CASTER ที่เป็นยางอัดลม และขนาดใหญ่จะเหมาะสมกับการใช้ในพื้นที่ผิวภายนอกอาคาร

CASTER สามารถปรับเลื่อนตำแหน่งไปทางด้านหลัง แต่ก็จะลดความมั่นคงลงไปคือ จะคะมำไปด้านหน้าได้ง่ายขึ้น

5. ที่นั่ง (SEAT) และ พนักพิง (BACK)

รถนั่งคนพิการชนิดพับได้ ส่วนใหญ่มีที่นั่งและพนักพิงเป็นชนิดขึง (SLING) ทำจากผืนผ้าใบหรือวัสดุที่พับได้ ในผู้ป่วยหรือผู้พิการที่มีกล้ามเนื้ออ่อนแรงมากโดยเฉพาะลำตัวมีอาการเกร็ง หรือมีความโน้มเอียงจะมีความผิดรูปของร่างกาย ก็ควรจะใช้ที่นั่งและพนักพิงชนิดแข็ง (SOLID) มากกว่า

6. มือจับสำหรับเข็น (PUSH HANDLE)

มีผู้ใช้หลายรายไม่ต้องการให้มีมือจับสำหรับเข็น โดยเฉพาะในรายที่พึ่งตนเองได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากมันเป็นสัญลักษณ์ของการพึ่งพาคนอื่น แต่ในบางรายจะปรับใช้เป็นที่แขวนกระเป๋า หรือสัมภาระ อย่างไรก็ดีในรายที่ยังต้องพึ่งผู้อื่นพอสมควรในการเข็น มือจับสำหรับเข็นนี้ก็ยังจำเป็นต้องคงไว้

7. เท้าแขน (ARM RESTS)

เท้าแขนจะช่วยในการเคลื่อนย้ายตัวการถ่ายน้ำหนัก การลดแรงกดต่อก้นกบ โดยใช้แขนยกตัวขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้สมดุลย์ลำตัวดีขึ้นโดยเฉพาะในรายที่สูญเสียการควบคุมลำตัว

เท้าแขนมีทั้งชนิดที่ติดตรึง (FIXED) ถอดได้ (REMOVABLE) หรือปรับได้ ในรายที่มีความผิดปกติของส่วนขามากมักจำเป็นต้องใช้เท้าแขนชนิดถอดได้ เพื่อให้ช่วยเคลื่อนย้ายตัวเข้าออก รถนั่งคนพิการได้ง่ายขึ้น

เท้าแขนควรมีแผ่นบังโคลน (CLOTHING PROTECTORS) เพื่อป้องกันเสื้อผ้าเปราะเปื้อนสิ่งสกปรกจากล้อ และป้องกันเสื้อผ้าฉีกขาดจากการเกี่ยวพันของล้อ

8. รองขา (LEG SUPPORTS) และ พักเท้า (FOOTRESTS)

ที่รองขา และพักเท้า จะช่วยปกป้อง และจัดให้ส่วนขาอยู่ในท่าที่เหมาะสมทรงตัวได้ดี รวมถึงการรองรับน้ำหนัก

พักเท้าควรสูงพอที่จะรองรับเท้า ให้มีการไหลเวียนของโลหิตในส่วนขาเพียงพอ และให้ข้อเท้าอยู่ในท่าปกติ (งอ 90 องศา) แต่ไม่ควรสูงเกินไปจนดันให้น้ำหนักตัวไปดันที่กระดูกก้น (ISCHIUM) เพราะจะทำให้เกิดแผลกดทับได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรายที่มีอาการเกร็งของขามาก จำเป็นต้องใช้พักเท้าที่เป็นแผ่นขนาดใหญ่พร้อมสายรัดที่เหมาะสม

ที่รองขาแบบผลักออกด้านข้างได้ หรือถอดได้ (DETACHABLE , SWINGAWAY LAG RESTS) อาจจำเป็นและมีผลประโยชน์อย่างมากในรายที่เคลื่อนย้ายตัวเข้า – ออกแบบยืน

ที่รองขาที่สามารถปรับยกขึ้นได้ (ELEVATING THE LEG RESTS) เพื่อให้เข่าเหยียดมากขึ้น ใช้ในรายที่มีอาการบวมหรือบาดเจ็บของขา และเข่าติดยึด

พักเท้า ควรมีขนาดกว้างเท่ากับความยาวของเท้าหรือยาวกว่า 2 นิ้ว เพื่อรองรับเท้าได้เต็มที่ และป้องกันไม่ให้ส้นเท้า หรือนิ้วเท้ากระทบกระแทกกับสิ่งใด อาจมี HEEL LOOP เพื่อกันเท้าเลื่อนไปด้านหลัง

2.2.4 มิติและขนาดของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

รถนั่งคนพิการไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ สามารถบังคับทิศทางได้ด้วยนิ้วเพียงนิ้วเดียว หรือวิธีอื่น ๆ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ทั้งบริเวณด้านข้าง ,ตรงกลาง หรือแม้กระทั่งที่เท้า รวมทั้งผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตก็สามารถใช้คางบังคับได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยได้รับความสะดวกสบาย ร่างกายไม่ต้องทำงานหนัก

การบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ทั้งเลี้ยวซ้าย ขวา เดินหน้า และถอยหลัง ทำได้โดยจะมีแผงวงจรควบคุมอยู่ทางด้านหน้า

ลักษณะการใช้งานได้ทั้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร นอกจากนี้ยังมีรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่ออกแบบมาสำหรับใช้ภายนอกอาคารเพียงอย่างเดียว (Outdoor Electrically Powered - Wheelchairs) จำนวนผู้ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้าในปัจจุบัน ยังมีอยู่น้อย เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้ที่ใช้รถนั่งคนพิการแบบปกติ เนื่องจากราคาที่แพงกว่าหลายเท่าตัว

ขนาดของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า (Size of Wheelchair)

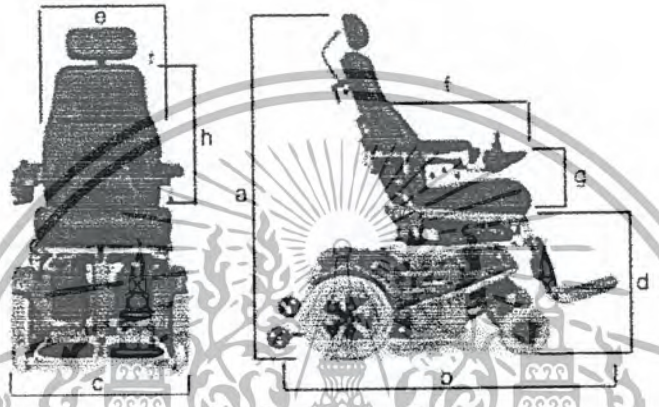
ในการเสนอและรองรับการนั่งของร่างกาย รถนั่งจะต้องทำขึ้นให้มีความสะดวกสบายในการใช้ ความต้องการอันเป็นอันดับแรกคือ ขนาดของความถูกต้อง ซึ่งในรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้น ก็มีการแบ่งขนาดของรถนั่งเหมือนกันกับรถนั่งคนพิการปกติ จึงอ้างอิงขนาดของรถนั่งคนพิการในระบบสหรัฐอเมริกามาประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ซึ่งรายละเอียดจะเหมือนกันกับรถนั่งคนพิการคือ

1. Small chair
2. Large chair
3. Junior
4. Adult
5. Oversize

ตารางแสดงขนาดของรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบAdult (Standard size)



ภาพที่ 2.19 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการแบบมาตรฐาน

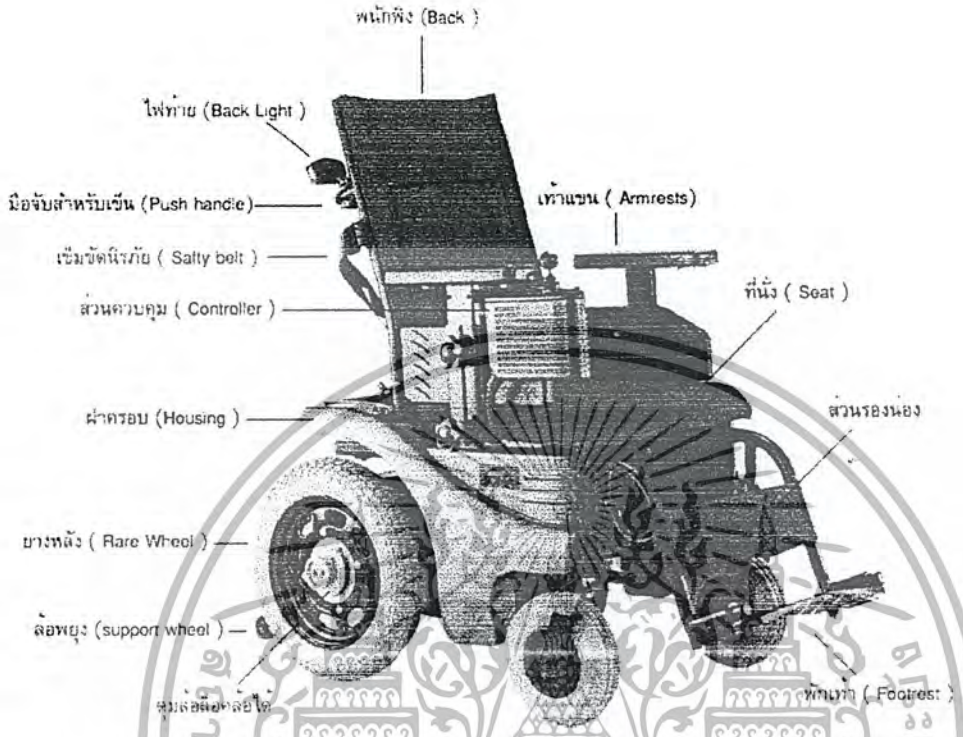
***	ขนาดสัดส่วน / นิ้ว	ขนาดสัดส่วน / ซม.
ความสูงรวม (a)	28 – 35.2	70 - 88
ความยาวรวม (b)	39.6	99
ความกว้างรวม (c)	26	65
ความสูงที่นั่งจากพื้น (d)	19.4	48.5
ความกว้างส่วนที่นั่ง (e)	15.8	39.5
ความลึกส่วนที่นั่ง (f)	16.8	42
ความสูงส่วนพักแขน (g)	8.8	22
ความยาวพนักพิง (h)	16	40
น้ำหนัก	-	11.8 kg.

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ส่วนประกอบของ POWERED WHEELCHAIR

○ พิจารณาจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้า ยี่ห้อ SOMA รุ่น KP – 40 เป็นมาตรฐาน



ภาพที่ 2.20 ภาพแสดงส่วนประกอบต่าง ๆของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

1. โครง (FRAME) และ แกนล้อ (AXLE)

โครงของรถนั่งไฟฟ้าคนพิการนั้นมี 2 แบบ คือ แบบที่สามารถพับได้ (FOLDING) กับแบบที่ไม่สามารถพับได้ (NON-FOLDING) ในส่วนของแบบที่สามารถพับได้จะเป็นโครงแบบเดียวกันกับรถนั่งคนพิการปกติชนิดพับไม่ได้จะให้ความมั่นคงมากกว่าชนิดพับได้ แต่ชนิดที่พับได้ก็จะมีข้อดีที่สามารถเก็บและขนย้ายได้ง่าย บางรุ่นมีระบบล็อค ทำให้มั่นคงมากยิ่งขึ้น วัสดุที่ใช้ทำ โครง จะต้องพิจารณาทั้งความทนทานและน้ำหนักของตัวรถนั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ล้อ (WHEEL) มีอยู่ 2 ลักษณะคือ

   a. ยางตันและเรียบ จะเหมาะสำหรับพื้นภายในบ้านหรืออาคารที่เป็นพื้นแข็งผิวเรียบ

   b. ยางอัดลม มีดอกยาง (Treaded Pneumatic Tire) จะเหมาะสำหรับพื้นผิวที่ขรุขระเปียกชื้น หรือเป็นน้ำแข็ง (ในต่างประเทศ) ปัญหายางแบนของยางล้อแบบนี้ จะแก้ไขโดยใช้ Thorn Resistant Tubes หรือใส่ Latex Gel เข้าไปแทนอากาศ แต่จะต้องพิจารณาถึงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นด้วย

3. ล้อเล็ก (CASTER)

คือล้อขนาดเล็กมักอยู่ทางด้านหน้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว และ 8 นิ้ว โดยทั่ว ๆ ไป CASTER ในรถนั่งคนพิการไฟฟ้าจะเป็นยางอัดลม และขนาดใหญ่เพื่อเหมาะสมกับการใช้ในพื้นที่ผิวภายนอกอาคารด้วย

ภาพที่ 2.21 ภาพแสดงลักษณะของล้อแคสเตอร์

4. ที่นั่ง (SEAT) และ พนักพิง (BACK)

รถนั่งคนพิการไฟฟ้าชนิดพับได้ ส่วนใหญ่มีที่นั่งและพนักพิงเป็นชนิดขึง (SLING) ทำจากผืนผ้าใบหรือวัสดุที่พับได้ ในผู้ป่วยหรือผู้พิการที่มีกล้ามเนื้ออ่อนแรงมากโดยเฉพาะลำตัวมีอาการเกร็งหรือมีความโน้มเอียงจะมีความผิดรูปของร่างกาย ก็ควรจะใช้ที่นั่งและพนักพิงชนิดแข็ง (SOLID)

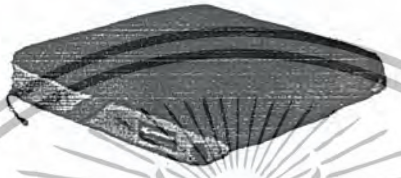
พนักพิงหลังที่ดี จะต้องช่วยกระจายน้ำหนักตัวให้เหมาะสม ทั้งที่ต้นขา และบริเวณก้นกบ จึงจำเป็นต้องมีการรองรับที่ดีของหลัง โดยเฉพาะบริเวณบั้นเอว (LUMBAR) หากไม่มีพนักพิงหลังที่ดีทำให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั่งลงบนก้นกบ (SACRAL SITTING POSTURE) ก็จะทำให้เกิดแผลกดทับได้ง่าย นอกจากนี้ยังเพิ่มความโค้งของหลังทำให้มีการเมื่อยล้าของคอ และหลังส่วนบนได้ง่าย

ในรถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบพับไม่ได้ พนักพิงหลัง จะสามารถปรับเอียงได้ เพื่อความสะดวกสบายในการใช้งานมากขึ้น ซึ่งพนักพิงหลังจะต้องไม่สูงเกินไปจนกดดันกระดูกสะบักไปทางด้านหน้า แต่จะต้องสูงพอที่จะรองรับได้สบาย มีเกณฑ์อยู่ว่า ถ้าผู้ป่วยมีความผิดปกติของกล้ามเนื้อลำตัวมาก และสามารถควบคุมศีรษะได้ดี พนักพิงหลังควรสูงถึงบริเวณที่ต่ำกว่ามุมล่างของกระดูกสะบักประมาณ 2 นิ้ว

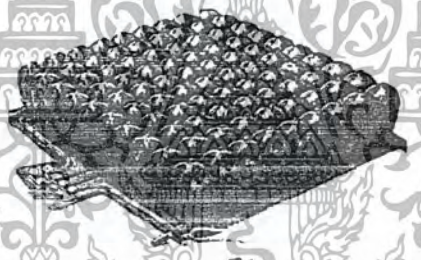
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CUSHION เบาะรองนั่งมีประโยชน์ในการกระจายน้ำหนัก และลดแรงกดต่อปุ่มกระดูก และยังช่วยให้นั่งได้มั่นคง เบาะรองนั่งที่ช่วยลดแรงกดได้ดีที่สุดคือ ชนิด Multichamberred villous pneumatic cushion เป็นเบาะลมที่มีถุงลมเล็ก ๆ จำนวนมากยื่นมารองรับน้ำหนักตัว อย่างไรก็ดี เบาะรองนั่งชนิดนี้จะให้ความมั่นคงในการนั่งน้อย เบาะชนิดที่เป็นโฟมแน่น ๆ แต่งเข้ารูป จะช่วยให้นั่งได้มั่นคงที่สุด แต่จะกระจายแรงกดได้ไม่ดีพอ

เบาะรองนั่งที่ผสมผสานโดยใช้ กระเปาะของเหลววางบนโฟมแน่นเข้ารูป ก็อาจช่วยกระจายแรงได้ดี พร้อมทั้งนั่งได้มั่นคงเพียงพอ เบาะรองนั่งที่ทำจากโฟมหลายชั้นที่มีความหนาแน่นของโฟมต่างกัน ก็จะช่วยให้นั่งได้มั่นคง และกระจายแรงกดได้เพียงพอ



ภาพที่ 2.22 ภาพแสดงเบาะรองนั่งแบบโฟมอัดขึ้นรูป



ภาพที่ 2.23 ภาพแสดงลักษณะเบาะรองนั่งชนิด Multichamberred villous pneumatic cushion

5. มือจับสำหรับเข็น (PUSH HANDLE)

โดยทั่วไปในรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้น แทบไม่ค่อยมีความจำเป็นเท่าไรนักเนื่องจาก ผู้ป่วยสามารถขับเคลื่อนรถนั่งไปได้ด้วยตนเอง แต่ในบางกรณี เช่น รถเสีย หรือการจัดเก็บ ยังต้องพึ่งผู้อื่นพอสมควรในการเข็น มือจับสำหรับเข็นนี้ก็ยังจำเป็นต้องคงไว้

6. เท้าแขน (ARM RESTS)

เท้าแขนจะช่วยในการเคลื่อนย้ายตัวการถ่ายน้ำหนัก การลดแรงกดต่อก้นกบ โดยใช้แขนยกตัวขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้สมดุลย์ลำตัวดีขึ้นโดยเฉพาะในรายที่สูญเสียการควบคุมลำตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท้าแขนมีทั้งชนิดที่ติดตรึง (FIXED) ถอดได้ (REMOVABLE) หรือปรับได้ ในรายที่มีความผิดปกติของส่วนขามากมักจำเป็นต้องใช้เท้าแขนชนิดถอดได้ เพื่อให้ช่วยเคลื่อนย้ายตัวเข้าออก รถนั่งคนพิการได้ง่ายขึ้น

7. รองขา (LEG SUPPORTS) และ พักเท้า (FOOTRESTS)

พักเท้าควรสูงพอที่จะรองรับเท้า ให้มีการไหลเวียนของโลหิตในส่วนขาเพียงพอ และให้ข้อเท้าอยู่ในท่าปกติ (งอ 90 องศา) แต่ไม่ควรสูงเกินไปจนดันให้น้ำหนักตัวไปดันที่กระดูกก้น (ISCHIUM) เพราะจะทำให้เกิดแผลกดทับได้ง่าย ในรายที่มีอาการเกร็งของขามาก จำเป็นต้องใช้พักเท้าที่เป็นแผ่นขนาดใหญ่พร้อมสายรัดที่เหมาะสม

ที่รองขาแบบผลักออกด้านข้างได้ หรือถอดได้ (DETACHABLE , SWINGAWAY LAG RESTS) อาจจำเป็นและมีผลประโยชน์อย่างมากในรายที่เคลื่อนย้ายตัวเข้า – ออกแบบยืน

ที่รองขาที่สามารถปรับยกขึ้นได้ (ELEVATING THE LEG RESTS) เพื่อให้เข่าเหยียดมากขึ้น ใช้ในรายที่มีอาการบวมหรือบาดเจ็บของขา และเข่าติดยึด

พักเท้า ควรมีขนาดกว้างเท่ากับความยาวของเท้าหรือยาวกว่า 2 นิ้ว เพื่อรองรับเท้าได้เต็มที่ และป้องกันไม่ให้ส้นเท้า หรือนิ้วเท้ากระทบกระแทกกับสิ่งใด อาจมี HEEL LOOP เพื่อกันเท้าเลื่อนไปด้านหลัง

8. เข็มขัดนิรภัย (SAFTY BELT)

ในรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้นเนื่องจากเป็นรถที่มีความเร็ว เมื่อเวลาที่ผู้ป่วยขับเคลื่อนรถนั่งอยู่ในความเร็ว การเบรก หรือ การเลี้ยว การขึ้นเนิน และลงเนิน อาจทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถทรงตัวได้ดี จึงควรมีเข็มขัดนิรภัยช่วยพยุงตัว เพื่อความปลอดภัยต่อตัวผู้ใช้

ภาพที่ 2.24 ภาพแสดงลักษณะเข็มขัดนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. กล่องควบคุม (CONTROLLER)

กล่องควบคุมสามารถทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ เช่น การเดินหน้า ถอยหลังตลอดจน เลี้ยวซ้าย - ขวา โดยใช้คันบังคับแบบคันโยก ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถทำการขับเคลื่อนรถได้ด้วยมือเพียงข้างเดียว (ในกรณีผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีกก็สามารถใช้งานได้) นอกจากนี้ยังมีระบบชดเชยกำลังในขณะที่มอเตอร์ทำงานในสภาพที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น ขณะเคลื่อนที่ขึ้นทางลาด

ภาพที่ 2.25 ภาพแสดงลักษณะกล่องควบคุมทิศทาง

10. มอเตอร์ (MOTOR)

รถนั่งคนพิการไฟฟ้านี้ขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทั้งนี้เนื่องจากเวลาเลี้ยวนั้นระบบกล่องควบคุมจะชะลอล้อด้านที่ต้องการเลี้ยวและทำการหมุนล้อด้านตรงข้าม เพื่อให้รถนั่งสามารถเลี้ยวไปในทางที่ต้องการได้ ส่วนของประสิทธิภาพของมอเตอร์แต่ละตัวจะให้กำลัง 400 W (Standard)

ภาพที่ 2.26 ภาพแสดงลักษณะมอเตอร์

11. แบตเตอรี่ (BATTERY)

ใช้แบตเตอรีชนิดแห้ง ขนาดความจุ 12 โวลต์ 40 แอม จำนวน 2 ลูก

ภาพที่ 2.27 ภาพแสดงลักษณะแบตเตอรี่

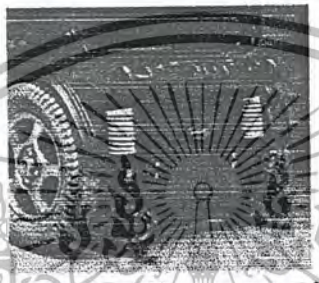
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ระบบเบรก (BREAK)

รถนั่งคนพิการไฟฟ้านี้ ถูกติดตั้งด้วยระบบเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเบรกจะทำงานเมื่อรถนั่งอยู่กับที่ และจะคลายระบบล็อค เมื่อผู้บังคับขับเคลื่อนไปในทิศทางใดก็ตาม เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยของตัวผู้ป่วยเอง

13. ระบบกันสะเทือน

ระบบกันสะเทือนในรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้นส่วนมากเป็นระบบโชคอัพ กันสะเทือนอิสระในล้อหลัง เพื่อช่วยให้การขับขี่ที่ราบรื่น สำหรับผู้ใช้แม้ว่าจะอยู่บนพื้นที่ที่ขรุขระหรือเป็นคลื่น ระบบนี้ยังช่วยลดอาการเจ็บปวดของหลัง และกระดูกสันหลัง รวมถึงกล้ามเนื้อ อันเกิดมาจากการเปลี่ยนทิศทางกะทันหัน



ภาพที่ 2.28 ภาพแสดงลักษณะระบบกันสะเทือน

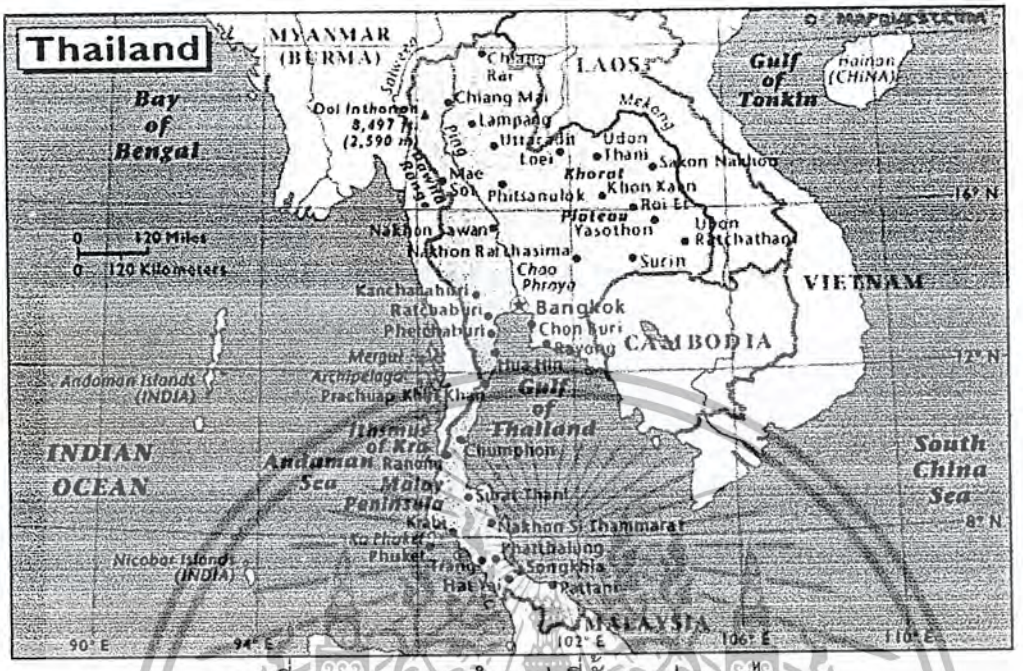
14. ระบบสัญญาณไฟ

เนื่องจากเป็นรถที่ขับเคลื่อน มีความเร็วระดับหนึ่ง การเดินทางในหมู่บ้านหรือถนนจึงควรมีไฟแสดงดำแหน่ง และสถานะ การจอดของรถไว้ทางด้านหลัง เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สภาพแวดล้อม

2.3.1 สภาพภูมิอากาศในประเทศไทย



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทย

ขนาดและที่ตั้งของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ระหว่างละติจูด 5 ' 37° เหนือ กับ 20 ' 27° เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97 ' 22° ตะวันออก กับ 105 ' 37° ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ ติดประเทศพม่าและลาว

ทิศตะวันออก ติดประเทศลาว กัมพูชา และอ่าวไทย

ทิศใต้ ติดประเทศมาเลเซีย

ทิศตะวันตก ติดประเทศพม่าและทะเลอันดามัน

ฤดูกาล

ประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

1. ฤดูร้อน ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

2. ฤดูฝน ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม

3. ฤดูหนาว ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน สภาวะอากาศโดยทั่วไปจึงร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทยมีค่าประมาณ 27° c. อย่างไรก็ตามอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล พื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินบริเวณตั้งแต่ภาคกลางและภาคตะวันออกตอนบนขึ้นไปจนถึงภาคเหนือจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวและระหว่างกลางวันกับกลางคืน โดยในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิสูงสุดในตอนบ่ายปกติจะสูงถึงเกือบ 40° c. หรือมากกว่านั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม โดยเฉพาะเดือนเมษายนจะเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนจัดที่สุดในรอบปี ส่วนฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำสุดในตอนเช้ามืดจะลดลงอยู่ในเกณฑ์หนาวถึงหนาวจัดโดยเฉพาะเดือนธันวาคมถึงมกราคมเป็นช่วงที่มีอากาศหนาวมากที่สุดในรอบปี ซึ่งในช่วงดังกล่าวอุณหภูมิอาจลดลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณพื้นที่ซึ่งเป็นเทือกเขาหรือบนยอดเขาสูง สำหรับพื้นที่ซึ่งอยู่ติดทะเลได้แก่ภาคตะวันออกตอนล่างและภาคใต้ความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงวันและฤดูกาลจะน้อยกว่า โดยฤดูร้อนอากาศไม่ร้อนจัดและฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัดเท่าพื้นที่ซึ่งอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน

สรุป วิเคราะห์สภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการออกแบบ

สภาพดินฟ้าอากาศ เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศในไทย ทั่ว ๆ ไปมีทั้งแดดและฝนที่เกิดขึ้นตามฤดูกาล ในสภาพเช่นนี้ย่อมเกิดปัญหาต่อผู้ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า เนื่องจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ภายในประเทศทุกวันนี้ เป็นรถนั่งที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โดยลักษณะของสภาพภูมิอากาศในต่างประเทศกลับมีอากาศหนาวเย็น และฝนตกเป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำรถนั่งคนพิการไฟฟ้าเข้ามาใช้ภายในประเทศ ซึ่งโดยทั่วไปสภาพดินฟ้าอากาศในตอนกลางวันจะมีแสงแดดแรงเกือบตลอดปี ปัญหาที่เกิดขึ้นอันได้แก่ ความอับชื้น ที่มีผลมาจากวัสดุ และการออกแบบที่นั่งที่ไม่สามารถถ่ายเทอากาศได้ดีพอ สำหรับประเทศเมืองร้อน ทำให้เกิดความไม่สบายตัวแก่ผู้ใช้ ควรมีการออกแบบในส่วนของที่นั่งและพนักพิงที่สามารถถ่ายเทอากาศได้ดี หรือใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศภายในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

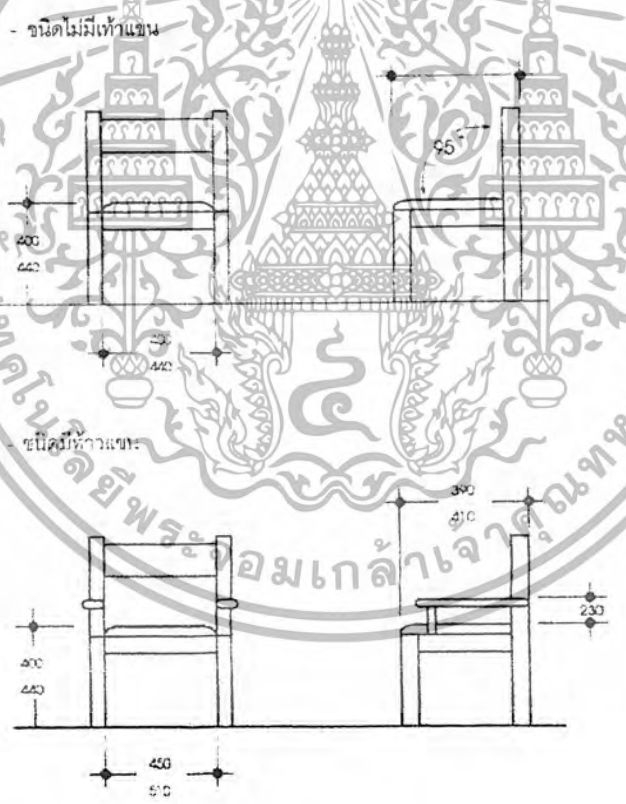
2.3.2 สภาพแวดล้อมภายในบ้าน

สภาพแวดล้อมโดยทั่ว ๆ ไปขึ้นอยู่กับลักษณะของบ้านแต่ละรูปแบบ พื้นที่ที่มีการดำเนินกิจกรรมเป็นประจำก็จะขึ้นอยู่กับสภาพของผู้ป่วยแต่ละราย สิ่งที่ควรนำมาพิจารณาเป็นพิเศษคือ ขนาดมาตรฐานของเฟอร์นิเจอร์ภายในบ้าน

ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์ที่จะนำมากล่าวรายละเอียด สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่มดังนี้

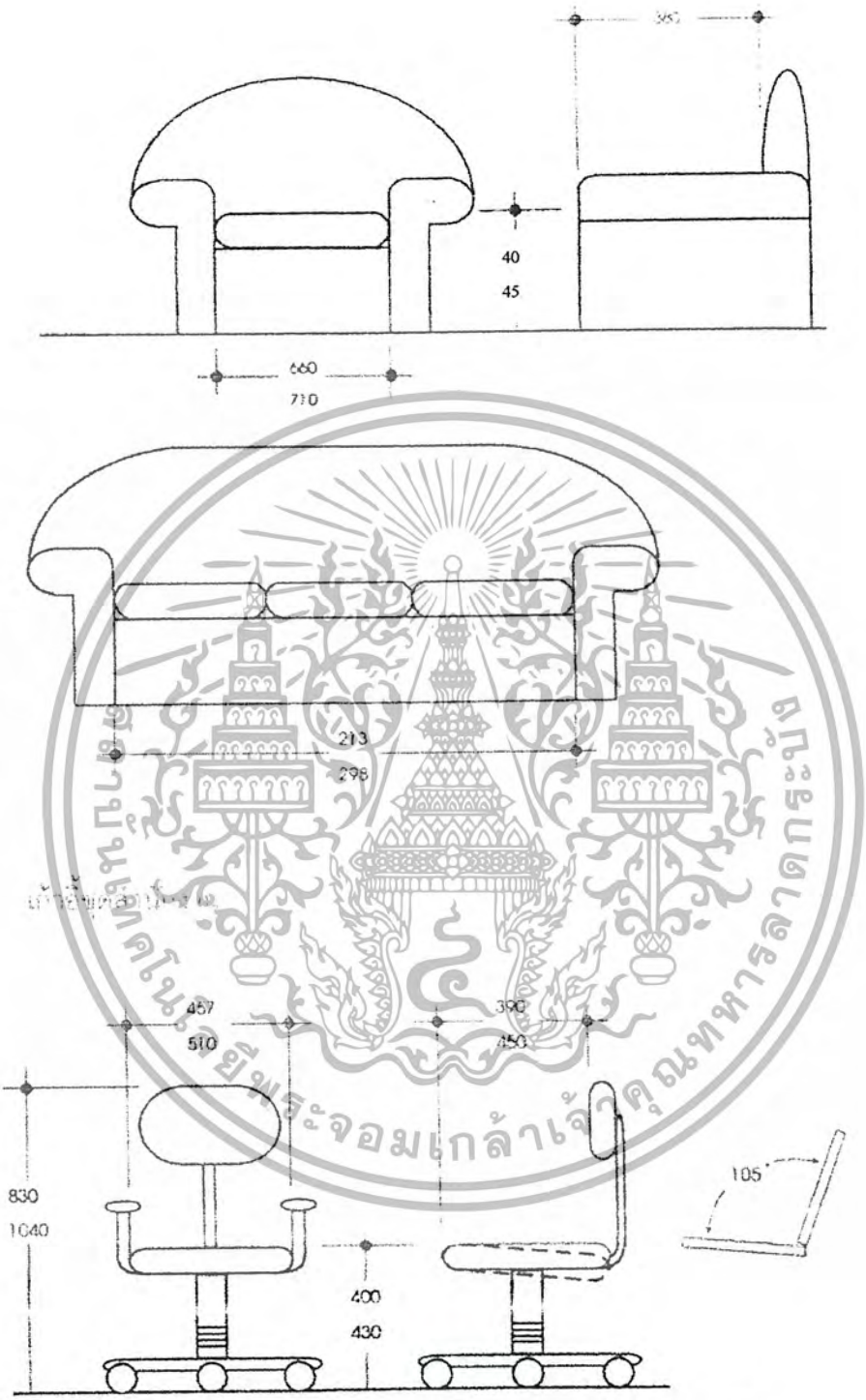
1. ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเก้าอี้ชนิดต่าง ๆ
2. ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มโต๊ะชนิดต่าง ๆ
3. ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มตู้ชนิดต่าง ๆ
4. ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเตียงชนิดต่าง ๆ

○ ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเก้าอี้ต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก้าอี้โซฟา

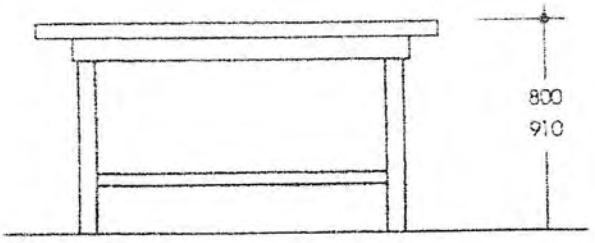


ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเก้าอี้

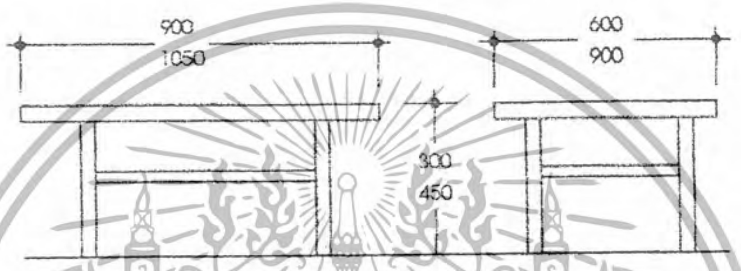
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มโต๊ะชนิดต่าง ๆ

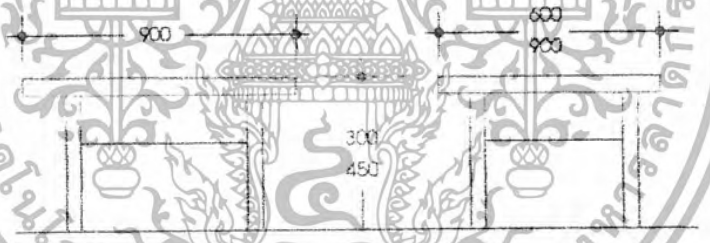
โต๊ะทำงานของช่างทั่ว ๆ ไป เช่น โต๊ะเขียนแบบ, โต๊ะช่างไฟ



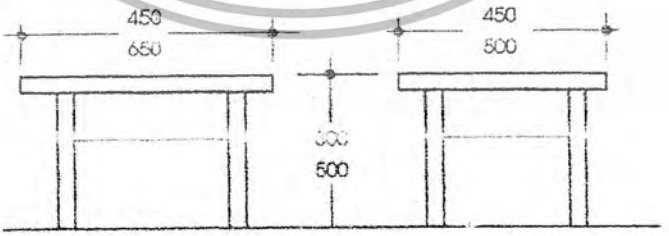
โต๊ะสำหรับชุดรับแขก



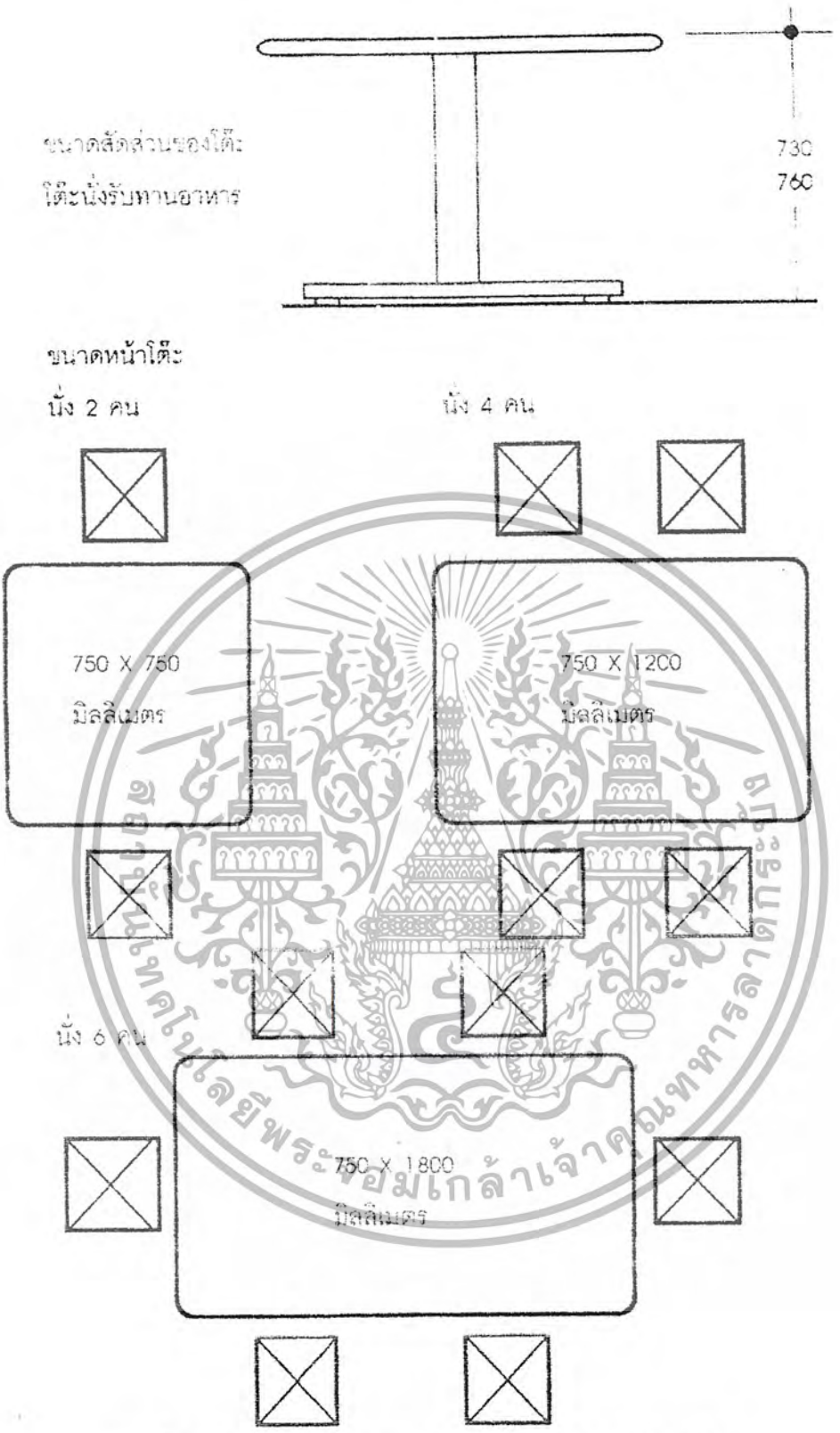
โต๊ะกลาง (COFFEE TABLE)



โต๊ะข้าง (END TABLE)



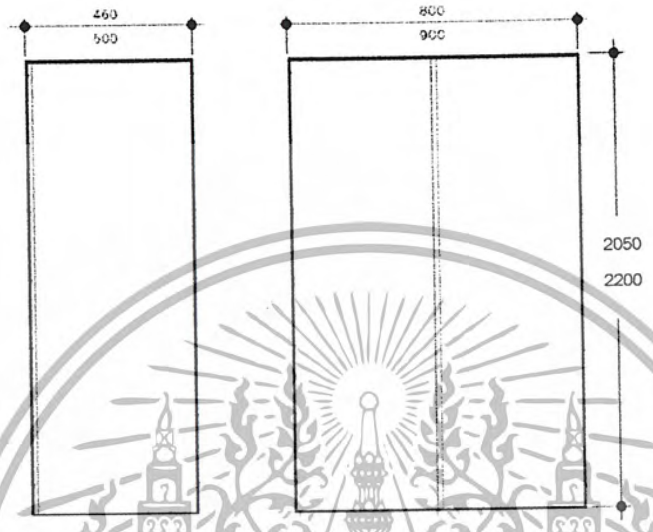
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

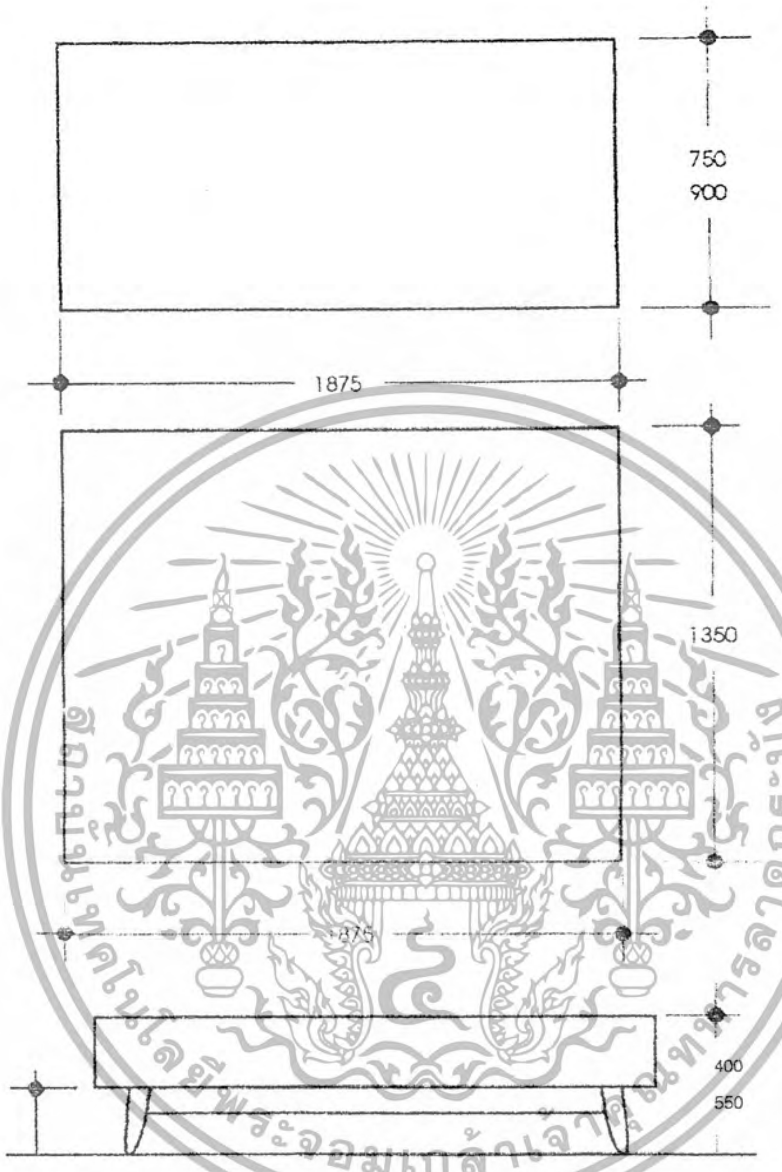
○ ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มตู้ชนิดต่าง ๆ



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มตู้(ตู้เสื้อผ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเตียงชนิดต่าง ๆ

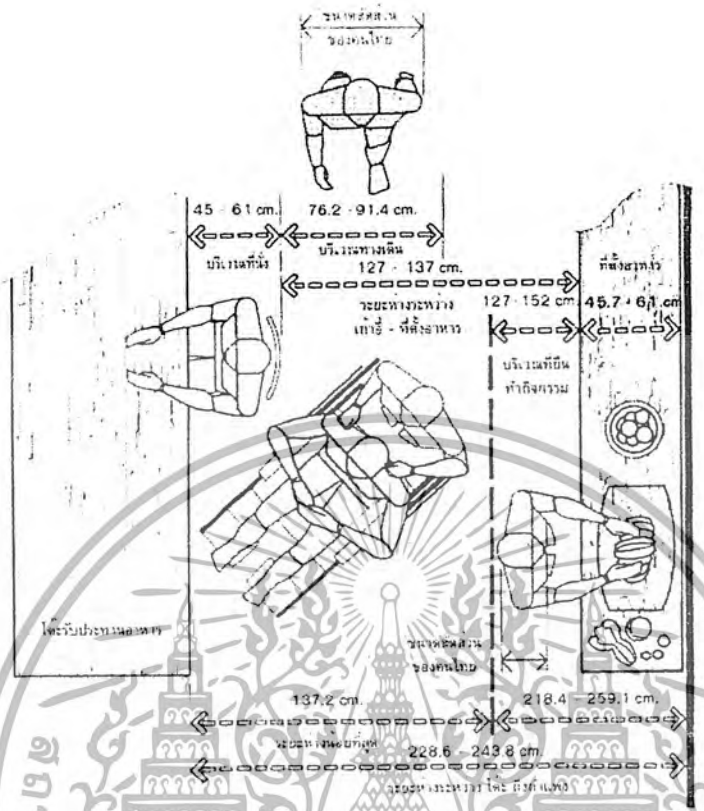


ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงขนาดและสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์กลุ่มเตียง

* * * ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจเฟอร์นิเจอร์ของบริษัท INDEX , NATERA , KONCEPT , TARADOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

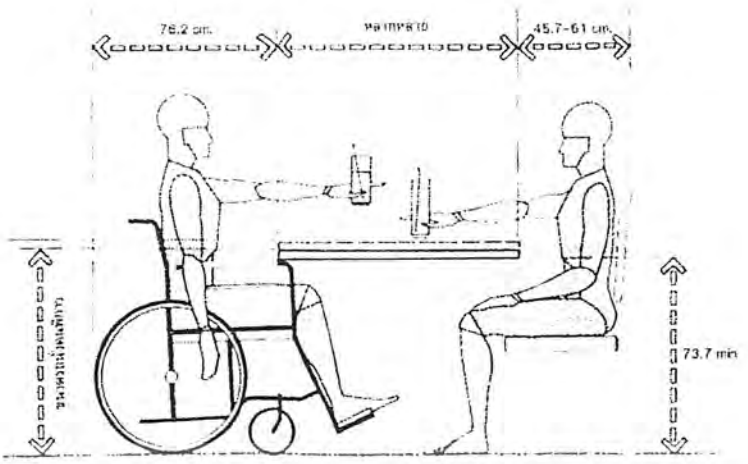
สภาพแวดล้อมภายในบ้านกับสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมภายในห้องครัว

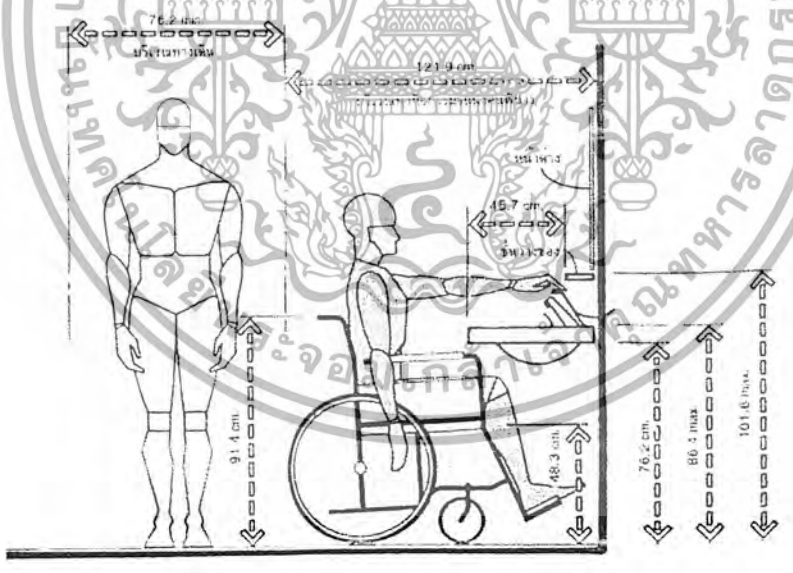
พื้นที่ภายในห้องครัวจะมีขนาดเล็กการเคลื่อนตัวเข้าและออกทำได้ลำบาก เนื่องจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้น มีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่กว่ารถนั่งคนพิการปกติ จึงควรทำการออกแบบให้มีขนาดที่เล็กและกระทัดรัดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมบนโต๊ะรับประทานอาหาร

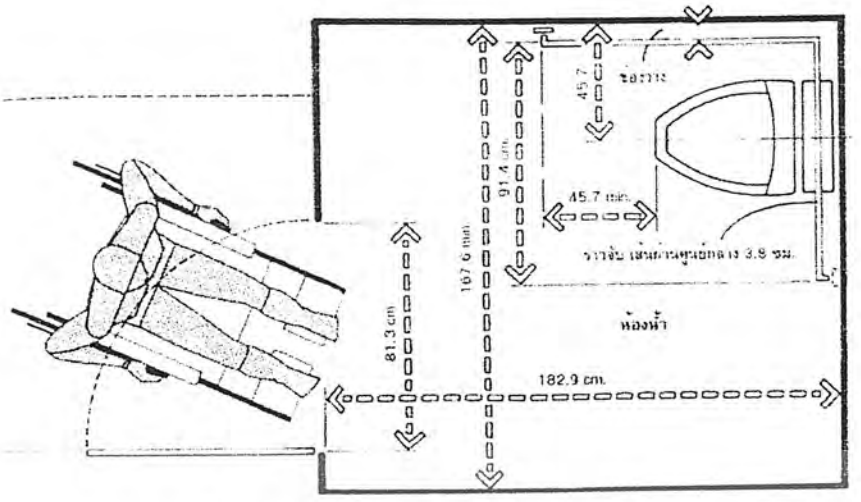
จะเห็นว่า รถนั่งคนพิการจะมีความสูงของส่วนเท้าแขนที่สูงกว่าความสูงของหน้าโต๊ะ (รถนั่งคนพิการไฟฟ้าจะมีความสูงเพิ่มขึ้นอีก) ทำให้การเข้ารับประทานอาหารทำได้ลำบาก ผู้ใช้ต้องโน้มตัวไปข้างหน้ามากเพื่อการใช้งานที่สะดวกขึ้น จึงควรทำการออกแบบให้ส่วนของเท้าแขนมีขนาดที่ต่ำลง หรือสามารถพับ หรือถอดออกได้



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมการใช้อ่างล้างหน้า

ความสูงของส่วนที่นั่งของรถนั่งคนพิการมีความเหมาะสมกับบริเวณอ่างล้างหน้าดี ทำให้การใช้งานได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมภายในห้องน้ำ

ในภาพเป็นห้องน้ำที่ออกแบบมาโดยคำนึงถึงผู้พิการนั่งรถนั่ง ขนาดสัดส่วนจึงได้รับการเผื่อระยะออกไปเพื่อความสะดวกในการใช้

.....

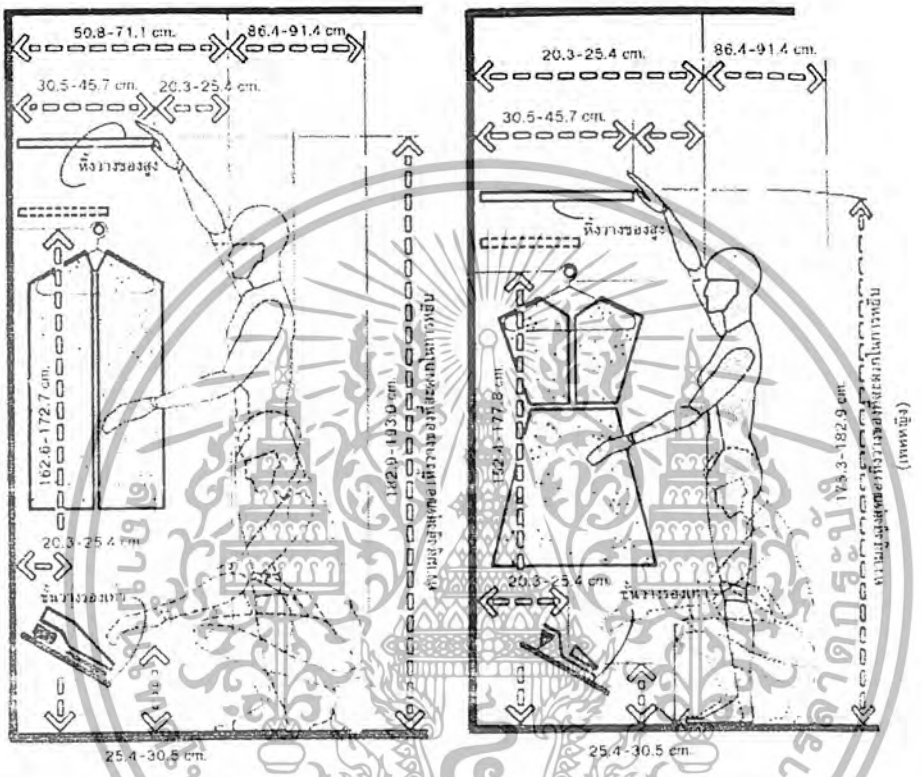
ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงการใช้ห้องน้ำ และขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

จะเห็นได้ว่าขนาดสัดส่วนของความสูงชักโครก ซึ่งบ้านโดยทั่วไปใช้ในระดับของ ผู้ใหญ่เป็นส่วนมากนั้น มีความสูงที่ 35.6 – 38.1 เซนติเมตร ซึ่งความสูงของส่วนที่นั่งรถนั่งคนพิการอยู่ที่ 49.5 เซนติเมตร เป็นระดับความสูงที่สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งท่าที่ผู้ใช้จะสามารถเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งไปยังเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ได้สะดวกนั้น ควรจะเป็นระดับความสูงที่เท่าเทียมกัน หรือใกล้เคียงกัน จึงควรทำการออกแบบโดยคำนึงถึงระดับความสูงของรถนั่งคนพิการ เช่น สามารถปรับระดับความสูงของส่วนที่นั่งให้ต่ำลงมาในระดับที่ใกล้เคียงหรือเท่ากัน หรือ ทำการออกแบบที่พักแขนที่สามารถช่วยในการเคลื่อนย้ายตัวไปมาระหว่างเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ได้สะดวกขึ้น

.....



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของตู้เสื้อผ้าภายในบ้าน

ในภาพสามารถแสดงระดับความสูงของชั้นวางรองเท้า ระดับความสูงของหิ้งวางของสูงภายในตู้ ซึ่งจะใช้เป็นพฤติกรรมอ้างอิงถึงระดับความสูงต่าง ๆ ที่ผู้ใช้รถนั่งคนพิการอาจพบ ซึ่งความสูงในทั้งสองระดับนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า และสูงกว่าระดับที่ผู้ใช้รถนั่งคนพิการคุ้นเคย แต่กลับเป็นความสูงที่ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถช่วยเหลือตนเองได้มากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาผู้ช่วย หรือลำบากมากจนเกินไป โดยอาจออกแบบให้ส่วนของที่นั่งสามารถปรับระดับความสูงให้สูงขึ้น หรือต่ำลงจนอยู่ในระดับที่สามารถหยิบ จับสิ่งของในระดับความสูงดังกล่าวได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

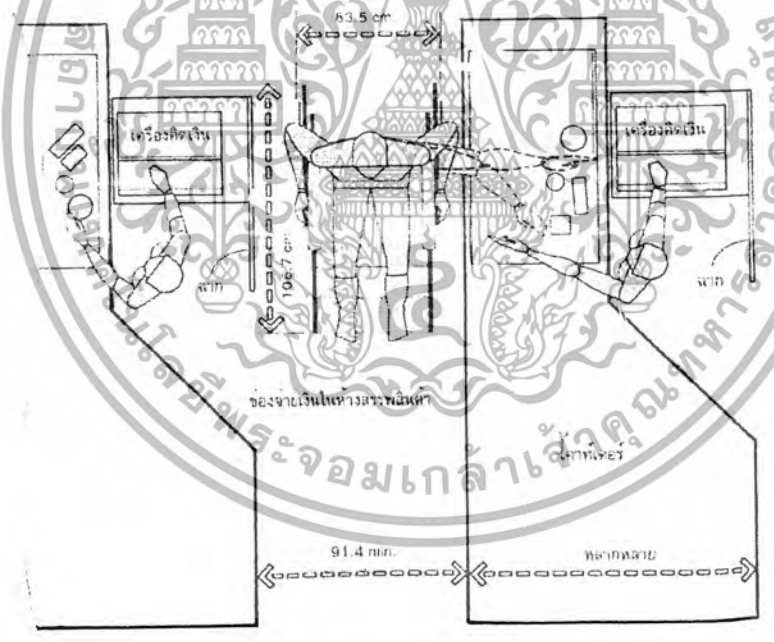
2.3.3 สภาพแวดล้อมภายนอกบ้าน

ลักษณะสภาพแวดล้อม

ในกรณีนี้ลักษณะสภาพแวดล้อมจะค่อนข้างหลากหลายขึ้นอยู่กับอาการ และความสามารถของผู้ใช้รถนั่งคนพิการ สภาพแวดล้อมที่พอจะจำแนกได้มีดังนี้

สภาพแวดล้อม

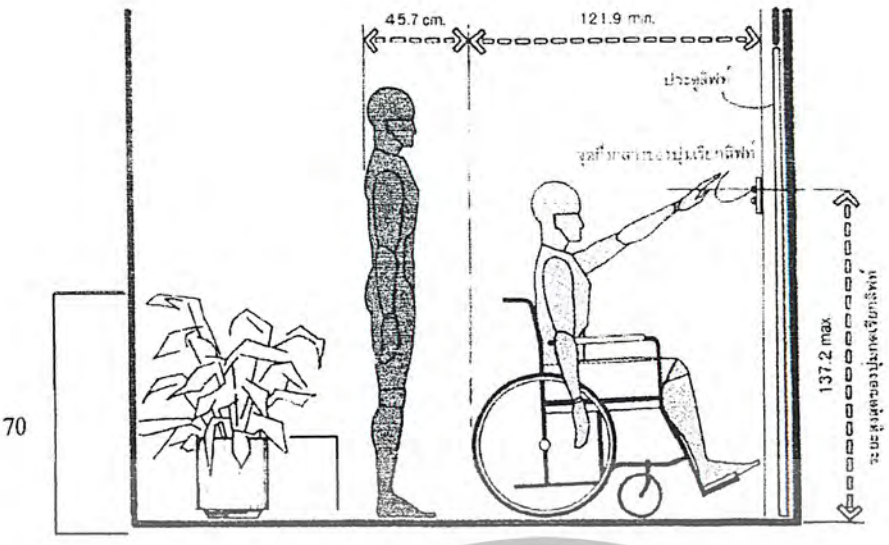
- ○ สถานบริการเกี่ยวกับสุขภาพ
  - โรงพยาบาล
  - สถานฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย
  - คลินิก
- ○ สถานบริการเกี่ยวกับงานบริการในชุมชน
  - ห้างสรรพสินค้า
  - สวนสาธารณะ
  - สถานที่ราชการ



ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงการเข้าชำระเงินที่เคาท์เตอร์ในห้างสรรพสินค้า

ในห้างสรรสินค้าบางที่ช่องทางการชำระเงินมีขนาดแคบมาก ทำให้ไม่สะดวกในการเคลื่อนตัวเข้าและออก สำหรับระดับความสูงมีขนาดที่พอเหมาะดีสำหรับผู้ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า

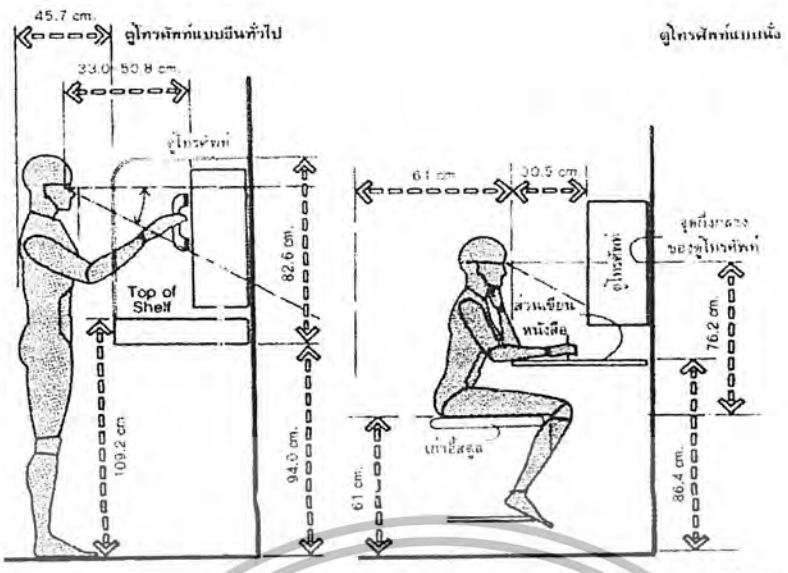
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงการใช้งานและระดับความสูงปุ่มต่างๆของลิฟท์

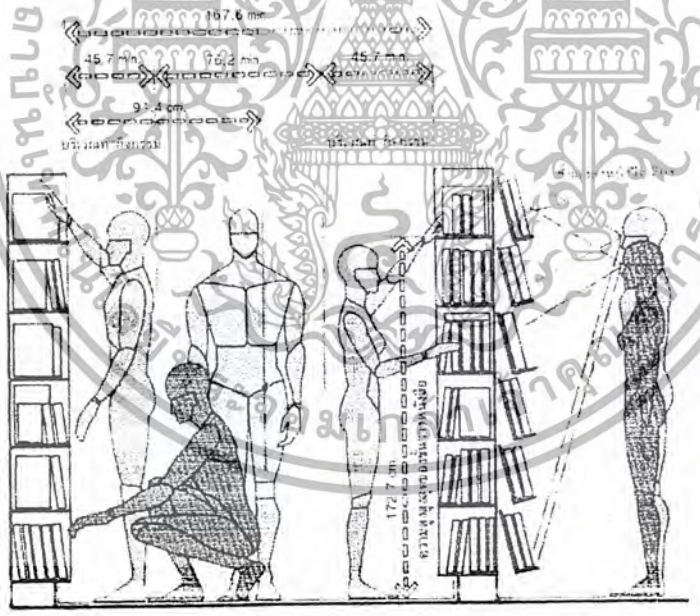
ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงการใช้งานของตู้โทรศัพท์สาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



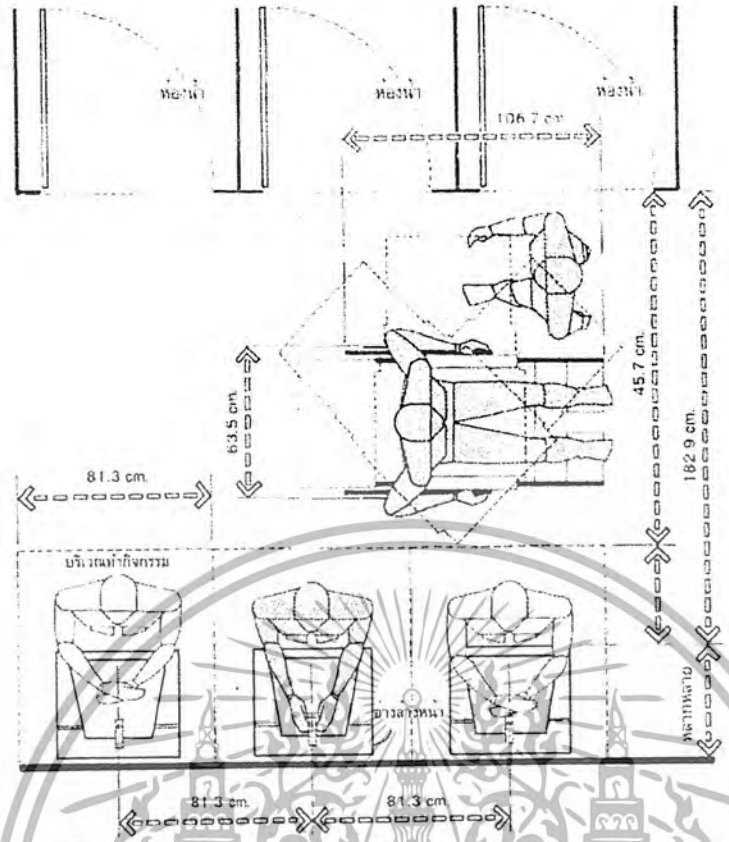
ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงการใช้ตู้โทรศัพท์สาธารณะสำหรับบุคคลปกติ

ถ้าเป็นการใช้งานตู้โทรศัพท์สาธารณะที่ออกแบบมาเพื่อผู้พิการนั้นส่วนมากไม่มีปัญหามากนัก แต่ในกรณีที่มีตู้โทรศัพท์ธรรมดาเพียงตู้เดียวให้เลือกใช้งาน (ในประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับส่วนนี้ไม่เพียงพอนัก) ระดับความสูงของตัวตู้จะมีความสูงที่สูงเกินไปสำหรับผู้ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า



ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงการใช้งานของชั้นหนังสือภายในร้านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



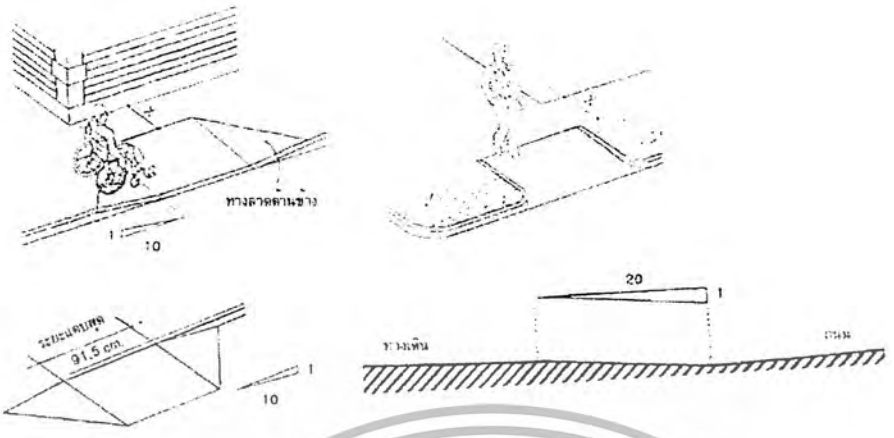
ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงการใช้ห้องน้ำสาธารณะร่วมกับบุคคลปกติ

ปัญหาที่เกิดขึ้นคงเป็นเรื่องของขนาดของห้องน้ำที่ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับผู้พิการ ทำให้มีขนาดเล็ก ไม่สะดวกในการใช้งาน (ถึงแม้บางที่จะมีห้องน้ำสำหรับบุคคลพิการอยู่แต่ก็ไม่ค่อยจะเปิดให้ใช้งาน) นอกจากนี้ที่บริเวณอ่างล้างหน้า ในห้างสรรพสินค้าโดยทั่วไปถ้าในห้องน้ำสำหรับบุคคลปกติแล้วจะมีการทำเป็นแท่นเพิ่มขึ้นมาเพื่อให้สามารถวางของได้ ดูสวยงาม แต่กลับทำให้ผู้พิการใช้งานได้ยากยิ่งขึ้น เนื่องจากระยะของขอบอ่างเพิ่มมากขึ้นทำให้ต้องโน้มตัวไปมากกว่าปกติ

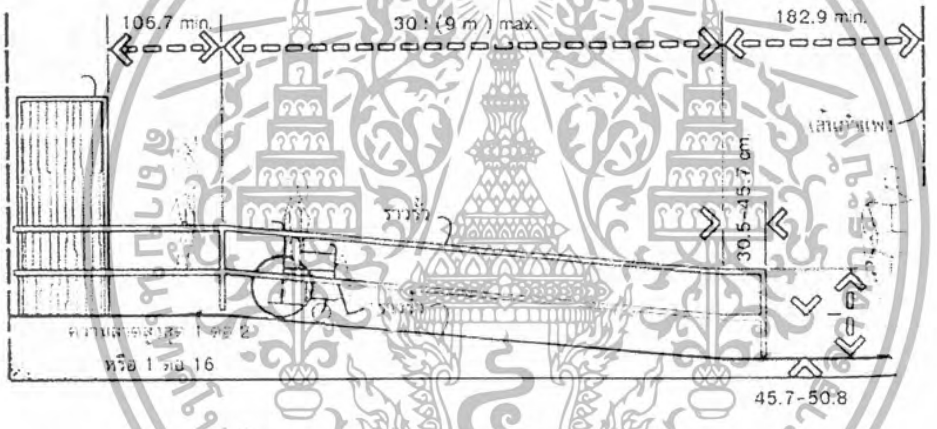
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* * * นอกจากนี้ในบางสถานที่จะจัดให้มีส่วนใช้งานสำหรับผู้พิการนั่งรถเข็นโดยเฉพาะ เพื่อความสะดวกเช่น



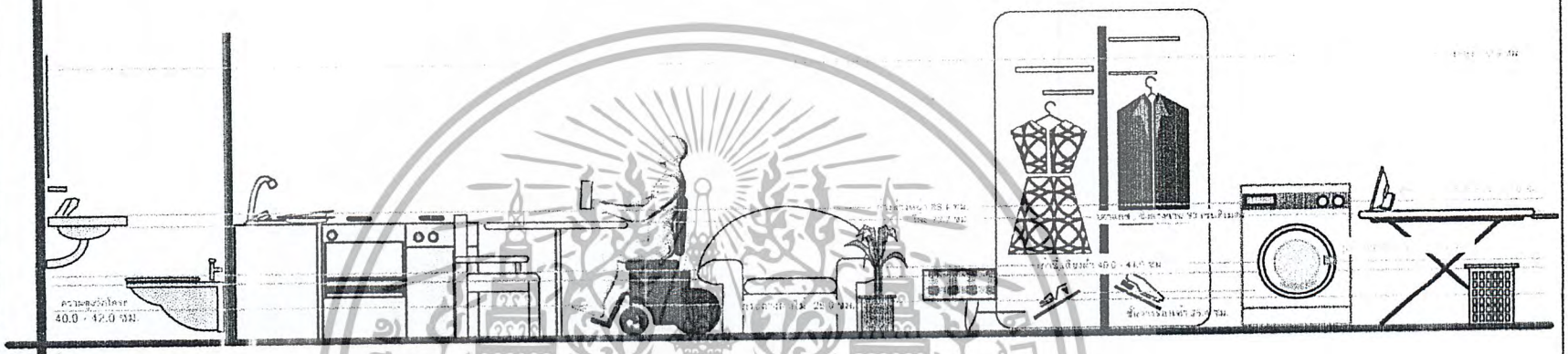
ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงทางลาดสำหรับทางเดินเท้า เพื่อให้ผู้ใช้รถนั่งคนพิการขึ้นและลง



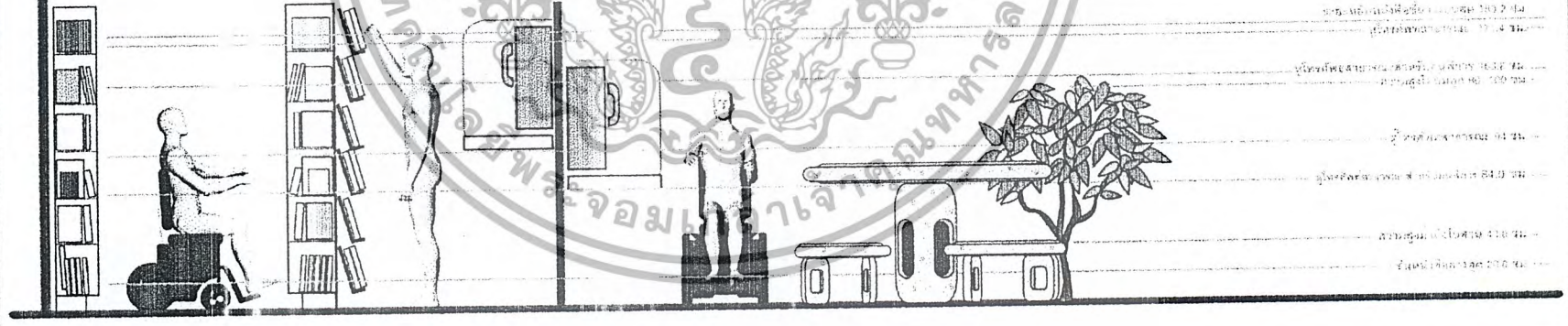
ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงทางลาดขึ้นลงใช้แทนบันได สำหรับรถนั่งคนพิการ มักพบในโรงพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOUSE : ห้องน้ำ ห้องครัว ห้องนอน ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร



PUBLIC PLACE : สถานบริการในชุมชน • ห้างสรรพสินค้า อาคาร สำนักงาน สวนสาธารณะ ทางเท้า
สถานบริการสุขภาพ • โรงพยาบาล คลินิก ศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพ



○ **สรุปเฟอร์นิเจอร์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการประกอบกิจวัตรหลักประจำวัน**

• เตียง	• โต๊ะรับประทานอาหาร
• ชักโครก	• เตาอุ่นอาหาร
• อ่างล้างหน้า	• ซิ้งค์ล้างจาน
• เก้าอี้อาบน้ำ	• โซฟา
• ตู้เสื้อผ้า	• โต๊ะทำงาน

สรุป ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

1. ออกแบบส่วนที่นั่งที่สามารถระบายอากาศได้ดี และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายในประเทศไทย
2. ออกแบบโดยคำนึงถึงขนาดสัดส่วนของ เฟอร์นิเจอร์ ภายในและภายนอกบ้าน

: ความสูงของเก้าอี้ โซฟา

: ความสูงของตู้ เตียง

: ความสูงโต๊ะ

: ขนาดความกว้างของทางเดินภายในบ้าน

: ความสูงของเครื่องสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ

: ระยะเอื้อมมือ สูง – ต่ำ ในการประกอบกิจวัตรประจำวัน

: ฯลฯ

*** การวิเคราะห์ขนาดการปรับระยะสูง - ต่ำ นั้นจะทำการวิเคราะห์รวมในบทการวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การศึกษาด้านสรีระศาสตร์

2.4.1 การนั่งที่ถูกต้องตามหลักสรีระศาสตร์

รถนั่งคนพิการไฟฟ้าก็เปรียบเสมือนเฟอร์นิเจอร์ชิ้นหนึ่งของตัวผู้ป่วย และวันวันหนึ่งตัวผู้ป่วยเองอาจจะต้องใช้เวลาเกือบตลอดวันอยู่บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า ดังนั้นหากสามารถจัดท่านั่งที่ถูกต้องให้กับตัวผู้ป่วยได้แล้วก็ย่อมที่จะลดปัญหาที่ทำให้ผู้ป่วยเมื่อยล้า ,เจ็บปวด หรือรวมถึงความเจ็บปวดจากแผลกดทับ

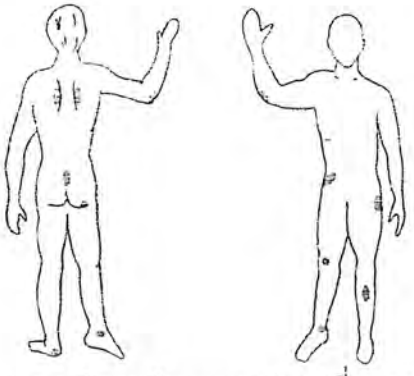
แผลกดทับ (Pressure sore) คือแผลบริเวณผิวหนังที่เกิดจากมีการกดทับด้วยแรงกดมากๆ เป็นเวลานาน ทำให้โลหิตไหวเวียนไปบริเวณนั้นไม่สะดวก จนมีเนื้อตายเกิดขึ้นนอกจากแรงกดทับ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดของการเกิดแผลกดทับแล้ว แรงเสียดสีก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแผลได้

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแผลกดทับ

1. สูญเสียการรับรู้ความรู้สึก ทำให้ไม่ทราบว่า ผิวหนังส่วนใดส่วนหนึ่งถูกกดทับจนขาดเลือดมาเลี้ยง
2. การบาดเจ็บที่ไขสันหลัง มีผลให้แรงดันในหลอดเลือดลดลง ทำให้ถูกดจนขาดเลือดได้ง่าย กล่าวคือ แรงกดขนาดไม่มากนัก ก็สามารถกดจนโลหิตไหลเวียนไม่ได้
3. บางรายมีกล้ามเนื้อขาดีบเล็กลงมาก ทำให้บางบริเวณ เช่น สะโพก ก้นกบ มีลักษณะคล้าย " หนังหุ้มกระดูก " แรงกดทับจะสูงกว่าปกติ
4. อาการกล้ามเนื้อหดเกร็งมาก ๆ อาจทำให้ส่วนของร่างกายสูโดกับวัสดุรอบ ๆ ได้ง่าย เช่น ที่นอน รถเข็น
5. เคยมีแผลกดทับมาก่อน เมื่อหายแล้วจะกลายเป็นแผลเป็น บริเวณนี้มีโอกาสเกิดแผลได้ง่ายกว่าที่อื่น เนื่องจากผิวหนังไม่แข็งแรง
6. มีปัญหาการควบคุมการขับถ่าย ทำให้มีการปนเปื้อน เฉาะแฉะ และเกิดแผลได้ง่าย
7. บางรายมีอาการท้อแท้ สิ้นหวัง ปรับตัวให้เข้ากับสภาพการเปลี่ยนแปลงไม่ได้ อาจละเลยที่จะดูแลตนเอง
8. สาเหตุอื่น ๆ เช่น ซีด บวม ผอมแห้ง ขาดสารอาหาร มีไข้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **บริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดแผล ได้แก่ บริเวณปุ่มกระดูกต่าง ๆ**



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงบริเวณปุ่มกระดูกต่าง ๆที่พบแผลกดทับได้บ่อย

○ **อาการปวดหลัง**

โครงสร้างของหลัง

หลัง (กระดูกสันหลัง) ที่มีสภาพดี เมื่อมองดูทางด้านหลัง ต้องอยู่ในลักษณะที่เป็นแนวตรงไม่คดงอ แข็งแรงไม่คดงอ เคลื่อนไหวได้คล่องตัว และไม่มีอาการเจ็บปวดขณะเคลื่อนไหว หน้าที่สำคัญคือช่วยรองรับลำตัวส่วนบน คุ้มครองไขสันหลัง และมีการเคลื่อนไหวที่ดี

หลังส่วนล่าง (ส่วนบั้นเอว) ประกอบด้วยกระดูกสันหลัง 5ชิ้น หมอนรองกระดูก เส้นประสาท กล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อที่เกี่ยวข้อง

กระดูกสันหลังและหมอนรองกระดูกส่วนบั้นเอวนี้ เป็นส่วนที่รับน้ำหนักมากที่สุดของร่างกาย ดังนั้นหลังที่แข็งแรงจะต้องมีกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อหน้าท้องที่แข็งแรงมาก ๆ

สาเหตุของการปวดหลัง

1. จากอิริยาบถหรือท่าที่ไม่ถูกต้อง
2. หลังเคล็ด หรือแพลง
3. หมอนรองกระดูกสันหลังเคลื่อน
4. การเสื่อมสภาพของกระดูกสันหลัง
5. การเกิดผังผืดยึดกระดูกสันหลัง
6. กลุ่มอาการเจ็บปวดเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
7. อารมณ์ตึงเครียด
8. สาเหตุอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **การปวดหลังจากการนั่งไม่ถูกวิธี**

การนั่งที่ดีควรมีพนักพิงและท้าวแขนรองที่เหมาะสม ไม่ต้องหนุนคอและศีรษะ จะเพิ่มความเกร็งในกล้ามเนื้อคอ และปวดเมื่อยหลังได้ภายหลัง

ส่วนโค้งของสันหลัง

การที่มนุษย์นั่งในท่าตัวตรง ซึ่งต่างจากสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังประเภทอื่นได้นั้นเนื่องมาจากวิวัฒนาการของส่วนโค้งของสันหลัง และกล้ามเนื้อซึ่งควบคุมสมดุลย์ในการทรงตัวเพื่อให้เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตประจำวัน

ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงส่วนโค้งของสันหลังขณะนั่งเก้าอี้

ดังนั้นในท่านั่งของคนปกติจะมีส่วนโค้งของสันหลัง 4 แห่งคือ

1. เซอร์วิเคอร์ เคิร์ป (Cervical Curve) โค้งไปทางด้านหน้า
2. ทอร์ราซิก เคิร์ป (Thoracic Curve) โค้งไปทางด้านหลัง
3. ลุมบาร์ เคิร์ป (Lumbar Curve) โค้งไปทางด้านหน้า
4. เซเคอร์ เคิร์ป (Sacral Curve) โค้งไปทางด้านหลัง

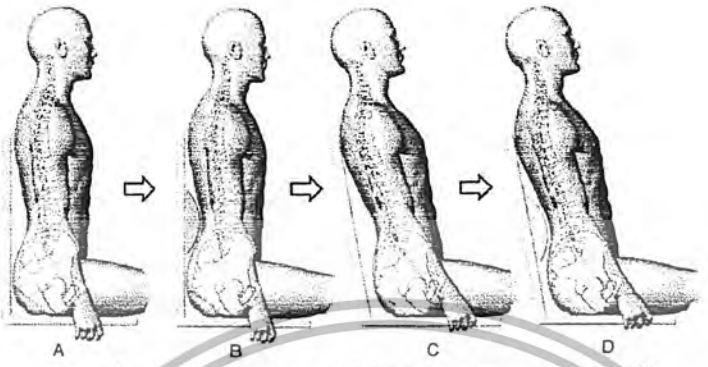
สรุป

ในการออกแบบพนักพิงของเก้าอี้ ควรให้มีความสัมพันธ์กับความโค้งของสันหลังมนุษย์ ดังกล่าว โดยเฉพาะส่วนโค้ง ลุมบาร์ เคิร์ป ที่เป็นส่วนรองรับน้ำหนักตัวเวลานั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงกดบนแผ่นหลังในการนั่งเก้าอี้

ในการนั่งเก้าอี้ที่มีพนักพิงลักษณะแตกต่าง มีมุมเอียงต่างกัน มีผลกระทบต่อแรงที่กดลงบนกระดูกสันหลังที่แตกต่างกัน ยิ่งมีแรงกดน้อยมากเท่าไหร่ยิ่งดี เป็นการผ่อนคลายทำให้สามารถนั่งได้สบาย ไม่ปวดหลังง่าย



ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงแรงกดบนแผ่นหลังขณะนั่งเก้าอี้

จากรูปแสดงผลกระทบต่อแรงกดบนกระดูกสันหลังของเก้าอี้ลักษณะต่าง ๆ จากมากไปน้อย

A ลักษณะเก้าอี้พนักพิงตรง 90 องศา

B เก้าอี้พนักพิงตรง 90 องศา มีส่วนหนุนที่กระดูกสันหลังส่วนลุมบาร์

C เก้าอี้พนักพิงเอียงทำมุม 100 องศา

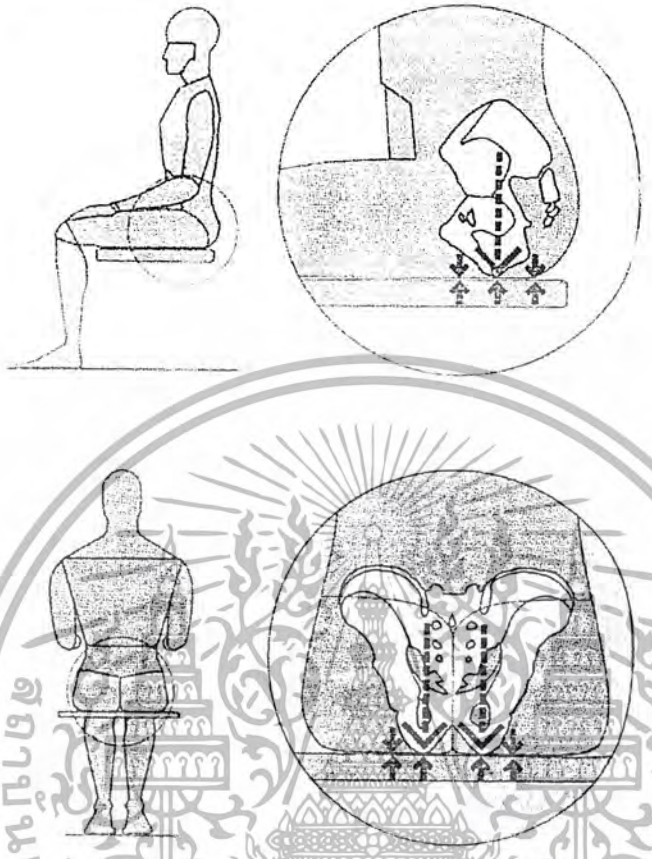
D เก้าอี้พนักพิงเอียงทำมุม 100 องศา มีส่วนหนุนที่กระดูกสันหลังส่วนลุมบาร์

สรุป

การออกแบบพนักพิงควรเอนทำมุมประมาณ 100 องศา และมีที่หนุนหลังบริเวณช่วงกระดูกสันหลังส่วนลุมบาร์ (Lumbar) จะทำให้นั่งได้สบายขึ้น ลดอาการปวดหลังลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Dynamics of Sitting สามารถที่จะอธิบายได้โดยการศึกษาระบบการรองรับ และโครงสร้างของกระดูกต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดย แกนของส่วนรองรับของตัวที่นั่ง คือ เส้นที่ลากผ่านจุดต่ำสุดของกระดูก Ischial Tuberosities สัมผัสกับที่นั่ง



ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงการตัดขวางของการนั่งเพื่อการสัมผัสของที่นั่งกับกระดูก Ischial Tubersities

เมื่อมีการนั่ง น้ำหนักประมาณ 75% ของทั้งหมดจะถูกรองรับด้วยพื้นที่เพียง 4 ตารางนิ้ว ด้วยเหตุนี้จะทำให้เกิดความเค้นที่ก้นประมาณ 85 – 100 psi นอกจากนี้ ในลักษณะที่นั่งแข็งซึ่งโค้งเว้าตามรูปก้น แรงกดที่กระทำที่ผิวหนังระหว่างก้นกบกับพื้นที่นั่งมีสูงถึง 40 – 60 psi แรงกดที่เกิดขึ้นนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ความไม่สบาย และเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้นั่งเปลี่ยนท่านั่งบ่อย ๆ แต่สำหรับผู้พิการอัมพาต การนั่งนาน ๆ โดยไม่มีการเปลี่ยนท่านั่งภายใต้แรงกดเช่นนี้ จะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิต ซึ่งจะทำให้เกิดแผลกดทับ ในผู้ป่วยได้

ดังนั้นการออกแบบจะต้องคำนึงถึงส่วนที่จะรองรับน้ำหนักตัวที่จะกดลงบนพื้นที่นั่งโดยควรออกแบบให้มีการกระจายน้ำหนักได้ดีที่สุด และควรจะต้องเผื่อระยะของที่นั่งเอาไว้ด้วย เนื่องจากผู้ใช้จะต้องทำการยกตัวขึ้น อาจมีการเปลี่ยนท่านั่งเพื่อลดการเกิดแผลกดทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับลักษณะรูปร่างของกระดูก Tuberosites จะมีจุดรับน้ำหนักอยู่ 2 จุด ซึ่งจะไม่สามารถอยู่ได้มั่นคงด้วยตัวของมันเอง ดังนั้นส่วนที่นั่งที่แอ่นเป็นร่องเดียวย่อมจะไม่เพียงพอ

เมื่อขา เท้า และหลังอยู่ในท่าที่สมดุลย์แล้ว จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายจะอยู่ห่างจากร่างกายประมาณ 1 นิ้ว ตรงบริเวณสะดือดังภาพ

ภาพที่ 4.5 ภาพแสดงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย

ดังนั้นส่วนที่นักออกแบบจะต้องให้ความสำคัญคือ ตำแหน่งของหลัง ,ศีรษะ ,และเท้าแขน เพื่อทำให้เกิดความสมดุลย์ในการนั่ง

2.4.2 การศึกษาขนาดสัดส่วนมนุษย์ที่ใช้ในการออกแบบ

ในการศึกษาขนาดสัดส่วนของมนุษย์ที่จำเป็นในการออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้น ข้อมูลหลักโดยทั่วไปก็ใกล้เคียงกับการออกแบบเก้าอี้ทำงาน เนื่องจากผู้ป่วยนั้นจะใช้เวลาอยู่บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ หรือเคลื่อนย้ายตัวมากกว่าที่จะเป็นการนั่งเพื่อพักผ่อน ดังนั้นข้อมูลที่จำเป็นจะต้องนำมาใช้ในการออกแบบจึงเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเก้าอี้ทำงาน ข้อมูลขนาดสัดส่วนที่จำเป็นในการออกแบบประกอบด้วย

ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์	ระยะและมิติที่เกี่ยวข้อง
1. สัดส่วนของที่นั่ง - ความสูงของที่นั่ง - ความกว้างของที่นั่ง - ความลึกของที่นั่ง	- ระยะจากพื้นถึงท่อนขาด้านหลัง - ความกว้างของตะโพกขณะนั่ง - ระยะห่างระหว่างก้นกับข้อพับหัวเข่า

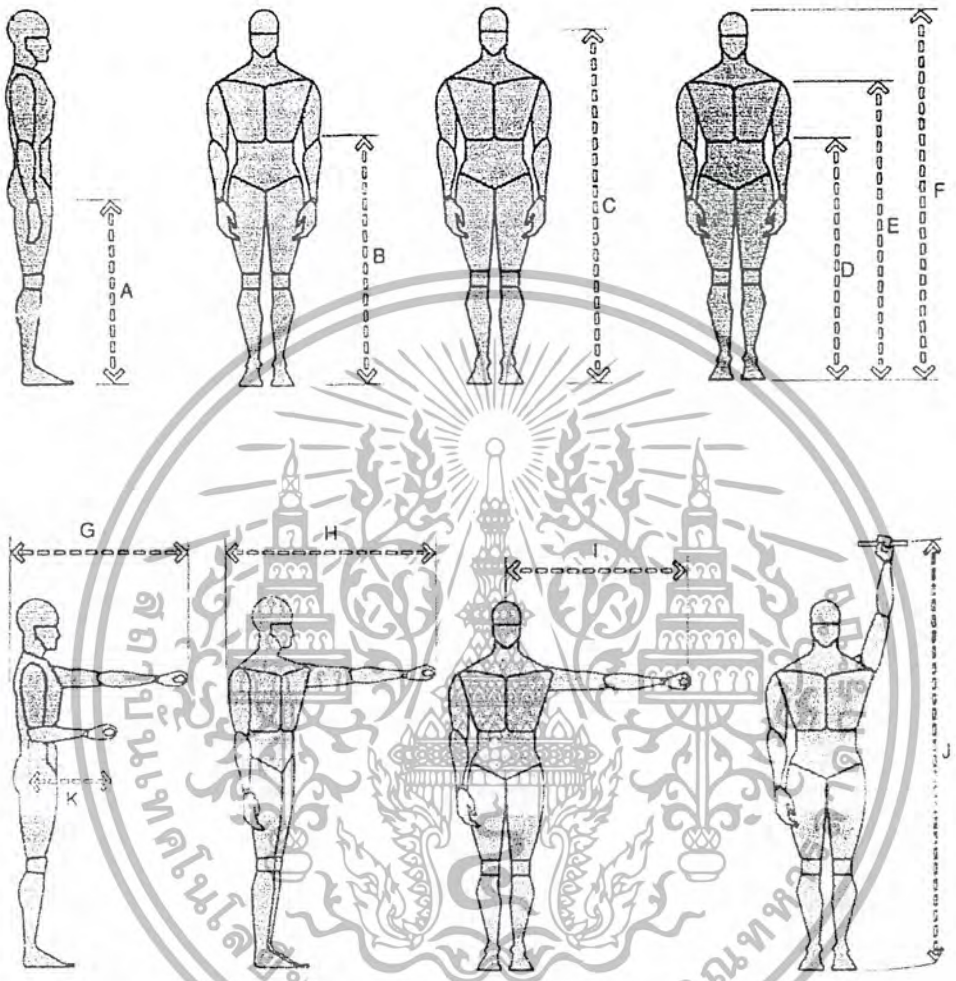
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัดส่วนของพนักพิง	
- ความสูงของพนักพิง	- ความสูงจากที่นั่งถึงไหล่ขณะนั่ง
- มุมเอียงของพนักพิง	- สัมพันธ์กับความสูงของพนักพิง
- ความกว้างของพนักพิง	- สัมพันธ์กับความกว้างของที่นั่ง
- ความโค้งของพนักพิง	- สัมพันธ์กับความโค้งของแผ่นหลัง
3. สัดส่วนของท้าวแขน	
- ความสูงของท้าวแขน	- ความกว้างระหว่างข้อศอกขณะกางในแนวระดับ
- ความกว้างที่ท้าวแขนรอบที่นั่ง	- สัดส่วนระยะห่างข้อศอกถึงจุดกำปั้น
- ความยาวของที่ท้าวแขน	- สัดส่วนระยะห่างข้อศอกขณะงอถึงจุดกำปั้น
	- ค่าความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอกขณะงอ
4. สัดส่วนของมือจับ	
- ตำแหน่งของมือจับ	- ความสูงจากพื้นถึงกระดูกสะโพก
- สัดส่วนที่เหมาะสมของมือจับ	- ความสามารถในการกำวัตถุ
- ระยะความกว้างของมือจับ	- สัมพันธ์กับความกว้างของพนักพิง
6. สัดส่วนของพักเท้า	
- ความสูงจากพื้น	- สัมพันธ์กับขนาดโครงสร้างหลัก
- ความเอียงของพักเท้า	- สัมพันธ์จากพื้นถึงท่อนขาด้านหลัง
- ความยาวของพักเท้า	- ระยะห่างข้อพับหัวเข่าถึงฝ่าเท้า
- ความกว้างของพักเท้า	- สัมพันธ์กับขนาดความกว้างส่วนที่นั่ง
7. สัดส่วนของส่วนประกอบอื่น ๆ	
- ส่วนนำพาสิ่งของ	- สัมพันธ์กับระยะเอื้อมมือของผู้ใช้งาน
- ขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์นำพาสิ่งของ	- สัมพันธ์กับขนาดสิ่งของที่นำมาพิจารณา
- ตำแหน่งของส่วนนำพาสิ่งของ	

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของขนาดสัดส่วนมนุษย์กับรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายคนไทย
(Body Dimension)



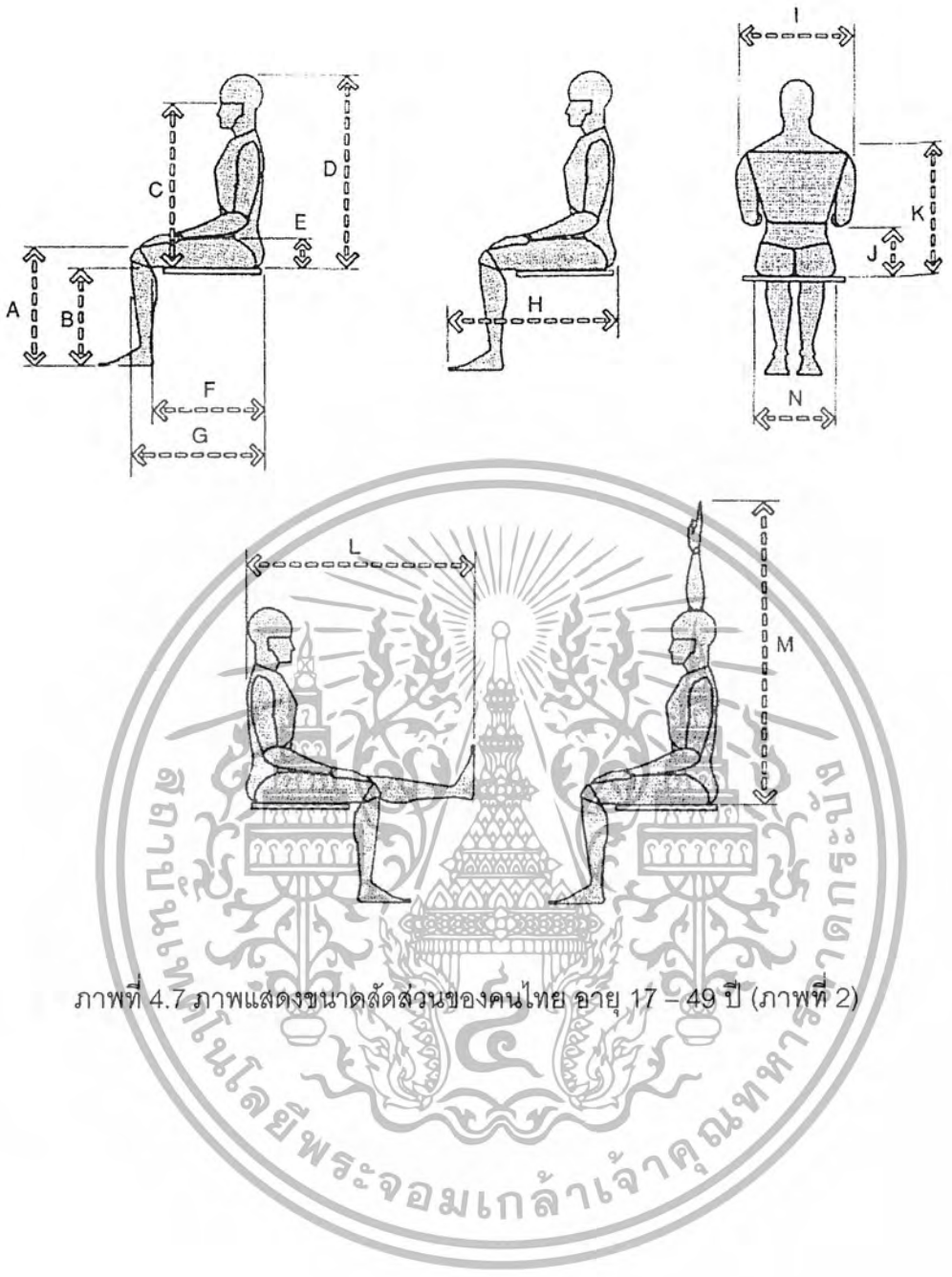
ภาพที่ 4.6 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนไทย อายุ 17 – 49 ปี (ภาพที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส	หมายถึง	เพศชาย			เพศหญิง		
		เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
A	ความสูงใต้เป้า	75.7	61.5	88.1	70.8	57.5	87.0
B	ความสูงเอวล่าง	98.9	85.9	112.5	95.9	79.4	113.1
C	ความสูงตา	155.0	139.0	172.0	143.4	126.6	163.7
D	ความสูงศอก	104.0	90.1	117.0	96.1	65.0	111.3
E	ความสูงปลายไหล่	137.0	120.7	153.2	126.2	111.5	144.4
F	ความสูง	166.2	149	183.7	155.0	138.2	175.2
G	ระยะจากหลังถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น	74.1	59.4	90.3	62.1	49.1	77.6
H	ระยะเอื้อมมือ	88.0	77.0	114.4	76.1	65.8	104.2
I	ระยะกึ่งกลางศีรษะถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น	75.7	62.7	89.6	69.9	54.6	85.7
J	ความสูงระยะจับสูงสุด	201.3	172.5	229.5	177.6	158.0	205.4
K	ระยะข้อศอกขณะงอถึงกึ่งกลางกำปั้น	31.6	25.6	43.3	29.3	23.9	38.0

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงขนาดสัดส่วนคนไทยอายุ 17 - 49 ปี (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



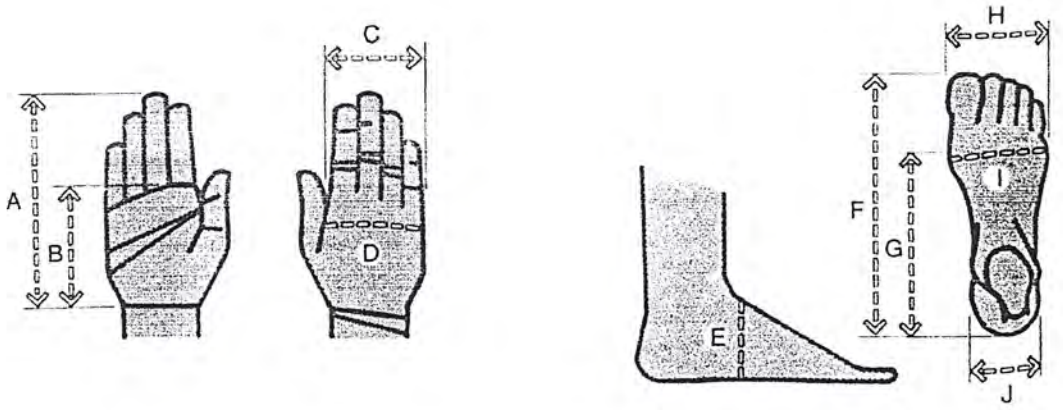
ภาพที่ 4.7 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนไทย อายุ 17 – 49 ปี (ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส	หมายถึง	เพศชาย			เพศหญิง		
		เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
A	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของหัวเข่า	52.8	43.5	61.1	48.7	38.5	58.1
B	ความสูงจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า	40.45	24.9	47.5	38.15	32.2	48.5
C	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงตา	76.0	63.9	87.2	70.3	56.2	81.3
D	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงศีรษะ	87.5	77.5	99.4	81.8	69.0	92.7
E	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงต้นขา	14.7	11.5	20.4	13.6	10.0	19.3
F	ระยะห่างเส้นสัมผัสก้นถึงข้อพับที่หัวเข่า	48.8	39.9	59.4	46.5	36.8	59.4
G	ระยะห่างเส้นสัมผัสก้นถึงหัวเข่า	58.0	49.7	68.0	54.9	45.1	65.4
H	ระยะห่างเส้นสัมผัสก้นถึงปลายเท้า	73.5	60.4	88.7	69.2	56.2	86.4
I	ระยะห่างจุดปลายไหล่	37.5	29.35	45.9	38.9	23.6	40.5
J	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอกขณะงอ	22.9	14.9	41.5	22.4	12.9	33.0
K	ความสูงพื้นที่นั่งถึงปุ่มไหล่	58.2	48.0	68.8	53.4	45.2	67.9
L	ระยะเส้นสัมผัสหลังถึงฝ่าเท้า	99.8	83.4	118.0	93.6	75.1	114.4
M	ความสูงจากพื้นที่นั่งถึงปลายมือ	122.4	99.8	144.3	104.8	84.7	128.9
N	ความกว้างของตะโพกขณะนั่ง	34.1	19.9	41.4	31.9	19.3	50.1

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงขนาดสัดส่วนคนไทยอายุ 17 - 49 ปี (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

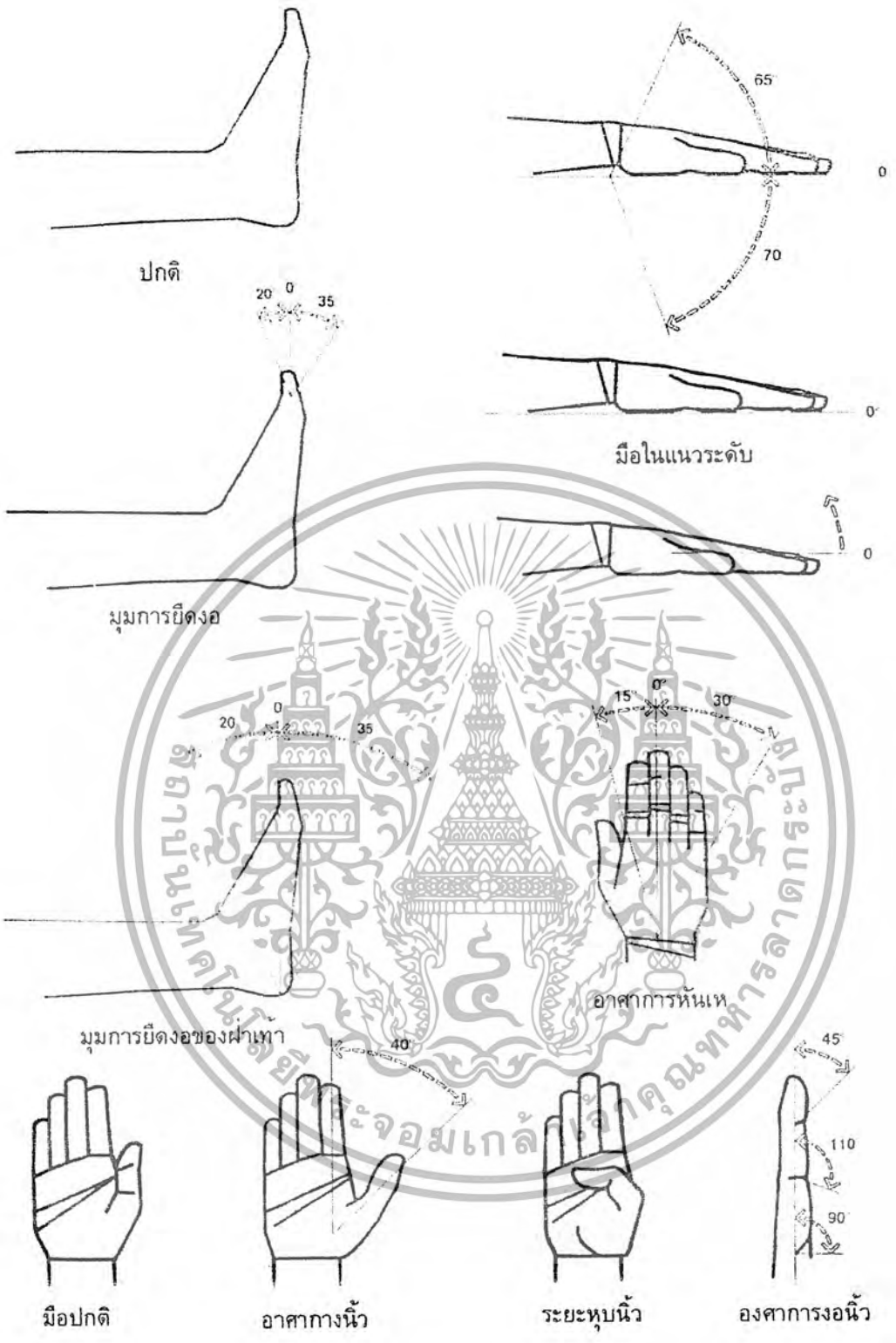


ภาพที่ 4.8 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนของคนไทย อายุ 17 – 49 ปี (ภาพที่ 3)

รหัส	หมายถึง	เพศชาย			เพศหญิง		
		เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
A	ความยาวฝ่ามือ	19.3	16.2	22.6	17.8	10.5	20.7
B	ระยะห่างโคนนิ้วกลาง ถึงกึ่งกลางฝ่ามือ	10.9	9.0	12.8	10.2	8.3	12.0
C	ความกว้างฝ่ามือ	8.2	6.4	10.3	7.2	5.2	9.6
D	ความยาวรอบฝ่ามือ	20.8	17.7	24.5	18.1	15.0	22.0
E	ความยาวรอบหลังเท้า	25.6	21.5	30.4	22.4	18.2	30.8
F	ความยาวฝ่าเท้า	24.7	20.5	29.3	22.7	19.4	27.0
G	ความยาวส่วนที่กว้างที่สุดของเท้า	17.5	20.5	29.0	15.7	18.0	27.0
H	ความกว้างฝ่าเท้าส่วน	10.2	8.4	12.6	9.2	6.8	11.6
I	หน้า	25.6	21.5	30.4	22.4	18.2	30.8
J	ความยาวรอบหลังเท้า (ความกว้างส้นเท้า)	6.1	4.2	7.8	5.5	3.0	8.7

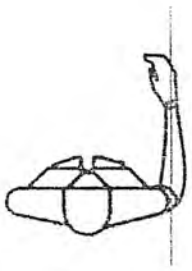
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงขนาดสัดส่วนคนไทยอายุ 17 - 49 ปี (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

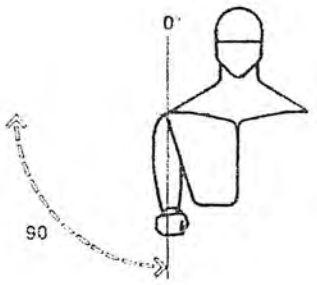


ภาพที่ 4.9 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

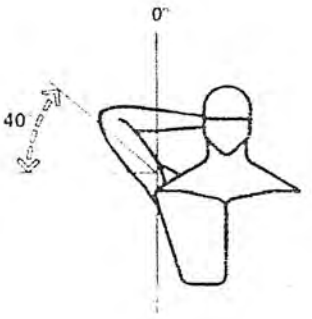
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แขนในแนวระดับ



องศาการกางแขน



มุมยก

การหมุนในท่าปกติ

มุมยืดและมุมงอ

การหมุน

แขนเหยียดตรง

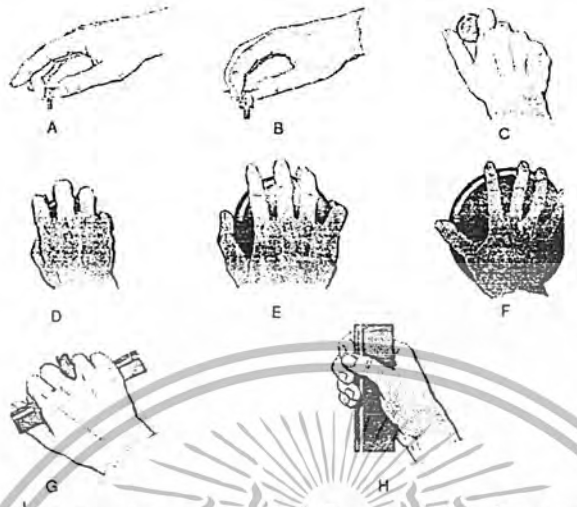
งอแขน

คว่ำและหงายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **ขนาดสัดส่วนของมือที่เกี่ยวข้องกับออกแบบ**

จากพฤติกรรมผู้บริโภคจะพบว่าการใช้เครื่องมือทุกขั้นตอนจะเกี่ยวข้องกับขนาดสัดส่วนของมือมากที่สุด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ



ภาพที่ 4.10 ภาพแสดงการใช้มือในการจับวัตถุลักษณะต่างๆ

A. การจับวัตถุที่มีลักษณะเป็นปุ่มที่อยู่สูงจากผิวงานพอเหมาะ จะใช้นิ้วหัวแม่มือประกอบกับนิ้วชี้ หรือนิ้วอื่นๆ ที่เหลือ (แล้วแต่ความถนัดของแต่ละคน ขนาดของวัตถุในกรณีนี้คือ ประมาณ 0.95 ซม.)
B. การจับวัตถุที่มีลักษณะเป็นปุ่มเตี้ยติดผิวงาน จะใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้หรือนิ้วกลาง ขนาดของวัตถุในกรณีนี้คือประมาณ 0.95-1.59 ซ.ม.
C. การจับวัตถุที่มีลักษณะเป็นปุ่มสำหรับบิดจะใช้นิ้วชี้กับนิ้วหัวแม่มือในการคีบจับ ขนาดที่จับคือ เส้าผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.8 ซ.ม.
D. การจับวัตถุที่มีขนาดที่สามารถกำไว้ในอุ้งมือได้สบายๆ ขนาดที่จับคือเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7.5 ซ.ม.
E. การจับวัตถุที่มีขนาดกำลังพอดีมือ ขนาดของวัตถุ คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 13.97 ซ.ม.
F. การกำวัตถุที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่มาก ต้องอาศัยการเหยียดนิ้ว ออกสัมผัสกับขอบวัตถุ (การจับวัตถุที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดที่มือสามารถจับกำได้) ขนาดของวัตถุคือ 17.8 ซ.ม.

G ,H. แสดงการกำวัตถุที่เป็นท่อทรงกลม มีขนาดที่พอเหมาะ คือ 1.6 ถึง 2.1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 มิติปรับปรุง (Adjusted Body Dimension)

มิติที่แสดงไว้ในตารางเป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า, ความสูงยืนวัดแนบกับศีรษะตอนบนสุด , ในขั้นการนำตัวเลขไปใช้งาน จะต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มิติในทางตั้ง (Vertical Dimention) สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบมิติวิกฤต คือ

1. ความหนาของรองท้า (Footware) กำหนดค่าหลากหลายตั่งแต่ 1 เซนติเมตร ถึง 10 เซนติเมตร
2. ที่ว่างเหนือศีรษะ (Headgear) กำหนดค่าประมาณ 10 เซนติเมตร
3. ความหนาของเครื่องแต่งกาย เสื้อผ้า (Clothing) กำหนดค่าประมาณ 2.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

○ การวัดขนาดของรถนั่งคนพิการ

ในการวัดขนาดควรจัดท่าของผู้ใช้ในท่านั่งตัวตรง หลังตรง ข้อสะโพกทำมุมฉาก (90 องศา) ขนาดที่ต้องวัด ได้แก่

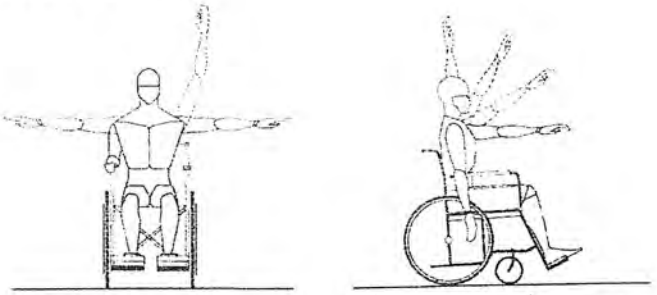
1. ความสูงของรถ (Seat height) วัดจากส้นเท้าถึงข้อพับเข่าแล้วบวกเพิ่มค่ามิติปรับปรุง
2. ความลึกของรถ (Seat depth) วัดจากข้อพับเข่าไปจนถึงหลังสุดของสะโพกแล้วลบออก 1 นิ้ว
3. ความสูงของพนัก (Back height) วัดจากที่นั่งไปจนถึงไหล่
4. ความกว้างที่นั่งและพนักพิง(Seat and back width)วัดส่วนที่กว้างที่สุดของสะโพก
5. ความสูงของที่พักแขน (Height of arm and armrest) วัดจากที่นั่งไปถึงปลายข้อศอก
6. ความกว้างของที่ท้าวแขน (armrest width) วัดจากปลายข้อศอกถึงข้อมือ

○ ลักษณะท่าทางที่ถูกต้องเมื่อนั่งบนรถนั่งคนพิการ

1. พนักพิงไม่ต่ำกว่ามุมล่างของกระดูกสะบัก (inferior angle of scapula) เพื่อให้มีการรองรับอย่างเพียงพอต่อกระดูกสันหลัง ทำให้ผู้นั่งอยู่ในท่าทางที่ดี และป้องกันอาการ เมื่อยล้า (fatigue) ของกล้ามเนื้อหลังและคอ
2. ความสูงของที่ท้าวแขนพอดีให้ไหล่อยู่ในระดับเดิม ไหล่ควรอยู่ในท่าผ่อนคลาย (Shoulder relax) ปลายแขน (forearm) วางอยู่บนที่ท้าวแขนได้อย่างสบาย
3. สะโพกงอเป็นมุมฉาก (90 องศา)
4. ความลึกของที่นั่ง ต้องรองรับต้นขาพอดี
5. ก้นควรอยู่ชิดขอบหลังของพนักพิง โดยให้มีระยะห่างระหว่างขอบห้าของที่นั่งจนถึงข้อพับประมาณ 2 นิ้ว
6. ที่นั่ง ควรกว้างพอที่จะทำให้ผู้ใช้นั่งโดยไม่มีแรงกด (pressure) กดบริเวณด้านนอกของข้อสะโพกทั้ง 2 ข้างของผู้นั่ง ระหว่าง armrest กับตัวผู้นั่งควรมีที่ว่างประมาณ 2 นิ้วในแต่ละข้าง
7. ที่นั่งควรจะเอียงไปทางด้านหลัง 3-5 องศา เพื่อให้นั่งได้สบายและมีความมั่นคง
8. ที่นั่งอยู่สูงจากพื้นรองรับต้นขาให้ขนานกับพื้นในขณะที่เท้าวางบนที่วางเท้าพอดี
9. เท้าวางราบบนที่วางเท้าให้ข้อเท้าอยู่ในท่า neutral

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วน



ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงสัดส่วนคนเมื่อเทียบกับรถนั่งคนพิการ

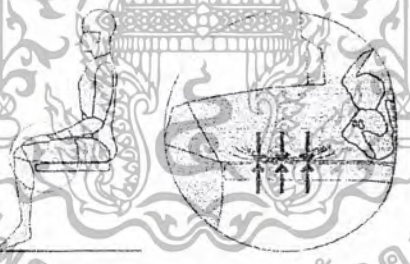
1. สัดส่วนของที่นั่ง

ลักษณะของที่นั่งจะต้องมีสัดส่วนสัมพันธ์กับมนุษย์ในการออกแบบ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ขนาดความสูงของที่นั่ง
- ขนาดความกว้างของที่นั่ง
- ขนาดความลึกของที่นั่ง

1.1 วิเคราะห์ขนาดความสูงของที่นั่ง

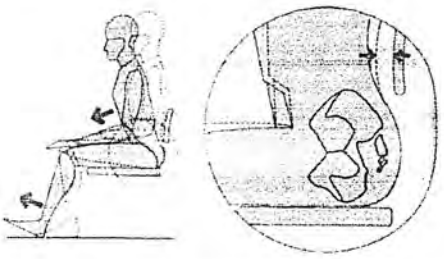
ความสูงที่นั่งมีความสำคัญยิ่งต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเวลานั่ง ที่นั่งที่สูงหรือต่ำจนเกินไปจะทำให้เกิดความไม่สบายในการนั่ง เพราะจุดรับน้ำหนักไม่เป็นไปอย่างถูกต้อง ความสูงของที่นั่งนี้จะต้องสามารถทำให้เท้าสัมผัสกับพื้นได้เมื่อต้องการลุกขึ้นยืน



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงการตีบของเส้นโลหิตจากการนั่งบนที่นั่งที่สูงเกินไป

หากที่นั่งสูงเกินไปขาอ่อนจะเริ่มกด และการหมุนเวียนของโลหิตจะตีบ ในขณะเดียวกันเท้าซึ่งจะไม่สัมผัสกับพื้นเต็มที่ ก็จะทำให้ร่างกายขาดความสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงการนั่งบนที่นั่งที่ต่ำเกินไป

หากที่นั่งอยู่ต่ำเกินไป ขาจะต้องยืดออกไปข้างหน้าทำให้ไม่ได้รับความมั่นคง และขณะเดียวกัน ตัวก็จะโน้มไปข้างหน้าทำให้หลังห่างจากพนักพิง

พบว่าขนาดความสูงของที่นั่งที่เหมาะสมคือ ขนาดความสูงที่วัดจากพื้นรองเท้าถึงความสูงของข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่ง มีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า ไม่เกิน 1 ซ.ม. เพราะจะทำให้การถ่ายเทน้ำหนักในการนั่งตกลงที่เท้าของผู้นั่ง ซึ่งวางอยู่บนพื้นได้พอดีขาไม่ลอยจากพื้น

ความสูงวัดจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่งได้ทุกสัดส่วนของคนไทยเฉลี่ยตามกลุ่มเป้าหมาย 17-49 ปี วัย 49-99 เป็นวัยที่มีโครงสร้างร่างกายที่แตกต่างมากจึงไม่นำมาพิจารณา

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	40.45	24.9	47.5
หญิง	38.15	32.2	48.5

ตารางที่ 5.1 ตารางค่าความสูงวัดจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่ง (คนไทย)

สรุป ค่าความสูงที่นำมาใช้คือ ค่าความสูงสุดของหญิงเท่ากับ 48.5 ซ.ม. ความหนาของรองเท้า (มิติ ปรับปรุง) 1.0 ซ.ม. = 49.5 (จากหลักการวัดขนาดรถนั่งคนพิการ)

1.2 วิเคราะห์ขนาดความกว้างของที่นั่ง

ขนาดกว้างของที่นั่งที่เหมาะสม จะต้องกำหนดไว้พอสำหรับคนรูปร่างใหญ่ โดยใช้ตะโพกคนไทย ดังนี้คือ

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	34.1	19.9	41.4
หญิง	31.9	19.3	50.1

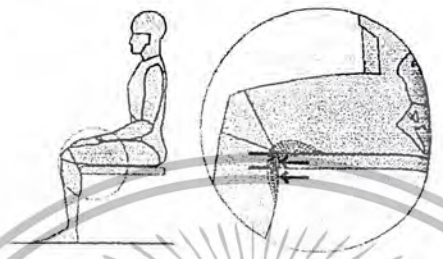
ตารางที่ 5.2 ตารางค่าความกว้างของตะโพกของคนไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ความกว้างของที่นั่งเก้าอี้ประชุมพักผ่อนต่ำสุดจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า ความกว้างของตะโพกสูงสุด เท่ากับ 50.1 ซ.ม. หรือประมาณ 50 ซ.ม.

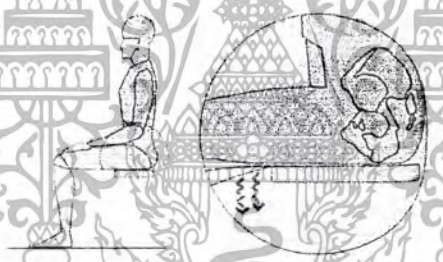
1.3 วิเคราะห์ขนาดความลึกของที่นั่ง

ควรยึดถือไว้เป็นมาตรฐานคือ "ควรมีความยาวเริ่มต้นจากด้านหลังของหัวเข่าถึงด้านหลังสุดของกระดูกเชิงกรานเมื่ออยู่ในลักษณะนั่งตัวตรง" ถ้าที่นั่งลึกไปจะทำให้นั่งไม่สบายเพราะลำตัวจะโค้งงอเพื่อเอนให้ถึงพนักพิง



ภาพที่ 5.4 ภาพแสดงการนั่งบนที่นั่งที่ลึกเกินไป

หากความลึกของที่นั่งมากเกินไป ด้านหน้าของที่นั่งจะกดบริเวณข้อพับใต้เข่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิต ทำให้นั่งไม่สบาย



ภาพที่ 5.5 ภาพแสดงการนั่งบนที่นั่งที่ตื้นเกินไป

ที่นั่งซึ่งตื้นเกินไปจะทำให้ผู้นั่งไม่ได้รับการถ่ายเทน้ำหนักบริเวณขาอ่อนและทำให้ผู้นั่งมีความรู้สึกว่าจะหล่นจากเก้าอี้

ขนาดความลึกของที่นั่งวัดได้จากระยะห่างระหว่างเส้นสัมผัสกันกับข้อพับที่หัวเข่า (เป็นค่าเฉลี่ย) ของมิติชายไทยดังนี้ คือ

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	48.8	39.9	59.4
หญิง	46.5	36.8	59.4

ตารางที่ 5.3 ตารางค่าระยะห่างระหว่างเส้นสัมผัสกันกับข้อพับที่หัวเข่าของคนไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ความลึกของที่นั่ง จะต้องใช้ค่าต่ำสุดเป็นเกณฑ์ในการนั่ง เพื่อให้นั่งได้สุดก้นและที่นั่งไม่ไปดันข้อพับด้านใน ทำให้เกิดอาการคันที่เนื้อเยื่อการไหลเวียนของโลหิตไม่สะดวก เพราะฉะนั้นความลึกของที่นั่งเท่ากับ 48.8 ซ.ม. ลบออก 1 นิ้วหรือประมาณ 2.5 ซม. มีค่า 48.8 – 2.5 เท่ากับประมาณ 46.3 เซนติเมตร ประมาณ 46 เซนติเมตร (จากหลักการวัดขนาดรถนั่งคนพิการ)

.....

2. สัดส่วนของพนักพิง

ลักษณะของพนักพิงจะต้องมีสัดส่วนสัมพันธ์กับมนุษย์ในการออกแบบ สามารถแบ่งได้ดังนี้

- ความสูงของพนักพิง
- มุมเอียงของพนักพิง
- ความกว้างของพนักพิง
- ความโค้งของพนักพิง

2.1 ความสูงของพนักพิง

ความสูงของพนักพิงไม่ควรอยู่ต่ำกว่าส่วนล่างสุดของช่วงไหล่ (ระดับกระดูกสะบัก) ในกรณีที่ผู้ป่วยนั้นไม่มีปัญหาด้านการทรงตัวและข้อจำกัดของกระดูกสะโพก

ในกรณีที่พนักพิงสูงเกินไป จะจำกัดการเคลื่อนไหวของแขน แต่ถ้าต่ำเกินไปจะทำให้การรองรับ (support) ไม่เพียงพอ ผู้ที่เป็นอัมพาตจะมีแนวโน้มว่าลำตัวเอนไปทางด้านหลัง (leand backward) มากเกินไป ส่วนคอมีแนวโน้มว่าจะอยู่ในท่างอ (flexion)

ขนาดความสูงของพนักพิงวัดได้จาก ค่าความสูงจากที่นั่งถึงไหล่ขณะนั่ง (เป็นค่าต่ำสุด) ของมิติหญิงไทยดังนี้

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	58.2	48.0	68.8
หญิง	53.4	45.2	67.9

ตารางที่ 5.4 ตารางค่าความสูงระดับที่นั่งถึงไหล่ขณะนั่ง

สรุป ค่าความสูงของพนักพิงจะใช้ค่าต่ำสุดเป็นเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทั้ง 2 เพศ ดังนั้นค่าความสูงของพนักพิง คือ 45.2 หรือ ประมาณ 45 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มุมเอียงของพนักพิง

ความเอียงของพนักพิงขึ้นอยู่กับลักษณะเอียงของที่นั่งและจุดประสงค์ที่นำไปใช้ ถ้ามุมเอียงมากจะเกิดอุปสรรคในการพยุงตัวลุกขึ้น ดังนั้นเก้าอี้แบบที่มีเท้าแขนมักจะมีความเอียงเพียงเล็กน้อย มุมเอียงของพนักพิงวัดจากค่าแรงกดที่กระทำบนกระดูกสันหลังส่วนลุมบาร์ในเก้าอี้ลักษณะต่าง ๆ โดยได้ค่าความเอียงประมาณ 95 - 100 องศา (จากบทสรุปในเรื่องหลักการรักษาหลังให้อยู่ในท่าที่ดีหรือถูกสุขลักษณะ)

2.3 ความกว้างของพนักพิง

ความกว้างของพนักพิงมีส่วนสัมพันธ์กับความกว้างของส่วนที่นั่ง ดังนั้นความกว้างของพนักพิงมีค่าประมาณ 50 เซนติเมตร

2.4 ความโค้งของพนักพิง

ความโค้งของพนักพิงมีความสัมพันธ์กับความโค้งของแผ่นหลัง โดยเฉพาะบริเวณกระดูกสันหลังส่วน ลุมบาร์

.....

3. สัดส่วนของที่เท้าแขน

ที่เท้าแขนเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับเก้าอี้ ซึ่งการออกแบบที่เท้าแขนนั้นต้องให้ที่เท้าแขนขนานกับที่นั่ง หรือให้อยู่ในลักษณะขนานกับแนวระดับก็ได้ ส่วนความสูงของที่เท้าแขนนั้นให้ถือมาตรฐานจากปลายสุดของข้อศอก ในขณะที่ข้อศอกตั้งฉากกับแนวระบายเป็นเกณฑ์ ซึ่งจุดนี้เป็นจุดที่ข้อศอกของคนสามารถหมุนแกว่งได้อย่างเป็นธรรมชาติ ถ้าที่พักแขนอยู่สูงเกินไป แขนจะถูกบังคับให้รับน้ำหนักมากเกินไปและถ้าต่ำไป อาจทำให้บุคลิกของผู้นั่งเปลี่ยนไป ต้องก้มหลังเสียบุคลิกและความสง่างามในท่านั่งไป

ที่ท้าวแขนนอกจากมีหน้าที่ในการรองรับแขนและไหล่ ให้อยู่ในท่าทางที่ถูกต้องแล้วยังมีความสำคัญ ในการถ่ายเทน้ำหนัก (Shift weight) , ลดแรงกดบริเวณปุ่มกระดูกรับน้ำหนักที่ก้น (ishum) ,รักษาสภาพความสมดุลของร่างกายด้วย

ลักษณะของส่วนท้าวแขนจะต้องมีสัดส่วนสัมพันธ์กับมนุษย์ในการออกแบบ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ความสูงของเท้าแขน
- ความกว้างของส่วนเท้าแขนรวมที่นั่ง
- ความยาวของที่เท้าแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วิเคราะห์ความสูงของที่เท้าแขน

จากสัดส่วนของคนไทย วัดระยะจากพื้นที่นั่งถึงข้อศอกขณะงอ ได้ดังนี้

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	22.9	14.9	41.5
หญิง	22.4	12.9	33.0

ตารางที่ 5.5 ตารางค่าความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอกขณะงอของคนไทย

สรุป เนื่องจากความสูงของที่เท้าแขน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนที่แตกต่างกันของมนุษย์ จึงนำระยะเฉลี่ยของชายและหญิงมาใช้เพื่อพิจารณา คือ (22.9 + 22.4)/2 = 22.65 ซ.ม.

3.2 วิเคราะห์ความกว้างของที่เท้าแขนรวมที่นั่ง

ความกว้างของที่เท้าแขนรวมที่นั่งได้มาจากค่าความกว้างระหว่างข้อศอกขณะกางข้อศอกในแนวระดับของคนไทยดังนี้

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	43.0	27.8	57.2
หญิง	40.0	28.2	52.5

ตารางที่ 5.6 ตารางค่าความกว้างระหว่างข้อศอกขณะกางข้อศอกในแนวระดับของคนไทย

สรุป เนื่องจากค่าความกว้างของที่นั่งได้มาจากค่าสูงสุด เพราะฉะนั้นความกว้างรวมของที่เท้าแขนกับที่นั่งจะต้องดูจากค่าสูงสุดเช่นกัน เท่ากับ 57.2 ซ.ม.

3.3 วิเคราะห์ความยาวของที่เท้าแขน

ความยาวของที่เท้าแขนสามารถวัดได้จากสัดส่วนระหว่างข้อศอก (ขณะงอ) ถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น จากมิติสัดส่วนคนไทย 17-49 ปี

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	31.6	25.6	43.3
หญิง	29.3	23.9	38.0

ตารางที่ 5.7 ตารางค่าระยะห่างข้อศอก (ขณะงอ) ถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น คนไทย

สรุป ค่าความยาวของที่เท้าแขนนั้นได้จากค่าเฉลี่ย หญิง ตามอายุดังกล่าวเท่ากับ 29.3 ซ.ม.โดยประมาณ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับมือจับ

ลักษณะของมือจับจะต้องมีสัดส่วนสัมพันธ์กับมนุษย์ในการออกแบบ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ตำแหน่งของมือจับ
- สัดส่วนที่เหมาะสมของมือจับ
- ระยะความกว้างของมือจับ

4.1 วิเคราะห์ตำแหน่งของมือจับ

ตำแหน่งของมือจับ กำหนดค่าความสูงจากความสูงเอวล่าง ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่มือของผู้ช่วยสามารถเข็นได้พอดี

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	83.7	71.1	97.6
หญิง	77.4	65.0	95.0

ตารางที่ 5.8 ตารางค่าความสูงตะโพก คนไทย

สรุป ค่าความสูงของตำแหน่งมือจับได้มาจากค่าเฉลี่ย หญิง เท่ากับ 77.4 หรือประมาณ 77 เซนติเมตร

4.2 วิเคราะห์สัดส่วนที่เหมาะสมของมือจับ

ขนาดของมือจับสามารถหาได้จากมือจับขนาดมาตรฐานที่ใช้กันในระบบสากล โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางทรงกระบอก = 3.8 ซ.ม.

ภาพที่ 5.6 ภาพแสดงขนาดจับมาตรฐานในระบบสากล

4.3 วิเคราะห์ความกว้างของมือจับ

ความกว้างของมือจับนั้นมีความสัมพันธ์กันกับระยะความกว้างของพนักพิงหลังของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์สัดส่วนของส่วนพักเท้า

ลักษณะของมือจับจะต้องมีสัดส่วนสัมพันธ์กับมนุษย์ในการออกแบบ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ความสูงจากพื้น
- ความเอียงของส่วนพักเท้า
- ความยาวของพักเท้า
- ความกว้างของพักเท้า

5.1 การวิเคราะห์ความสูงของส่วนพักเท้าจากพื้น

ที่วางเท้าเป็นส่วนที่ป้องกันนิ้วเท้า และส้นเท้ากระแทกกับสิ่งอื่นๆ ไม่ควรจะสูงหรือเตี้ยเกินไป * ถ้าสูงเกินไป จะทำให้มีแรงกดมากขึ้น บริเวณ ischial tuberosity และมีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับ (pressure ulcers) * ถ้าต่ำเกินไปจะทำให้ข้อเข้าต่ำกว่าข้อสะโพกทำให้แรงกดกระทำที่ด้านหลังของต้นขามากหรือผู้ป่วยอาจลื่นไหลออกจากรถนั่งคนพิการ

ความสูงของส่วนพักเท้าจากพื้นนั้นมีความสัมพันธ์กันกับสัดส่วนของโครงสร้างหลัก ซึ่งโดยทั่วไปจะสูงจากพื้นประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร

5.2 การวิเคราะห์ความเอียงของส่วนพักเท้า

ค่าความเอียงของส่วนพักเท้า เป็นค่ามาตรฐาน ที่ทำให้การนั่งอยู่ในท่านั่งที่สมดุล อยู่ที่ประมาณ 30 องศา จากแนวระดับ

ภาพที่ 5.7 ภาพแสดงความเอียงของส่วนพักเท้า

5.3 การวิเคราะห์ความยาวของส่วนพักเท้า

ความยาวของส่วนพักเท้านั้นได้มาจากค่าความสูงจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า

	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
ชาย	40.45	24.9	47.5
หญิง	38.15	32.2	48.5

ตารางที่ 5.9 ตารางค่าความสูงจาก พื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป เนื่องจากความยาวของส่วนพักเท้ามีความสัมพันธ์กันกับร่างกายมนุษย์ ซึ่งแตกต่างกัน จึงนำระยะทั้งสูงสุดและต่ำสุดมาเพื่อพิจารณาเกี่ยวกับการปรับขนาดความสูงค่าสูงสุด, ต่ำสุดที่พิจารณาคือช่วง 38.15 ถึง 47.5 ซ.ม.(หญิงเฉลี่ย ถึงชายสูงสุด)

5.4 การวิเคราะห์ความกว้างของส่วนพักเท้า

ความกว้างของส่วนพักเท้านั้นมีความสัมพันธ์กันกับขนาดของความกว้างส่วนที่นั่งทั้งนี้ขึ้นกับความเหมาะสมของรูปแบบ ของส่วนพักเท้าที่ทำการออกแบบ

.....

6. การวิเคราะห์สัดส่วนของส่วนประกอบอื่น ๆ

○ **ส่วนนำพาสิ่งของ**

พฤติกรรมการนำพาสิ่งของผู้ป่วย ในการดำเนินกิจวัตรประจำวันผู้ป่วยที่ต้องใช้รถนั่งคนพิการ ที่นี้จำเป็นต้องมีความเกี่ยวกับสิ่งของต่างๆ ความสำคัญของการนำพาสิ่งของเปรียบเสมือนการให้สิ่งที่ผู้ป่วยขาดหายไป ในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน

ประโยชน์ของการที่ผู้ป่วยสามารถนำพาของเองได้ คือ

- ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติกิจกรรมประจำวันได้คล่องตัวขึ้น
- ลดภาระแก่บุคคลรอบ ๆ ข้าง

สรุป ควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการนำพาสิ่งของของผู้ป่วย โดยนำเอาพฤติกรรมโดยรวมของผู้ป่วยมาพิจารณาในการเลือกรูปแบบและโครงสร้างวิเคราะห์พฤติกรรม ที่มีความเป็นไปได้ของผู้ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า

วิเคราะห์สิ่งของที่เหมาะสมในการนำพา

สิ่งที่จะนำพาควรมีความจำเป็นโดยพื้นฐานดังนี้

1. เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน
2. เป็นสิ่งที่ใช้งานบ่อยครั้ง
3. เป็นสิ่งที่ช่วยเหลือผู้ป่วยได้ในยามฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ประเภทของ	มิติ	น้ำหนัก
1	กล่องแว่น	15.5 x 7 สูง 3.5	80 กรัม รวม แว่น 100 กรัม
2	นิตยสาร	21 x 29 หนา 1.5 หนา 0.5	900 กรัม 400 กรัม
3	น.ส.พ.	30 x 40 มม.	650 กรัม
4	สมุดพก	11 x 19 หนา 2 เซนติเมตร	300 กรัม
5	แก้ว - ไม่มีหู - มีหู	ไม่ใส่น้ำ ϕ 7.5 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร 200 กรัม ϕ 8 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร 350 กรัม	ใส่น้ำ 350 กรัม 600 กรัม
6	วอล์กแมน (WALKMAN)	7.5 x 10.5 x 3 ซาวอะเบาว์ (SOUNDABOUT)	250 กรัม
7	เทป	7 x 11 หนา 1.8 เซนติเมตร	80 กรัม
8	แผ่น ซีดี (CD)	12.5 x 14 หนา 1 เซนติเมตร	100 กรัม
9	โทรศัพท์มือถือ	5.5 x 15 หนา 3 เซนติเมตร	300 กรัม
10	หวีพก	3.5 x 10	10 กรัม

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงค่าน้ำหนักและขนาดสิ่งของที่ผู้ใช้งานรถนั่งคนพิการ สามารถนำพาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการแจกแจงสามารถหาสิ่งที่เหมาะสมที่จะนำมาโดยอาศัยเงื่อนไขดังนี้

1. เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานโดยตรง ไม่มีผู้อื่นเกี่ยวข้อง
2. เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้ใช้งานรถนั่งคนพิการไฟฟ้าใช้งานได้อย่างครบวงจร โดยไม่ต้องเสียเวลาทำอย่างอื่น ดึงเอากิจวัตรประจำวันเล็กๆน้อยๆ บางส่วนเข้าสู่ระบบของการใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า
3. มีน้ำหนักไม่มากเกินไป ซึ่งรวมแล้วไม่ควรมีน้ำหนักมากเกินไปกว่า 1 กิโลกรัม

จากเงื่อนไขที่กล่าวข้างต้น พบว่าสิ่งของที่สัมพันธ์กันอยู่ในกลุ่มของ

- ยารักษาโรค
- อุปกรณ์เฉพาะ เช่น แว่นตา ถุงมือ เป็นต้น
- ของเล็กๆน้อยๆ เพื่อผ่อนคลายความเครียด เช่น หนังสือ หรืองานอดิเรกเล็กๆน้อย เช่น การถักไหมพรม เป็นต้น

อย่างไรก็ตามสิ่งของที่กล่าวมาข้างต้น ยังจะแยกตามความต้องการทางการนำพาได้อีกคือ

- สิ่งของที่ใช้งานบ่อยครั้ง หรือ ต้องการความรวดเร็วในการหยิบ เช่น แว่นตา ยารักษาโรค มีความต้องการในการนำพาเฉพาะ ในรูปแบบของการมองเห็นได้ง่าย โดยที่สามารถรับน้ำหนักได้ตามปกติ (เป็นการนำไปใช้งานบนรถ)
- สิ่งของที่ใช้งานปกติ มีความต้องการในการนำพาเฉพาะในเรื่องของการรับน้ำหนัก (เป็นการนำไปวาง)

การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์นำพาสิ่งของ

จากตารางการแจกแจงค่าน้ำหนักและมิติของต่างๆที่ผู้ใช้งานรถนั่งคนพิการสามารถนำพาได้ในหัวข้อพฤติกรรมการนำพาสิ่งของ ได้นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยอาศัยเงื่อนไขตามความเหมาะสม เพื่อหาขนาดของถุงนำพาสิ่งของได้ดังนี้

1. ความเหมาะสมทางพฤติกรรมการนำพา
2. ความสัมพันธ์กับขนาดของโครงสร้าง
3. ความเหมาะสมในการใช้งานสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆ เช่น การพับ การนั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.8 แสดงลักษณะการจัดวางเพื่อหาค่าความจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนของสิ่งของนำมาพิจารณาว่าเหมาะสมได้แก่

ขนาดสัดส่วนของ พ็อกเก็ตบุ๊ค (POCKET BOOK) = 11 ซม. x 19 ซม. x 2 ซม.

ขนาดสัดส่วนของโทรศัพท์มือถือ = 5.5 ซม. X 15 ซม. X 3 ซม.

ขนาดสัดส่วนของกล่องแว่น = 15.5 ซม. X 7 ซม. X 3.5 ซม.

สรุป ขนาดของส่วนนำพาสิ่งของมีค่า 8.6 * 27.0 * 17.0 เซนติเมตร

*** * * ทั้งนี้ค่าความจุอาจมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเกิดจากการจัดวาง จัดพื้นที่ เพื่อความเหมาะสมในขั้นตอนการพัฒนาการออกแบบ**

.....

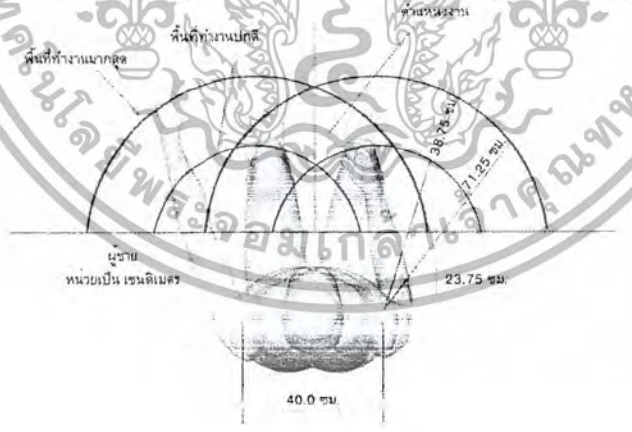
○ ส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

พื้นที่การนั่งทำงานที่เหมาะสม

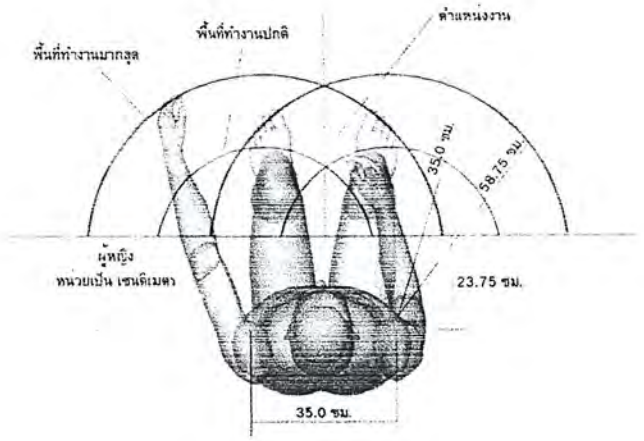
พื้นที่ทำงานนี้มี 2 ลักษณะได้แก่พื้นที่ทำงานในแนวราบ คือ ระยะกวาดมือและแขนเป็นครึ่งวงกลม โดยมีจุดหมุนอยู่ที่หัวไหล่ โดยใช้ค่ามัธยฐานของผู้หญิงไทย อายุ 20-39 ปี (สำรวจเมื่อปี 2537)เนื่องจากต้องการให้คนกลุ่มใหญ่ใช้งานได้ถนัด

ระยะต่างๆของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องหยิบจับนั้นระยะไม่ควรเกิน รัศมีการกวาดแขน ได้จากจุดปลายไหล่ถึงปลายนิ้วโป้ง = 64.3 ซม.

ส่วนระยะปกติ คือ ระยะทีทำงานโดยไม่ต้องใช้การเอื้อมมือ ใช้ค่ามัธยฐานของผู้หญิงไทย อายุ 20-39 ปี ซึ่งได้จากระยะจากข้อศอกถึงกลางกำปั้น = 29.5 ซม.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.9 แสดงพื้นที่ทำงานในแนวราบ

- **จากภาพระยะของส่วนพื้นที่ทำงานกับตัวผู้ใช้มีขนาดประมาณ 23.75 เซนติเมตร**

<u>สรุป</u> **ส่วนทำงานนั้นควรมีระยะห่างจากตัวผู้ใช้ประมาณ 23 เซนติเมตร**

การพิจารณาขนาดความกว้างของส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

พิจารณามาจากขนาดของมิติอุปกรณ์ สิ่งของที่ใช้ในการทำงานหลัก ๆ อันได้แก่

- หนังสือ ,นิตยสาร
- พ็อกเก็ตบุค
- หนังสือพิมพ์
- คอมพิวเตอร์พกพา (Notebook)

มิติและขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์

- หนังสือ , นิตยสาร มีขนาด กว้าง*ยาว*หนา คือ 21 * 29 * หนาประมาณ 0.5 –2 เซนติเมตร
- พ็อกเก็ตบุ๊ค มีขนาด กว้าง * ยาว * หนา คือ 11 *1 9 * 2 เซนติเมตร
- หนังสือพิมพ์ มีขนาด กว้าง * ยาวขณะพับ คือ 30 * 40 เซนติเมตร
- คอมพิวเตอร์พกพา มีขนาด กว้าง * ยาว * สูง คือ 23.0 * 29.6 * 2.5 นน. 1.7 กิโลกรัม

* ข้อมูล Notebook รุ่น s8 series notebook pc milliniam spirit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ขนาดความกว้างของพื้นที่ส่วนทำงาน

การทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้น ส่วนทำงานจะเป็นในลักษณะการทำงานระยะสั้น ๆ จึงไม่มีความจำเป็นต้องมีพื้นที่การใช้งานที่มีขนาดใหญ่

การพิจารณานำขนาดความกว้างของขนาด Notebook มาใช้ทำการออกแบบ เนื่องจากเป็นขนาดความกว้างที่มีค่ามากที่สุด (ขนาดความกว้างของหนังสือพิมพ์ในขณะพับนั้น เมื่อใช้งานจริงจะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น นอกจากนี้การอ่านหนังสือพิมพ์บนส่วนที่นั่งนั้น ไม่มีความจำเป็นต้องใช้การวางอ่านแบบหนังสือทั่วไป)

สรุป ขนาดความกว้างของส่วนทำงานที่นำเข้ามาเสริมนั้นควรมีความกว้างประมาณ 23 เซนติเมตร

.....

2.5.2 การปรับระดับสูง – ต่ำ

เป็นการออกแบบ เพื่อสนับสนุนการใช้งานรถนั่งคนพิการไฟฟ้าให้ได้ประโยชน์เต็มที่ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้พิการ สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน

ประโยชน์ของการที่รถนั่งคนพิการไฟฟ้าสามารถปรับระดับความสูงต่ำได้ คือ

- ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติกิจกรรมประจำวันด้วยตนเองได้คล่องตัวขึ้น
- ผู้ป่วยมีความมั่นใจในการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองมากขึ้น
- ลดภาระแก่บุคคลรอบ ๆ ข้าง
- สุขภาพจิตของผู้ป่วยและบุคคลในครอบครัวดีขึ้น

การวิเคราะห์ความสูง – ต่ำที่เหมาะสมของการปรับระดับ

○ ขนาดสัดส่วนและความสามารถของคนนั่งรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

ภาพที่ 5.10 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนและความสามารถของคนนั่งรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรม	ระดับความสูง (ซม.)
1. ความสูงเก้าอี้	40.0 – 44.0
2. ความสูงเก้าอี้โซฟา	40.0 – 45.0
3. ความสูงโต๊ะกลาง	30.0 – 45.0
4. ความสูงโต๊ะรับประทานอาหาร	73.0 – 76.0
5. ความสูงเตียง	40.0 – 55.0
6. ความสูงอ่างล้างหน้า	86.4
7. ความสูงชักโครก (ผู้ใหญ่)	40.0 – 42.0
8. ความสูงซิ้งอ่างล้างจาน	90.0 – 95.0
9. ความสูงหิ้งวางของสูง (ชาย),ตู้เสื้อผ้า	182.9 – 193.0
10. ความสูงหิ้งวางของสูง (หญิง) ,ตู้เสื้อผ้า	175.3 – 182.9
11. ความสูงชั้นวางรองเท้า	25.4 – 30.5
12. ความสูงโทรศัพท์สาธารณะปกติ	171.4 (ระยะสูงสุดของหูโทรศัพท์)
13. ความสูงโทรศัพท์สาธารณะคนพิการ	163.8 (ระยะสูงสุดของหูโทรศัพท์)
14. ความสูงชั้นวางหนังสือ	172.0 (ระยะสูงสุดของชั้นวางหนังสือ)
15. ระยะสูงสุดของปุ่มกดลิฟท์	137.2

ตารางที่ 5.11 ตารางแสดงขนาดสัดส่วนของเฟอร์นิเจอร์ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า

* * * **การวิเคราะห์ระยะการปรับระดับส่วนที่นั่งให้สูงขึ้น**

จากตารางพิจารณาระดับความสูงสูงสุดที่รถนั่งคนพิการไฟฟ้าเกี่ยวข้อง

- ความสูงหิ้งวางของสูงภายในตู้เสื้อผ้านั้น โดยทั่วไปผู้พิการจะวางของให้อยู่ใน ระดับที่ตนเองใช้งานได้สะดวก ดังนั้นความถี่ในการใช้งานจึงมีน้อยมาก ระยะที่เหมาะจะนำมาพิจารณา คือ

- ความสูงของชั้นวางหนังสือสูงสุด 172 ซม. บวกกับระยะการหยิบหนังสืออ้างอิงจากระยะความความกว้างเฉลี่ยของฝ่ามือ 8.2 (ชาย) , 7.2 (หญิง)

- ค่าระยะเอื้อมมือสูงสุดจากพื้นถึงจุดกึ่งกลางมือของผู้ใช้รถนั่งคนพิการไฟฟ้า มีค่า 158.1 (ชาย) และ 144.1 (หญิง)

สรุป ระยะความสูงของการปรับระดับส่วนที่นั่งขึ้นมีค่า = (172.0+8.2) – 144.1 คือ 36.1 **เซนติเมตร หรือ ประมาณ 36.0 เซนติเมตร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* * * **การวิเคราะห์ระยะการปรับระดับส่วนที่นั่งให้ต่ำลง**

จากตารางพิจารณาระดับความสูงต่ำสุดที่รถนั่งคนพิการไฟฟ้าเกี่ยวข้อง

- ความสูงเตียงนอน มีค่าต่ำสุด 40.0 เซนติเมตร
- ความสูงของส่วนที่นั่งรถนั่งคนพิการไฟฟ้า 49.5 เซนติเมตร

สรุป ระยะของการปรับระดับส่วนที่นั่งลงมีค่า = 49.5 – 40.0 คือ **ประมาณ 9.5 เซนติเมตร**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้าคันใหม่

ขนาดสัดส่วน	ค่าที่นำมาใช้	ค่าที่ใช้
1. ความสูงของที่นั่ง	ค่าสูงสุด + ความหนารองเท้า	49.5 ซม.
2. ความกว้างของที่นั่ง	ค่าสูงสุด	50.0 ซม.
3. ความลึกของที่นั่ง	ค่าต่ำสุด	46.0 ซม.
4. ความสูงของพนักพิง	ค่าต่ำสุด	≈45.0 ซม.
5. ความกว้างของพนักพิง	ค่าสูงสุด	≈ 50.0 ซม.
6. ความเอียงของพนักพิง	ค่ามาตรฐาน	95 – 100 องศา
7. ความสูงของที่เท้าแขน	ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	22.4 –41.5
8. ความกว้างของที่เท้าแขน	ค่าสูงสุด	≈ 57.2 ซม.
9. ความยาวที่เท้าแขน	ค่าต่ำสุด	29.3 ซม.
10. ตำแหน่งมือจับ	ค่าเฉลี่ย	≈77.0 ซม.
11. เส้นผ่าศูนย์กลาง มือจับ (HANDLE)	ค่ามาตรฐาน	∅ 3.8 ซม.
12. ระยะความกว้างระหว่างมือจับ (HANDLE)	ค่าสูงสุด	50.0 ซม.
13. ความสูงของส่วนพักเท้า		
14. ความเอียงของส่วนพักเท้า	ค่ามาตรฐาน	≈10 – 15 ซม.
15. ความยาวของส่วนพักเท้า	ค่ามาตรฐาน	30 องศา
16. ความกว้างของส่วนพักเท้า	ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	38.15 – 47.5 ซม.
17. ระยะห่างที่สามารถปรับส่วนที่นั่งสูงขึ้นได้	ค่าสูงสุด	-
21. ระยะห่างที่สามารถปรับส่วนที่นั่งต่ำลงได้	ค่าสูงสุด	36.0 ซม.
	ค่าสูงสุด	9.5 ซม.

ตารางที่ 5.12 ตารางสรุปขนาดสัดส่วนของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ

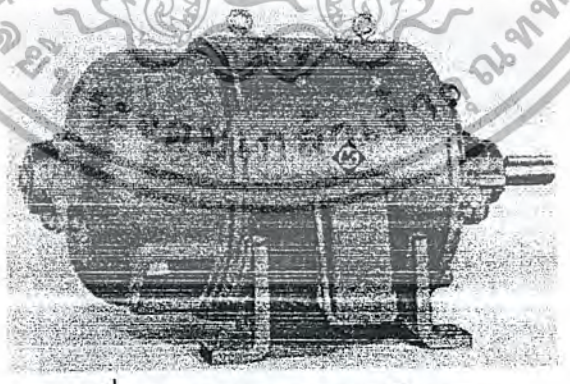
ระบบที่นำมาใช้เป็นระบบการใช้กำลังขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ได้แก่ การใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ไปเป็นพลังงานให้แก่มอเตอร์ ซึ่งจะมีการกล่าวถึงรายละเอียดทางด้านระบบต่อไป

2.6.1ข้อมูลเกี่ยวกับระบบมอเตอร์

เนื่องจากมอเตอร์แต่ละแบบก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ในงานแต่ละอย่าง อย่างไรก็ดี สำหรับรถไฟฟ้าโดยทั่ว ๆ ไปในแง่ของการใช้งานแบบต่อเนื่องแล้ว มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำออกจะได้เปรียบกว่าเมื่อน้ำหนักเท่ากัน เพราะสามารถให้กำลังได้มากกว่าเนื่องจากวิ่งได้รอบสูงกว่า และมีแรงบิดสูงกว่าด้วยแต่ก็ต้องอาศัยอุปกรณ์ควบคุมที่ยุ่งยากกว่าในการเปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ และที่สำคัญคือเมื่อเริ่มต้นหมุนมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำมีแรงบิดต่ำกว่าทำให้ต้องอาศัยเกี่ยร์ทดเข้าช่วย ซึ่งเป็นเหตุให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ข้อได้เปรียบเรื่องที่ว่าน้ำหนักมอเตอร์เบากว่าก็หมดไป และสิ่งสำคัญที่เพิ่มเข้ามาคือราคาที่สูงขึ้น ดังนั้นถ้าพิจารณาในแง่ของความสะดวกและราคาของอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว มอเตอร์กระแสตรงก็ได้เปรียบอยู่มากทีเดียว

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและการควบคุม

มอเตอร์คือ เครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงาน (Mechanical Energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ถูกนำไปรวมใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าถึงประมาณ 80-90% ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)

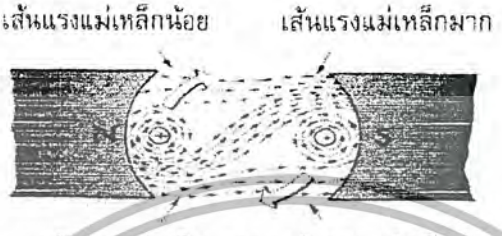


ภาพที่ 6.1.1 ภาพแสดงมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

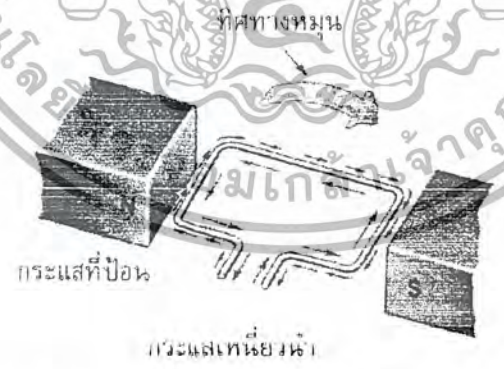
หลักการเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้ามีโครงสร้างเบื้องต้นที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนแม่เหล็กถาวร และส่วนของขดลวดตัวนำ ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าอาศัยสนามแม่เหล็ก 2 ชุดที่เกิดขึ้น ได้แก่ สนามแม่เหล็กถาวร และสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดตัวนำ ส่งผลให้เกิดการผลักดันกันขึ้นของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้ขอลวดตัวนำที่วางอยู่กลางแม่เหล็กถาวร เกิดการหมุนเคลื่อนที่ไปได้ การหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำและทิศทางการเคลื่อนที่ แสดงดังรูป



ภาพที่ 6.1.2 ภาพแสดงการเกิดสนามแม่เหล็กภายในมอเตอร์

จากรูปแสดงทิศทางการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำแสดงด้วยรูปหน้าตัดวงกลม ด้านซ้ายแสดงด้วยกากบาทกลางวงกลม (+) เป็นทิศทางกระแสนิยมเคลื่อนที่เข้าขดลวดตัวนำ ด้านขวาแสดงด้วยจุดกางวงกลม (●) เป็นทิศทางกระแสนิยมเคลื่อนที่ออกจากขดลวดตัวนำเส้นแรงแม่เหล็กเกิดรอบเส้นลวดตัวนำ ด้านซ้ายหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ส่วนเส้นแรงแม่เหล็กเกิดรอบเส้นลวดตัวนำด้านขวาหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เกิดแรงผลักดันกันระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กถาวร กับเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำ เคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา การเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำขณะขดลวดตัวนำหมุน ดังรูป



ภาพที่ 6.1.3 ภาพแสดงการเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำขณะขดลวดตัวนำหมุน

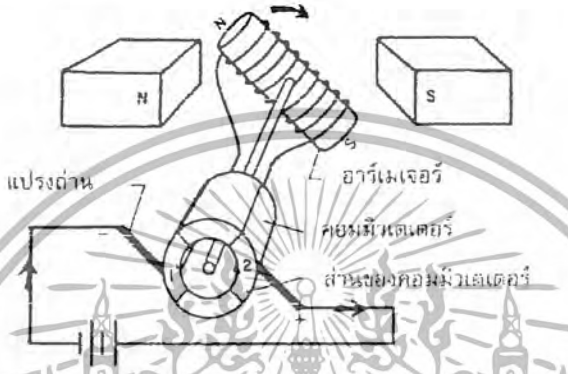
รูปแสดงการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดตัวนำของมอเตอร์ไฟฟ้า ระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นจากากรที่ขดลวดตัวนำหมุนตัดผ่านสนามแม่เหล็กมีทิศทางของกระแสไฟฟฟ้าสวนทางกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าที่ผ่านให้ขดลวดตัวนำ ผลดังกล่าวนี้ทำให้เกิดแรงต้านการหมุนของมอเตอร์ขึ้นมา มีผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor) คือมอเตอร์ที่ทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟตรงและกระแสตรง ไปทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก 2 ชุด มีอำนาจแม่เหล็กผลักดันทำให้มอเตอร์หมุนเคลื่อนที่ได้ การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังรูป



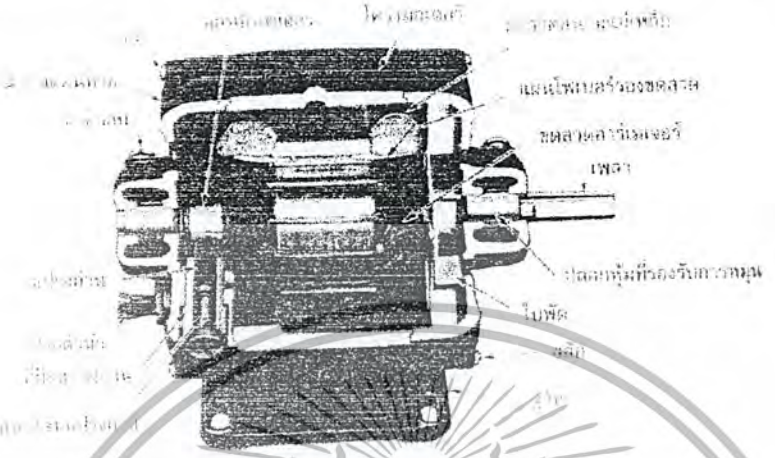
ภาพที่ 6.1.4 ภาพแสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูป เป็นการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายผ่านแปรงถ่าน ไปคอมมิวเตอร์ไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมามีด้านซ้ายเป็นขั้ว N และด้านขวาเป็นขั้ว S เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมคอมมิวเตอร์หมุนตามไปด้วยแปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตอร์เปลี่ยนไปแปรงถ่านทั้งสองสัมผัสกับส่วนช่องว่างของคอมมิวเตอร์ก่อนเปลี่ยนขั้วการจ่ายแรงดันไฟกระแสตรงให้อาร์เมเจอร์ ส่งผลให้ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกับอาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ถูกผลิตมาใช้งาน จะมีโครงสร้างและส่วนประกอบ คล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีส่วนประกอบที่สำคัญๆ เหมือนกัน มีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกัน แตกต่างกันตรงการนำไปใช้งาน โครงสร้างและส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 6.1.5 ภาพแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์

ส่วนประกอบหลัก ๆ มีดังนี้

1. **ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)** คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็ก ที่ยึดติดกับโครง ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวร ขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดที่อาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟกระแสตรงให้มอเตอร์
2. **ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces)** คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการไหลเวียนกระแสวน (Eddy Current) ที่จะทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กมีความเข้มข้นสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วสนามแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี
3. **โครงมอเตอร์ (Motor Frame)** คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **อาร์เมเจอร์** (Armature) คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นผึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมเจอร์ทำหน้าที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาเมื่อจ่ายแรงดันไฟกระแสตรงให้ตัวมอเตอร์เพื่อให้เกิดแรงผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5. **คอมมิวเตเตอร์** (commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้าอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) และถูกแยกออกจากเพลาด้วยฉนวนไมก้าเช่นกัน ตอนปลายของคอมมิวเตเตอร์ต่อเข้ากับขดลวดอาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟกระแสตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ โครงสร้างของอาร์เมเจอร์และคอมมิวเตเตอร์ แสดงดังรูป

ภาพที่ 6.1.6 ภาพแสดงโครงสร้างของอาร์เมเจอร์และคอมมิวเตเตอร์

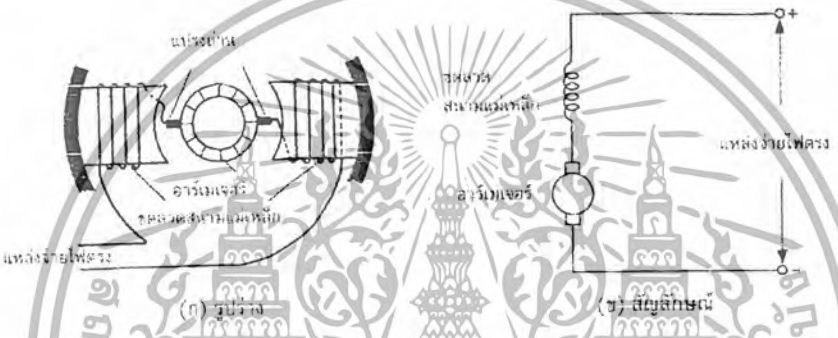
6. **แปรงถ่าน** (Brush) คือตัวสัมผัสของคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือกราไฟต์ผสมทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟกระแสตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์ แปรงถ่านและที่ยึดแปรงถ่าน (Brush Holder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

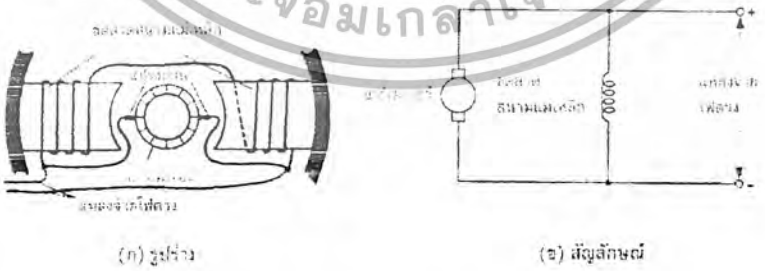
การต่อใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งออกได้ตามการต่อวงจรของขดลวดสนามแม่เหล็กเข้ากับชุดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ แบ่งการต่อวงจรออกได้เป็น 3 แบบคือ ต่อแบบอันดับ ต่อแบบขนาน และต่อแบบผสม

1. **มอเตอร์อันดับ** มอเตอร์อันดับ (Series Motor) คือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ต่ออันดับหรืออนุกรมกันระหว่างขดลวดสนามแม่เหล็กกับชุดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ มอเตอร์อันดับนี้มีแรงบิดสูง (High Torque) มีกำลังในการเร่งรวดเร็ว นิยมนำไปใช้กับการขับเคลื่อนที่ภาระมากๆ เช่น มอเตอร์สตาร์ทในรถยนต์ ปั้นจั่น เครื่องยก บันไดเลื่อน และสะพานยก เป็นต้น ข้อควรระวังต้องไม่จ่ายไฟให้มอเตอร์ทำงานขณะไม่มีภาระ เพราะมอเตอร์จะหมุนเร็วมากจนชำรุดเสียหายได้ การต่อมอเตอร์อันดับแสดงดังรูป



ภาพที่ 6.1.7 ภาพแสดงการต่อมอเตอร์อันดับ

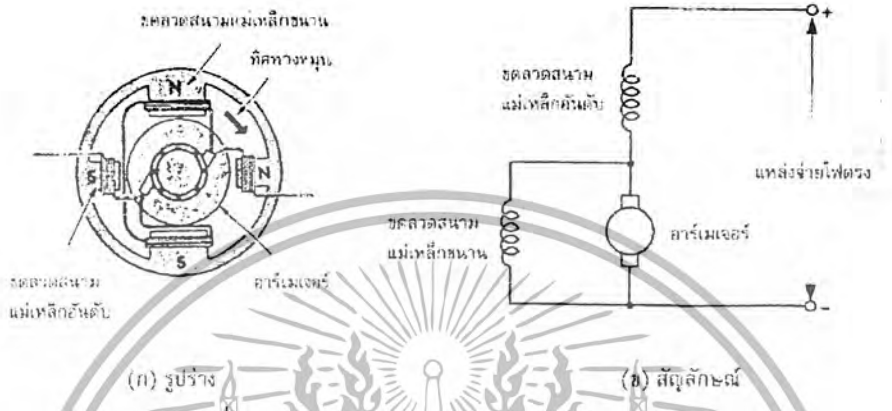
2. **มอเตอร์ขนาน** มอเตอร์ขนาน (Shunt Motor) คือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ต่อขนานกันระหว่างขดลวดสนามแม่เหล็กกับชุดอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ มอเตอร์ขนานนี้จะให้ความเร็วที่คงที่ตลอดเวลา ไม่ว่าภาระจะเปลี่ยนแปลงค่ามากขึ้นหรือน้อยลงก็ตาม นิยมนำไปใช้งานในการขับเครื่องจักร เช่น เครื่องไส เครื่องกัด เครื่องกลึง เครื่องเจาะ เครื่องพิมพ์ และพัดลมระบายอากาศขนาดใหญ่ เป็นต้น การต่อมอเตอร์ขนาน แสดงดังรูป



ภาพที่ 6.1.8 ภาพแสดงการต่อมอเตอร์ขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

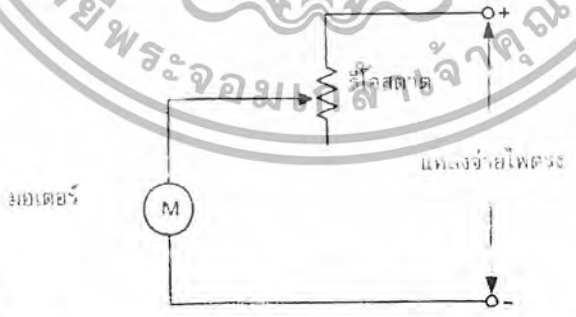
3. **มอเตอร์ผสม** มอเตอร์ผสม (Compound Motor) คือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีสนามแม่เหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งต่ออันดับกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์และอีกชุดหนึ่งต่อขนานกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ มอเตอร์ผสมรวมข้อดีของมอเตอร์อันดับและมอเตอร์ขนานไว้คือ มีแรงบิดเริ่มต้นหมุนสูง และมีความเร็วที่คงที่เมื่อภาวะเปลี่ยนแปลงค่ามากขึ้นหรือน้อยลงก็ตาม การต่อมอเตอร์ผสมแสดงดังรูป



ภาพที่ 6.1.9 ภาพแสดงการต่อมอเตอร์ผสม

การปรับความเร็วและการกลับทางหมุน

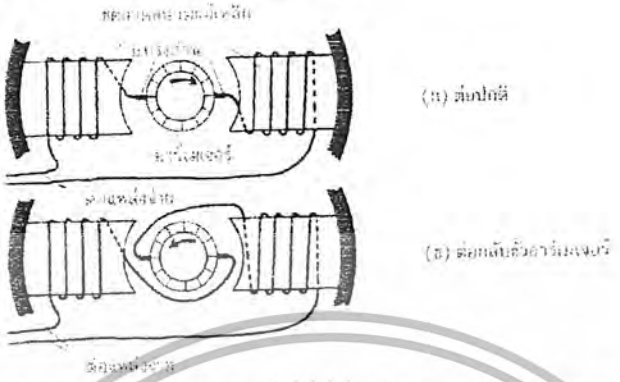
ความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด สนามแม่เหล็กและอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเมื่อควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านมอเตอร์เปลี่ยนแปลงมอเตอร์จะมีความเร็วในการหมุนเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การปรับเปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านวงจรมอเตอร์เปลี่ยนแปลง ทำได้โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Variable Resistor) หรือรีโอสตาท (Rheostat) ต่ออันดับกับวงจรมอเตอร์ ลักษณะการต่อวงจรแสดงดังรูป



ภาพที่ 6.1.10 ภาพแสดงการต่อรีโอสตาทปรับความเร็วมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกลับทางหมุน ทำได้โดยการกลับขั้วแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เช่น จากเดิมจ่ายขั้วบวกก็กลับเป็นจ่ายขั้วลบแทน และเดิมจ่ายขั้วลบก็กลับเป็นจ่ายขั้วบวกแทน หรืออาจกลับขั้วต่อรับแรงดันไฟกระแสตรงของอาร์เมเจอร์ ทำอย่างใดอย่างหนึ่ง การกลับขั้วต่อรับแรงดันไฟกระแสตรงของอาร์เมเจอร์ แสดงดังรูป



ภาพที่ 6.1.11 ภาพแสดงการต่อวงจรหมุนกลับทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จุดประสงค์และแนวทางวิเคราะห์ในการเลือกมอเตอร์

มอเตอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานในรถนั่งคนพิการไฟฟ้าควรให้แรงบิดสูงในตอนเริ่มต้นหมุน และมีความเร็วที่คงที่เมื่อภาระเปลี่ยนแปลงค่ามากขึ้นหรือน้อยลง ในการขับเคลื่อน มีขนาดที่กระทัดรัด ไม่ใหญ่และหนักมากจนเกินไป

	ค่าความสำคัญ	มอเตอร์อนุกรม	มอเตอร์ขนาน	มอเตอร์ผสม
มีแรงบิดสูงในตอนเริ่มต้น	4	4	2	4
มีค่าความเร็วคงที่	4	2	4	4
ขนาด	3	3	1	2
น้ำหนัก	2	3	2	2
รวม		39	31	42

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.1.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของการเลือกใช้มอเตอร์แบบต่าง ๆ

สรุป การวิเคราะห์เลือกชนิดของมอเตอร์ เลือกมอเตอร์กระแสตรงแบบผสมขนาด 400 วัตร จำนวน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังคืออะไร ระบบส่งกำลังคือการชักนำ การถ่ายกำลังจากตัวต้นกำลังจากแกนหนึ่งไปสู่อีกแกนหนึ่ง ซึ่งการส่งกำลังคือการส่งกำลังที่กระทำนี้มีทิศทางเดียวกัน และทิศทางสวนกัน เป็นการช่วยเพิ่มความเร็วรอบของต้นกำลังให้มากขึ้น หรือลดให้ช้าลง เป็นต้น

- ระบบส่งกำลังมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีต่อไปนี้เป็นระบบส่งกำลังที่ใช้กันมากที่สุด

1. การส่งกำลังด้วยเฟือง
2. การส่งกำลังด้วยสายพาน
3. การส่งกำลังด้วยโซ่

1. ระบบส่งกำลังโดยเฟือง

การป้องกันมิให้มีการลื่น ในการส่งถ่ายกำลังมาก ๆ จำเป็นที่จะต้องใช้ฟันขบกันตามรูปด้านล่าง ล้อกลมที่มีฟันเราเรียกว่าเฟือง (Gear) เฟืองขนาดเล็กเราจะเรียกว่า พินเนี่ยน (Pinion) และมักจะเป็นเฟืองขับเป็นส่วนมาก เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อเสียดทานเดิมเรียกว่า เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ (Pitch Diameter) ส่วนโค้งของฟันเฟืองจะต้องมีลักษณะพิเศษที่จะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Mw ในขณะที่ฟันเฟืองทั้งสองขบกัน ผิวโค้งดังกล่าวเราเรียกว่า ส่วนโค้งอินโวลุท (Involute Curves)

ในเฟืองตรง (Spur Gear) ซึ่งเป็นเฟืองที่ง่ายที่สุดในบรรดาเฟืองทั้งหลาย เฟืองตรงมีฟันเฟืองที่ตรง และขนานกันกับแกนหมุนของเฟือง ลักษณะและคุณสมบัติของเฟืองตรงนี้มีส่วนใกล้เคียงกับเฟืองอื่น ๆ มากพอสมควรจึงนิยมใช้เป็นคำอธิบายลักษณะ และส่วนประกอบ

ภาพที่ 6.2.1 ภาพแสดงฟันเฟืองถูกเพิ่มเข้าไปบนล้อเสียดทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

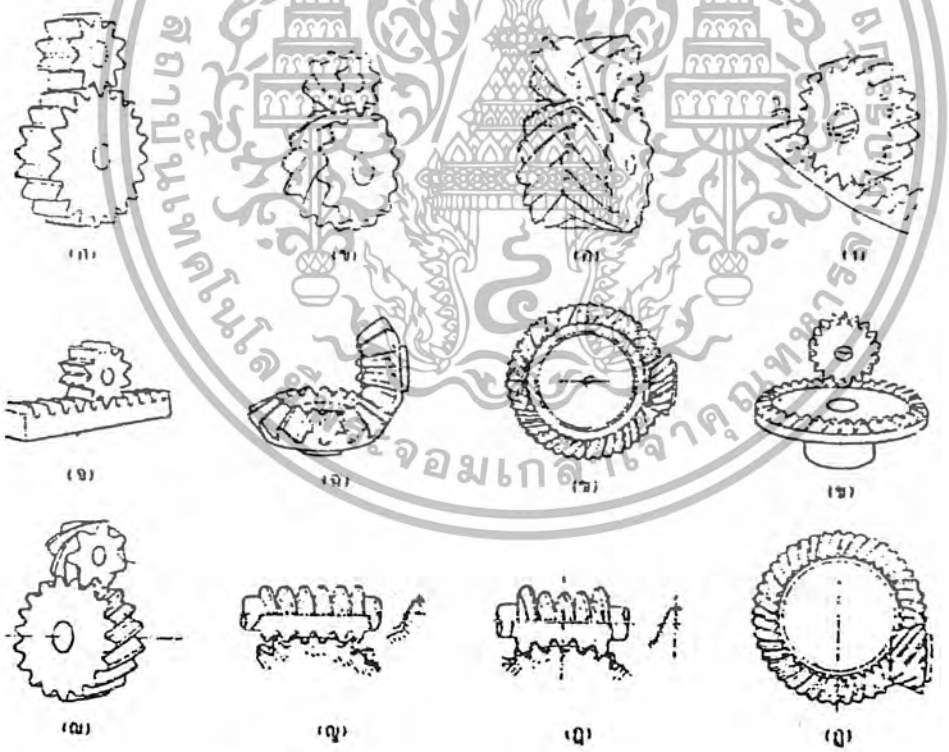
เพื่อเพิ่มความทนทานในการรับแรงสูง ๆ ให้กับเฟือง มักจะใช้เหล็กหล่อ เหล็กกล้า คาร์บอนต่ำ บรอนซ์ และเหล็กกล้าผสมโลหะ ทำเป็นเฟืองเหล็กมักจะไม่ชุบแข็งทั้งหมด แต่จะชุบแข็งที่ผิวของเฟือง โดยวิธี Carburizingnitriding หรือ Cyaniding ทั้งนี้เนื่องจาก

1. รูปแบบจะมีบิดเบี้ยวน้อยมาก
2. การชุบผิวจะเพิ่มความต้านทานต่อความล้าได้อีกมาก เพราะในเนื้อในแกนของเฟืองยังมีความยืดหยุ่นตัวได้ นอกจากนี้ความเค้นอัดหลงเหลือบนผิวที่พ่น หรือฉาบคาร์บอนไว้ ยังต้านความล้าได้ดี

เฟืองอโลหะ ใช้สำหรับงานส่งถ่ายทอดกำลังที่ต้องการความเงียบเป็นอย่างมาก เฟืองชนิดนี้จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าเฟืองโลหะ และมีการนำความร้อนต่ำมาก

วิธีการตัดเฟือง ถ้าเฟืองคู่หนึ่งนำมาขบกันจะมีฟันพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 1 ฟัน เช่น ถ้าเฟืองขับมี 15 ฟัน และเฟืองตามมี 61 ฟัน เมื่อเฟืองขับหมุนได้ 4 รอบ ฟันคู่เดิมก็จะขบกันอีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าเฟืองตามมี 61 ฟัน เฟืองขับจะต้องหมุน 61 รอบ และเฟืองตามหมุน 15 รอบ ฟันคู่เดิมจึงจะมาขบกันอีกครั้ง วิธีเพิ่มฟันพิเศษนี้ ทำให้การสึกหรอของฟันเฟืองเกิดขึ้นช้าลง

การจำแนกประเภทของเฟือง



ภาพที่ 6.2.2 ภาพแสดงลักษณะรูปร่างของเฟืองชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของเพลา	เฟือง	หมายเหตุ
เฟืองอยู่บนเพลาที่ขนานกัน (parallel shaft gear)	เฟืองตรง(ก) เฟืองเอียง(ข) เฟืองเอียงคู่(ค)	การจำแนกประเภทเฟืองตามรูปร่างของฟัน
	เฟืองฟันนอก เฟืองฟันในและพีเนี่ยน(ง) เฟืองรางและพีเนี่ยน(จ)	หมุนสวนทางกัน หมุนทางเดียวกัน หมุนและเคลื่อนที่ในแนวเส้น
เฟืองที่อยู่บนเพลาที่ตัดกัน (intersection shaft gear)	เฟืองดอกจอกตรง(ฉ) เฟืองดอกจอกเกลียว(ช) เฟืองดอกจอกซีโรล เฟืองดอกจอกเอียง เฟืองดอกจอกเอียงคู่	การจำแนกประเภทแบ่งตามรูปร่างของฟัน
	เฟืองลาดเพลาตัดกัน เฟืองหน้าเพลาตัดกัน(ซ)	เฟืองที่ใช้กับเพลาตัดกันแบบพิเศษ
เฟืองที่เพลาข้ามกัน (crossed axis gear)	เฟืองเอียงขวา(ฌ) เฟืองเอียงและรางฟัน	สัมผัสเป็นจุด หมุนเคลื่อนที่ในแนวเส้น
	เฟืองหนอนทรงกระบอก(ญ) เฟืองหนอนล้อมคู่(ฏ) เฟืองหนอนข้าง	
	เฟืองเอียงหน้า(ฏ) เฟืองหน้าเพลาข้ามกัน	

ตารางที่ 6.2.1 ตารางแสดงประเภทของเฟืองและเพลา

ห้องเฟือง

แบ่งออกได้เป็น ห้องเฟืองที่สามารถทดความเร็วมอเตอร์ให้เร็วขึ้นหรือลดลง โดยใช้ครัชในการปรับเปลี่ยนชุดเฟืองภายใน และห้องเฟืองที่ไม่ใช้ครัช ใช้การเพิ่มความเร็วให้กับระบบต้นกำลัง เช่นมอเตอร์ ซึ่ง ห้องเฟืองที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นเป็นห้องเฟืองระบบหลัง หรือเรียกอีกแบบว่า ห้อ เฟืองระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบส่งกำลังโดยสายพาน

เป็นระบบที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง การส่งกำลังแบบสายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้

สายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพานคือ

1. สายพานแบน (Flat belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
2. สายพานลิ่ม (V-belts) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู
3. สายพานกลม(Ropes) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม
4. ไทม์มิ่งเบ็ลท์ (Thiming belts) หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่ทำร่องคล้ายฟันเฟือง ตลอดความยาวของสายพาน

- การทำงานของสายพานลิ่ม

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย เพราะผลจากการยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เวียกับร่องของรูปลิ่มของมู่เล่ย์ ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งจะทำให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย

ข้อดี	ข้อเสีย
- ราคาถูกใช้งานง่าย - รับแรงกระตุกและสั่นสะเทือนได้ดี - ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง - ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ - ความเร็วรอบที่ได้คงที่ - อัตราทดสูงถึง 1 ต่อ 10 - ระยะห่างระหว่างเพลาน้อย - ส่งกำลังได้สูง - ไม่มีการลื่นตัว ตกมู่เล่ย์ - แรงรัดก่อนทำงานน้อย แบริ่งจึงไม่ต้องรับแรงมากเกินไป	- มีการกระตุกเป็นช่วง ๆ - อัตราทดไม่แน่นอน จากการคลิป (Slip) และการครีฟ (Creep) ของสายพาน - ต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลา หรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างใช้

ตาราง 6.2.2 ตารางแสดงข้อดีข้อเสียของระบบส่งกำลังแบบสายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การส่งกำลังด้วยโซ่

การขับด้วยโซ่มีใช้ในรถจักรยานยนต์ รถจักรยาน และเครื่องจักรกล มีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่ หรือเฟืองโซ่ (Sprocket) ซึ่งอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม อัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟือง

เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความไว้วางใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้า และเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และในการขนส่งและการขนถ่ายวัสดุ

การขับด้วยโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับด้วยสายพาน และการขับด้วยเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพานจะขับได้พร้อม ๆ กันหลายเพลา ซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนกันก็ได้

หลักการทำงานของโซ่

ในการขับด้วยโซ่อาจขับเพียงหนึ่งเฟืองโซ่ หรือหลายเฟืองโซ่ก็ได้ และอาจหมุนในทิศทางเดียวกันกับเฟืองโซ่หรือขับสวนทางกันก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อสมมติฐานว่าเฟืองโซ่จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน และเพลาจะต้องขนานกันและอยู่ในแนวระดับด้วย ความเร็วขอบของเฟืองโซ่สามารถใช้ได้ถึง 20 – 25 เมตร/วินาที

สิ่งจำกัดในการส่งกำลังด้วยโซ่เมื่อใช้งานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงสุด ก็คือการสึกหรอของข้อต่อและความต้านแรงล้า (Fatigue strancth) ของวัสดุชิ้นส่วนโซ่นอกจากนี้แล้วถ้าใช้งานด้วยความเร็วสูงจะต้องคำนึงถึงแรงที่จะเกิดขึ้นในโซ่ เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง ในการขับโดยใช้โซ่หลายเส้น ขนานกัน เป็นสองชั้น (Doubl strand) หรือสามชั้น (Triple strand) อาจทำให้แรงที่กระทำกันกับโซ่ไม่กระจายไปเท่า ๆ กัน ตลอดความกว้างของโซ่และถ้าหล่อลื่นไม่ดีพอ ก็จะเป็นสาเหตุประการสำคัญที่จะทำให้โซ่สึกหรอได้มาก

โซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่จะมีลักษณะที่คล้ายกับรูปหลายเหลี่ยมบนเฟืองโซ่ ทำให้แขนของแรงในแนวสัมผัสกับเฟืองโซ่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ส่งกำลัง นอกจากนี้ ในระหว่างที่โซ่เคลื่อนเข้าหากันและเคลื่อนออกจากเฟืองโซ่ ข้อต่อแต่ละข้อจะเกิดการหมุนเทียบกับข้อต่อโซ่ข้างเคียง เป็นมุม 2 การหมุนนี้จะทำให้เกิดความเสียดทานขึ้นเป็นผลทำให้สูญเสียกำลังและโซ่สึกหรอ ผลต่อมาก็คือระยะพิตของโซ่เพิ่มขึ้นจนอาจหลุดออกจากเฟืองโซ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง 2. ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงในโซ่ขั้นต้นเพื่อต้านแรงดึงเหมือนกับสายพาน ทำให้อายุการใช้งานของแบริ่งที่รองรับเพลาเพิ่มมากขึ้น 3. ไม่มีการสลิปในขณะส่งกำลังเหมือนสายพาน ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน 4. มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานด้วยอัตราทดเท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพาน และถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน 5. ติดตั้งง่ายกว่าสายพานเพราะเพียงแค่คล้องเข้าเฟืองโซ่แล้วใส่สลักเข้าไป 6. ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง	1. มีเสียงดัง และต้องมีการหล่อลื่นมาก 2. เนื่องจากความเร็วขอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด 3. ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เพลาจะต้องขนานกัน 4. ส่งกำลังแบบครอส ไดรฟ์ ไม่ได้ 5. มีราคาแพงกว่าการขับด้วยสายพาน

ตารางที่ 6.2.3 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบส่งกำลังด้วยโซ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์ของการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังควรเป็นระบบส่งกำลังที่มีขนาดกะทัดรัด ใช่งานง่ายไม่ต้องทำการดูแลรักษามากมายนัก ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง ให้ความเร็วที่คงที่

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบเฟือง	สายพาน	โซ่
- การใช้งานง่าย	4	4	3	3
- มีขนาดกะทัดรัด	3	4	2	3
- รับแรงบิดได้ดี	3	4	3	4
- เสียงเงียบ	3	3	3	
- ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ	2	1	2	1
- ราคาถูก	2	2	3	3
รวม		55	46	44

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.2.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์การเลือกใช้ระบบส่งกำลัง

สรุป ระบบการส่งกำลัง ใช้ระบบเฟืองส่งกำลัง เนื่องจากมีเสียงเงียบ มีประสิทธิภาพสูงรับแรงบิดได้ดีเหมาะกับงานรถไฟฟ้า มีขนาดกะทัดรัดใช้งานง่ายไม่จุกจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบเบรก/ห้ามล้อ

จากการนำเสนอข้อมูลที่ผ่านมาเกี่ยวกับระบบของล้อจะไม่สมบูรณ์หากไม่มีการเสริมระบบเกี่ยวกับเบรก และห้ามล้อ เนื่องจากในสภาพการใช้งานจริง แม้พื้นผิวส่วนใหญ่เป็นผิวเรียบ แต่ก็มีความขันอยู่ไม่น้อย ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ในบ้าน โรงพยาบาล หรือห้างสรรพสินค้าก็ตาม ด้วยเหตุนี้เองเก้าอี้ช่วยเดินซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องการความมั่นคง และปลอดภัยในการนำพาสูง จึงควรมีระบบเบรก/ห้ามล้อที่เหมาะสมต่อสภาพการใช้งาน

○ ระบบเบรก

หน้าที่ของเบรก ทำหน้าที่ลดความเร็วขณะที่วิ่งและทำให้รถหยุดตามต้องการ

เบรกแบบต่าง ๆ (TYPE OF BREAKES)

1. ดรัมเบรก (DRUM BREAKES) ดรัมเบรกครั้งแรกถูกนำมาใช้กับล้อหลังเท่านั้น ต่อมาจึงนำมาใช้กับทั้ง 4 ล้อในรถยนต์นั่งทั่วไป จนกระทั่งถึงปลายทศวรรษที่ 1960 ถึงถูกนำกลับไปใช้งานเฉพาะล้อหลังอีกครั้งหนึ่ง

2. เพาเวอร์เบรก หรือเบรกกำลัง (POWER BREAKES) ทำงานโดยสุญญากาศ ซึ่งภายในมีลูกสูบกั้นกลางระหว่างด้านที่เป็นสุญญากาศกับอีกด้านหนึ่งมีความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ เมื่อต่อก้านลูกสูบของหม้อสุญญากาศกับก้านกระทุ้งของแม่ปั๊มเบรก จะช่วยลดแรงที่ใช้เบรกของคนขับได้อย่างมาก

3. เบรกพ่วง (RV TRIALER BREAKES) เบรกรถพ่วงแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

3.1 เบรกแบบ ไฮดรอลิค ดรัมเบรก ซึ่งจะทำงานโดยแม่ปั๊มเบรก ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ยึดรถพ่วง เมื่อเราเบรก หัวลากแรงเฉื่อยของรถพ่วงจะไปกระแทกแม่ปั๊มเบรกที่หูยึดรถพ่วงทำงาน ทำให้รถพ่วงถูกเบรกพร้อมกันไปด้วย เรียกอีกแบบว่า เซ้ตเบรก (Surge Breakes)

3.2 เบรกไฟฟ้า (Electric brake) เบรกแบบนี้ใช้ดรัมเบรกที่รถพ่วง ซึ่งทำงานโดยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการเบรคจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้า ซึ่งถูกควบคุมโดยที่เบรกของรถหัวลาก

4. เบรกโดยการป้อนกระแสไฟฟ้ากลับ (Regenerative Breaking) ในรถไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ซึ่งใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่นั้น เมื่อผู้ขับต้องการที่จะลดความเร็ว ของรถลง ก็เพียงแต่ถอนคันเร่งขึ้น เป็นการสลับสายหัวต่อไฟฟ้าระหว่างแบตเตอรี่กับมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนรถนั้น เปลี่ยนลักษณะการทำงานจากมอเตอร์มาเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) โมเมนตั้มของรถ (หรือพลังงานจลน์) ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่รถเคลื่อนไป ก็จะขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (เดิมทำหน้าที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะประจุกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ ซึ่งในการใช้พลังงานจลน์ของรถในการขับเครื่องประจุไฟฟ้านี้ทำให้ความเร็วของรถลดลง

5. **ระบบป้องกันล้อตาย หรือแอนตี้ล็อก** บางที่เรียกว่า ระบบป้องกันการลื่นไถล ระบบนี้จะไม่ทำให้เบรกจับแน่นจนล้อตาย ไม่ว่าจะเหยียบเบรกแรงเท่าใดก็ตาม การเบรกแรง ๆ จนกระทั้งเบรกจับล้อติดตาย จะทำให้รถลื่นไถลและเสียการทรงตัว โดยเฉพาะการเบรกแรง ๆ ในขณะเลี้ยว

6. **เบรกแบบแอนตี้สกิด (Antiskid)** ใช้แหล่งพลังงานภายนอก เช่น สุญญากาศ ไฮดรอลิค หรือไฟฟ้ามาควบคุมกำลังดันของน้ำมันที่ใช้เบรกแต่ละล้อ ให้มีกำลังดันแตกต่างกัน ตามความเหมาะสม

7. เบรกลม (AIR BREAKES) เบรกลม ใช้กับรถขนาดใหญ่และรถที่ใช้บนทางหลวงการทำงานของเบรคใช้อากาศอัดตัวเป็นตัวควบคุมการทำงานตามหลักการของนิวเมติก ข้อดรของเบรกลมคือ แม้ว่าจะมีการรั่วของลมพียงเล็กน้อยก็ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเบรคลดลง เบรกลมนั้นจะต้องมีปั้มลมซึ่งขับโดยเครื่องยนต์ และต้องมีถังเก็บลม เพื่อให้มีลมใช้งานในขณะเบรกอยู่เสมอ

ระบบเบรกที่ใช้ในรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

- ระบบเบรกแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ระบบเบรกที่เลือกใช้เป็นระบบเบรกแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งติดอยู่กับระบบมอเตอร์ ซึ่งหลักการทำงาน จะมีลักษณะเหมือนครัช นั่นคือ เมื่อทำการเคลื่อนที่ ระบบเบรคจะทำการตัดกระแสไฟที่ขดลวดในครัชทำให้ครัชที่จับอยู่กับแกนเพลาของมอเตอร์ปล่อยตัว และเมื่อมอเตอร์หยุดหมุน ระบบเบรคจะส่งกระแสไฟไปที่ขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กจับครัชที่แกนเพลา ทำให้ล้อไม่สามารถหมุนได้

ภาพที่ 6.3.1 ภาพแสดงการทำงานของระบบเบรกแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ซึ่งจะเป็นผลดี เมื่อผู้ใช้เคลื่อนขึ้นเนิน หรือลงเนิน ระบบนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อผู้ใช้ทำการเปิดสวิตซ์ทำงานอยู่เท่านั้น

สรุป เลือกใช้ระบบการเบรกแบบแม่เหล็กไฟฟ้ามาทำการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **ระบบล็อคล้อในรถนั่งคนพิการไฟฟ้า**

วิธีล็อคล้อแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

1. การล็อคล้อโดยใช้แรงกดที่ยางล้อ เช่น รถนั่งคนพิการ
2. การล็อคล้อโดยใช้แรงเสียดทาน ที่ขอบล้อ เช่น เบรกก้ามปูของรถจักรยาน
3. การล็อคล้อโดยใช้แรงเสียดทานที่คุมล้อ

1. การล็อคล้อโดยใช้แรงกดที่ยางล้อ

ภาพที่ 6.3.2 ภาพแสดงส่วนล็อคล้อแบบใช้แรงกดที่ยางล้อ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ล็อกได้แน่น ล้อไม่หมุน 2. ขาล็อกอยู่ด้านบนทำให้กดล็อกได้สะดวก	1. ต้องเผื่อระยะขาล็อกทำให้เสียพื้นที่และเกะกะ 2. มีชิ้นส่วนหลายชิ้น ทำให้ทำความสะอาดไม่สะดวก

ตารางที่ 6.3.1 ตารางแสดงข้อดี-เสีย ของการล็อคล้อแบบกดที่ยางล้อ

2. การล็อคล้อโดยใช้แรงเสียดทานที่ขอบล้อ (เบรกก้ามปู)

ภาพที่ 6.3.3 ภาพแสดงระบบล็อคล้อแบบใช้แรงเสียดทานที่ขอบล้อ (เบรกก้ามปู)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีประสิทธิภาพในการเบรกดี 2. ติดตั้งง่าย	1. สึกหรอง่าย ต้องหมั่นคอยดูแล 2. ไม่สามารถปล่อยมือได้

ตารางที่ 6.3.2 ตารางแสดงข้อดี-เสีย ของเบรกก้ามปู

เป็นระบบเบรกที่ใช้งานได้ดี ทำงานโดยใช้ยางเบรกสัมผัสวงล้อ โดยต้องระวังอย่าให้โดนแก้มยาง เพราะจะทำให้เปื่อยยุ่ย อายุการใช้งานขึ้นกับการสึกหรอของยางเบรก

3. การล็อคล้อโดยใช้แรงเสียดทานที่ดุมล้อ

ระบบการล็อคล้อแบบนี้มีใช้ในรถนั่งคนพิการไฟฟ้า ซึ่งหลักการจะเป็นเหมือนครัช ซึ่งเชื่อมโยงกับระบบการขับเคลื่อนล้อ เมื่อหมุนดันระบบล็อก ที่ดุมล้อ แกนล้อจะถูกดึงออกจากระบบขับเคลื่อนและไปขัดกับแกนล็อคซึ่งจะทำให้ล้อถูกล็อค และเมื่อหมุนปลดล็อก แกนล้อจะถูกดันเข้าไปเชื่อมต่อกับระบบขับเคลื่อน ทำให้สามารถหมุนล้อได้ และสามารถขับเคลื่อนรถนั่งคนพิการไฟฟ้าไปได้

ภาพที่ 6.3.4 ภาพแสดงระบบการล้อคล้อแบบล็อกที่ดุมล้อ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ล็อกได้แน่น ล้อไม่หมุน 2. ขาล็อคอยู่ที่ดุมล้อทำให้ไม่เกะกะเวลาใช้งาน	1. ขาล็อคอยู่ที่ดุมล้อทำให้ต้องเอื้อมมือไปทำการล็อค อยู่ในตำแหน่งที่ไม่สะดวก 2. มีราคาแพง

ตารางที่ 6.3.3 ตารางแสดงข้อดี-ข้อเสียของการเบรกโดยใช้แรงเสียดทานที่ดุมล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เลือกระบบการล็อคล้อ

ระบบการล็อคล้อนี้ควรสามารถที่จะล็อคล้อได้แน่น และสะดวกเพราะเป็นส่วนที่ใช้งานค่อนข้างบ่อย และมีราคาที่ไม่แพงนัก

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบการล็อคล้อแบบ		
		บีบที่ยางล้อ	ก้ามปู	ล็อคที่ดุมล้อ
ล็อคล้อได้แน่น	4	4	4	4
อยู่ในตำแหน่งที่ผู้ใช้ถนัด	3	3	4	2
ล็อคง่าย ไม่ยุ่งยาก	4	4	2 ต้องทำการบีบเพื่อล็อค	4
ราคาถูก	2	4	4	2
รวม		49	44	42

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.3.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบการล็อคล้อ

สรุป เลือกระบบการล้อกล้อแบบบีบที่ยางล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ข้อมูลกี่ยวกับระบบแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ คำว่าแบตเตอรี่ในความหมายทางไฟฟ้า คือ การนำเซลไฟฟ้ามาต่อกัน

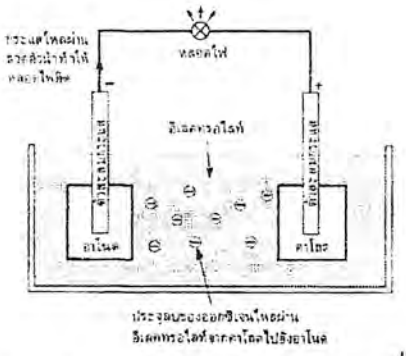
○ การทำงานของเซลไฟฟ้า

เซลไฟฟ้านั้นสร้างขึ้นได้โดยการนำแท่งตัวนำหรือเรียกว่า แท่งอิเลคโทรด(electrode) 2 แท่ง จุ่มลงในสารละลายที่เรียกว่า อิเลคทรอไลท์(electrolyte) แท่งอิเลคทรอโทรดแท่งหนึ่งจะเรียกว่าอาโนดซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ ส่วนอีกแท่งหนึ่งเรียกว่า คาโทด ซึ่งส่วนใหญ่จะทำมาจากออกไซด์ของโลหะ ออกไซด์ของโลหะเกิดจากการรวมตัวกันระหว่างอะตอมของโลหะกับออกซิเจน ส่วนอีเลคทรอไลท์ทำจากสารต่างๆได้หลายชนิด ซึ่งจะเลือกใช้ให้เหมาะกับอิเลคโทรดแต่ละชนิดเท่านั้น โดยที่เซลต่างชนิดกันจะใช้อิเลคโทรดต่างกัน ทำให้ใช้อิเลคทรอไลด์ต่างกันด้วย โลหะที่ใช้เป็นอาโนดนั้นจะเลือกให้มีความสามารถในการรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีว่าโลหะที่ใช้เป็นคาโถดถ้านำเอาอาโนดและคาโถดมาวางไว้ด้วยกันอาโนดจะดึงเอาออกซิเจนออกจากออกไซด์ของโลหะซึ่งเป็นคาโถดและทิ้งแท่งคาโถดไว้เป็นโลหะ ในกรณีนี้เรียกว่าอาโนดถูกออกซิไดซ์(oxidised)ส่วนคาโถดนั้นถูกรีดิวซ์ (reduced)

อิเลคทรอไลท์นั้นเป็นสารเคมีเฉพาะซึ่งยอมให้การแลกเปลี่ยนของออกซิเจนระหว่างอาโนดและคาโถดเกิดขึ้น โดยแท่งอาโนดและคาโทดเกิดขึ้น โดยแท่งอาโนดและคาโถดไม่จำเป็นต้องมาแตะกัน สารอิเลคทรอไลท์จะเป็นตัวนำอนุภาคของออกซิเจน (ซึ่งมีประจุลบ) ซึ่งเกิดขึ้นที่คาโถดเคลื่อนที่ข้ามไปสู่อาโนด ดังนั้นคาโถดจึงถูกรีดิวซ์ ส่วนอาโนดจะถูกออกซิไดซ์ จะเกิดความต่างศักย์ขึ้น (แรงดันไฟฟ้า) ในการที่ประจุของออกซิเจนจะไปรวมตัวกับโลหะจะต้อ

ปล่อยอิเลคตรอนออกมา ในขณะเดียวกับที่อนุภาคของออกซิเจนจะออกจากแท่งคาโถดและเข้าไปในสารอิเลคทรอไลท์จะต้องได้รับประจุมา ในกรณีนี้อิเลคตรอนซึ่งมาจากการปล่อยของออกซิเจนเพื่อที่จะไปรวมตัวกับแท่งของอาโนด จะเคลื่อนที่จากแท่งอาโนดเข้าไปในวงจรผ่านหลอดไฟ (ทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น) และเคลื่อนกลับไปสู่แท่งคาโถดซึ่งมันสามารถประจุอนุภาคของออกซิเจนได้ดีกว่า การไหลของประจุออกซิเจนจะทำให้การไหลของกระแสขึ้นในการวงจรที่ต่ออยู่จนหระทั่งแท่งคาโถดไม่มีอนุภาคของออกซิเจนหรือจนกระทั่งอาโนดถูกออกซิไดซ์หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.4.1 ภาพแสดงหลักการของแบตเตอรี่อย่างง่าย ๆ

○ **เซลล์แบบปฐมภูมิ** (Primary Cell)

เซลล์แบบปฐมภูมิเป็นเซลล์ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีปฏิกิริยาเคมี กระทำกับอิเลคโทรดอันหนึ่งจนสึกกร่อนไป ตามปกติแล้วจะเกิดขึ้นกับขั้วลบ (Negative) เมื่อปฏิกิริยาเคมีหมดไปแล้วจะทำให้เซลล์เสื่อมสภาพ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนอิเล็คโทรดและน้ำยาใหม่จึงจะใช้ได้อีก

○ **เซลล์แบบทุติยภูมิ** (Secondary Cell)

เซลล์แบบทุติยภูมิเป็นเซลล์ชนิดหนึ่งซึ่งอิเลคโทรดและอิเลคทรอไลท์ ทำให้แปรสภาพไปได้โดยกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นขณะที่จ่ายกระแสไฟฟ้า และสามารถทำให้คืนสภาพเดิมได้ โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลในทิศทางตรงข้ามกัน กับการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกไป เซลล์แบตเตอรี่ ที่ใช้ในรถยนต์เป็นเซลล์แบบทุติยภูมิ

แบตเตอรี่ประกอบขึ้นจากเซลล์ตั่งแต่เซลล์สองเซลล์ขึ้นไปในหม้อเก็บ ซึ่งเซลล์ในหม้อเก็บแบตเตอรี่อาจจะต่อรวมเข้าด้วยกันในแบบอนุกรม หรือขนานกันหรือแบบผสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าที่ต้องการจากแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่ขนาด 45 โวลท์ ที่ใช้ในวิทยุอาจจะประกอบขึ้นจากเซลล์ขนาด 1.5 โวลท์ จำนวน 30 เซลล์ ต่อเข้าด้วยกันในแบบอนุกรม หรือแบตเตอรี่ 12 โวลท์ ที่ใช้ในรถยนต์ ประกอบด้วยเซลล์ขนาด 2 โวลท์ จำนวน 6 เซลล์ ต่อเข้าด้วยกันแบบอนุกรม

○ **เซลล์แบบตะกั่ว-กรด** (Lead Acid)

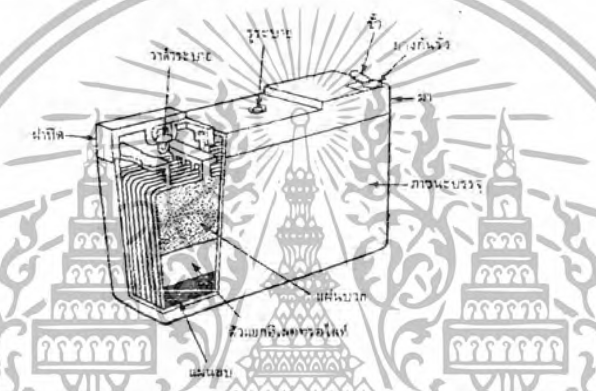
เซลล์แบบตะกั่ว-กรด ประกอบด้วยแผ่นคาโถดและแผ่นอาโนดวางสลับกันจุ่มอยู่ในอิเลคทรอไลท์ที่ทำจากสารละลายกรดกำมะถัน แผ่นเพลทจะงานสลับกันเพื่อจะได้มีพื้นที่ผิงสัมผัสกับอิเลคทรอไลท์ได้มาก ในขณะที่รักษาปริมาตรให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ การที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างแฟ่นอิเลคโทรดและอิเลคทรอไลท์มากเท่าไร ปฏิกิริยาเคมีก็จะเกิดขึ้นมากเท่านั้นนอกจากนี้ค่าความต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานภายในเซลล์จะยิ่งมีค่าน้อยลงด้วย ดังนั้นในการค้นคว้าจึงมุ่งทางด้านเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส วิธีที่นิยมใช้กันก็คือใช้แผ่นเพลทบางๆคั่นด้วนฉนวนแบบมีรูพรุน

อิเลคโทรดที่เป็นอาโนดจะสร้างขึ้นมาจากตะกั่วบริสุทธิ์ ในขณะที่คาโถดจะสร้างจากส่วนผสมของตะกั่วและตะกั่วเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่เซลล์คายประจุให้กระแสไฟฟ้าออกมานั้นอะตอมของตะกั่วจากแผ่นอาโนดจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุบวกเข้าไปอยู่ในอิเลคทรอไลท์และทิ้งอิเลคตรอนให้ไหลเข้าสู่วงจรที่นำมาต่อภายนอก

เซลล์แบบตะกั่ว – กรด นี้มีโครงสร้างแบบที่กล่าวเป็นระยะเวลานาน การปรับที่เกิดขึ้นเร็วๆ นี้ได้ทำการปรับปรุงให้เซลล์มีอายุการใช้งานนานขึ้นโดยที่แบตเตอรี่ที่มีการผนึกอย่างดี และมีอิเลคทรอไลท์เป็นของแข็งได้ถูกผลิตขึ้นมาแล้ว ซึ่งไม่ต้องมีการบำรุงรักษาเลย จึงสามารถนำไปใช้ที่ใดก็ได้ นับว่ามีประโยชน์ในการใช้แทนหรือใช้อย่างปกติแทนเซลแบบปฐมภูมิ



ภาพที่ 6.4.2 ภาพแสดงส่วนประกอบของเซลล์แบตเตอรี่

○ **พิกัดความสามารถ** (Rating)

พิกัดความสามารถของแบตเตอรี่นั้นได้กำหนดให้เป็นไปตามอัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าและความจุเป็นแอมแปร์ – ชั่วโมงของมัน ซึ่งแบตเตอรี่ทั่วๆ ไปมีอัตราจ่ายกระแสไฟฟ้า 10 ชั่งโมง นั่นคือถ้าแบตเตอรี่ทำการประจุไฟฟ้าเต็มที่ไปภายใน 10 ชั่งโมง ก็สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้หมดไฟภายใน 10 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน เช่น แบตเตอรี่ทั่ว ๆ ไปมีอัตราจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ 40 แอมแปร์ตลอดเวลา 10 ชั่วโมง ก็หมายความว่าแบตเตอรี่มีอัตราความสามารถในการทำงาน (Rating) 40 x 10 หรือ 400 แอมแปร์ชั่วโมง ดังนั้นอัตราการทำงาน 10 ชั่วโมง จะเท่ากับค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายให้ได้ โดยไม่เกิดขัดข้องภายใน 10 ชั่งโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่ส่วนมากแล้วจ่ายออกไปได้ 100 เปอร์เซ็นต์ตามความจุของมัน ถ้าการจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในเวลา 10 ชั่วโมงหรือนานกว่านี้ ถ้าหากให้มันจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยอัตราที่รวดเร็วมาก มันจะจ่ายได้น้อยกว้าความจุของมัน ซึ่งมันจ่ายกระแสไฟฟ้าอย่างรวดเร็วเป็นจำนวนมากจะทำให้ความจุเป็นแอมแปร์ – ชั่งโมงลดน้อยลงไป

ขีดจำกัดแรงเคลื่อนที่ไฟฟ้าขั้นต่ำสุดนั้น โรงงงานผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำพลังงานออกจากแบตเตอรี่ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เช่นแบตเตอรี่ติดมือไปได้หม้อหนึ่ง ภายหลังจากได้ทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าครบ 10 ชั่วโมงแล้ว ใช้โวลท์มิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเซลล์อ่านค่าได้ 1.75 โวลท์ และความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอิเลคโทรไลท์เป็น 1.060 เมื่อประจุไฟฟ้าแล้วใช้โวลท์มิเตอร์วัดค่าได้ประมาณ 2.4 และ 2.6 โวลท์ ต่อเซลล์ความถ่วงจำเพาะของน้ำยาอิเลคโทรไลท์ที่ 80 °F จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.210 และ 1.220 ในบรรยากาศ 40 °F จะต่ำกว่านี้ ความถ่วงจำเพาะอาจจะเพิ่มขึ้นถึง 1.280 ในแบตเตอรี่อื่นๆ ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะปกติสูงอยู่แล้วก็อาจจะสูงมากกว่านี้

ในการทดสอบการจ่ายกระแสไฟฟ้า (Test discharge)

เมื่อ C เป็นเปอร์เซ็นต์ ของแอมแปร์ – ชั่งโมงที่หาได้

Ha เป็นจำนวนชั่วโมงทั้งหมดในการทดสอบการจ่ายกระแสไฟฟ้า

Ht เป็นจำนวนชั่วโมงทั้งหมดของความจุที่ 100 %

$$C = Ha / Ht \times 100$$

○ อัตราการประจุไฟฟ้า (Charging Rate)

อัตราการประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะกำหนดให้มากับแผ่นป้ายของแบตเตอรี่ ถ้าอุปกรณ์การประจุไฟฟ้าที่ใช้มีอัตราการประจุไฟฟ้าไม่ตรงตามความต้องการ จะต้องใช้อัตราการประจุไฟฟ้าที่ใกล้เคียงที่สุดที่มีอยู่ในอุปกรณ์การประจุไฟฟ้า อย่างไรก็ตามอัตราการประจุไฟฟ้าจะสูงมากจนกระทั่งเกิดก๊าซขึ้นอย่างมากมาย " ไม่ควรให้อุณหภูมิของน้ำยาอิเลคทรอไลท์ใดๆ สูงกว่า 125 °F

○ เวลาในการประจุไฟฟ้า (Charging Rate)

การประจุไฟฟ้าต้องดำเนินต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งแบตเตอรี่มีประจุไฟฟ้าเต็ม(Fully Charged) ในระหว่างทำการประจุนั้น ควรจะอ่านค่าความถ่วงจำเพาะบ่อยๆ การอ่านค่านี้จะต้องทำให้ถูกต้องที่ 80 °F และจะต้องเปรียบเทียบกับการอ่านค่าที่ได้ก่อนที่แบตเตอรี่จะนำมาประจุไฟฟ้า ถ้าทราบการเพิ่มความถ่วงจำเพาะเป็นขีดต่อแอมแปร์ – ชั่งโมง เวลาที่ใช้ในการประจุไฟฟ้าให้สมบูรณ์จะสามารถทราบได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เวลาที่ใช้} = \frac{\text{การเพิ่มในความถ่วงจำเพาะเป็นขีดทั้งหมดในการประจุไฟฟ้าให้สมบูรณ์}}{\text{การเพิ่มในความถ่วงจำเพาะเป็นขีดต่อแอมแปร์}} \times \text{อัตรากาประจุไฟฟ้าเป็นแอมแปร์}$$

○ **การถ่ายกระแสไฟฟ้า**

เมื่อเซลต่อเข้ากับวงจรภายนอกที่มีความต้านทานอันหนึ่ง กิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะกลับกันกับกรรมวิธีของการกระจุไฟฟ้า แผ่นธาตุลบจะค่อยๆ ดึงออกซิเจนกลับมา แผ่นธาตุบวกจะสูญเสียออกซิเจนไป นั่นคือผลของกิริยาในระหว่างการจ่ายกระแสไฟฟ้านั้น จะทำให้ออกซิเจนโยกย้ายจากแผ่นธาตุบวกไปสู่แผ่นธาตุลบ จะไม่ก๊าซขึ้นในระหว่างการจ่ายกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนกระบวนการจ่ายประจุไฟฟ้า (Discharge Process) คือการเปลี่ยนพลังงานเคมีของแผ่นธาตุให้เป็นพลังงานไฟฟ้า อัตราของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทำได้จากความต้านทานภายนอกหรือโหลดที่ต่ออยู่กับแบตเตอรี่ ความต้านทานภายในเซลมีค่าต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจาการสร้างเซลแบตเตอรี่นี้จะทำจากเหล็ก แบตเตอรี่แบบนี้ขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 6 โวลท์ จะประกอบด้วยเซลอนุกรมกัน 5 เซล เมื่อประจุไฟฟ้าเต็มที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.39 – 1.45 โวลท์ นิคเกิล – แคดเมี่ยมแบตเตอรี่ ใช้กับเครื่องบินบางชนิด ซึ่งสามารถเปลี่ยนกับแบตเตอรี่ตะกั่ว – กรด ที่ใช้กับเครื่องบินในปัจจุบันได้ แบตเตอรี่แบบนิคเกิล – แคดเมี่ยม และ ตะกั่ว – กรด มีความจุพอๆ กันในการจ่ายกระแสไฟฟ้าตามปรกติ แต่ถ้าอัตราการจ่ายไฟฟ้าสูงกว่าปกติแล้ว ความจุแบตเตอรี่นิคเกิล – แคดเมี่ยม จะสูงกว่าแบตเตอรี่ ตะกั่ว – กรด ที่ใช้ในเครื่องบินจะต่อรวมกัน 12 เซลล์ แต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลท์ ในขณะที่แบตเตอรี่นิคเกิล – แคดเมี่ยมประกอบด้วย 20 เซลล์ แต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.4 โวลท์

○ **การประจุไฟฟ้า (Charging)**

ผลของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการประจุไฟฟ้า คือทำการเปลี่ยนวัสดุที่ทำให้เกิดกำลังของแผ่นธาตุลบ (แคดเมี่ยม – อ๊อกไซด์) ทำให้เป็นโลหะแคดเมี่ยม วัสดุที่ทำให้เกิดกำลังของแผ่นธาตุบวกถูกเปลี่ยนให้เป็นสภาพของการรวมกับออกซิเจนสูงๆ ขึ้น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการประจุไฟฟ้าโหล ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน จนกระทั่งปฏิกิริยาเกิดขึ้นบนแผ่นธาตุทั้งสองนี้ถูกเปลี่ยนไปได้อย่างสมบูรณ์ ตลอดเวลาที่ทำการประจุไฟฟ้าจนถึงตอนสุดท้าย ก๊าซจะเกิดขึ้นเนื่องจากอิเลคโทรไลซิดของน้ำยาอิเลคโทรไลท์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้ จะทำให้ได้ 4 อะตอมอิสระของก๊าซไฮโดรเยน ที่แผ่นธาตุลบ และ 2 อะตอมอิสระของก๊าซออกซิเจน ที่แผ่นธาตุบวกจำนวนอะตอมของก๊าซอิสระเหล่านี้ จะขึ้นกับอัตราการประจุไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำยาอิเลคโทรไลท์ ไม่เข้าไปทำปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical Reaction) กับแผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบ นิคเกิล – แคดเมี่ยมแบตเตอรี่ จะมีขนาดเล็กและเบากว่าเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ตะกั่ว – กรด มีปฏิกิริยาภายใน (Local Action) เกิดขึ้นน้อยหรือไม่มีเลย และแผ่นธาตุบวกจะไม่หลุดหรือแตกออกเหมือนกับแผ่นบวกของแบตเตอรี่ ตะกั่ว – กรด อายุของแบตเตอรี่จะอยู่ประมาณ 10 - 15 ปี ด้วยความคงที่ และสามารถปฏิบัติงานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ -65 °F ถึง 165 °F

○ ประเภทของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ นับได้ว่าเป็นหัวใจของรถไฟฟ้าทีเดียว เป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะตัดสินอายุการใช้งานของรถไฟฟ้า และประสิทธิภาพของรถด้วย แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับรถไฟฟ้ามีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป

ชนิดของแบตเตอรี่ที่ผลิตออกจำหน่ายและใช้กับรถไฟฟ้าในปัจจุบันมี 2 ชนิด

1. แบตเตอรี่ชนิดเซลแบบเปียก (Wet cell) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาแบตเตอรี่ขึ้นโดยสามารถแบ่งแบตเตอรี่แบบนี้ได้เป็น 2 แบบคือ
   1. แบตเตอรี่แบบเติมน้ำกลั่น คือ แบตเตอรี่ทั่วไปที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากน้ำกรด เมื่อใช้งานมีปฏิกิริยากลับไปกลับมาทำให้ระเหยหนีไปเรื่อย ๆ จึงต้องมีการเติมน้ำกลั่น เพื่อเพิ่มระดับของน้ำกรดอยู่เสมอ
   2. แบตเตอรี่แบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น คือ แบตเตอรี่แบบที่ใช้น้ำกลั่นเหมือนกัน เพียงแต่ว่าจะทำการซีลดปิดทางระเหยของน้ำกลั่นไว้ทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการเติมน้ำกลั่น (Maintainance free)

แบตเตอรี่ชนิดเซลแบบเปียกที่ผลิตออกจำหน่ายและใช้กับรถไฟฟ้าสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด คือ แบตเตอรี่ตะกั่ว – กรด , แบตเตอรี่นิเกิล – แคดเมี่ยม และแบตเตอรี่เงิน – สังกะสี คุณสมบัติของแบตเตอรี่ทั้ง 3 ชนิด แสดงในตาราง

แบตเตอรี่แบบต่าง ๆ	คุณสมบัติของแบตเตอรี่ที่จำหน่ายในท้องตลาด			
	พลังงานสะสม (วัตต์-ชม./ปอนด์)	พลังงานจ่าย (วัตต์-ชม./ปอนด์)	อายุการใช้งาน	ราคา/วัตต์-ชม.
ตะกั่ว - กรด	112	12 – 18	นาน	7 – 25
นิเกิล - แคดเมี่ยม	107	14 – 20	นาน	45 – 70
เงิน - สังกะสี	254	50	สั้น	60 - 70

ตารางที่ 6.4.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* * * หมายเหตุ พลังงานสะสม เป็นพลังงานที่คำนวณโดยวิธีเทอร์โมไดนามิคจากคุณสมบัติของสารที่เป็นอิเล็คโทรด พลังงานจ่าย เป็นพลังงานที่สามารถจ่ายไปได้โดยแบตเตอรี่ หรือเป็นพลังงานทางทฤษฎีที่สามารถนำมาใช้ได้จริง ๆ

เนื่องจากไม่มีแบตเตอรี่ชนิดใดที่สามารถใช้ได้ทั่วไปสำหรับรถไฟฟ้า เพราะแบตเตอรี่ตะกั่ว – กรด และนิเกิล – แคดเมี่ยม มีพลังงานจ่ายต่ำและมีจำกัด ส่วนแบตเตอรี่เงิน – สังกะสี ถึงจะมีพลังงานจ่ายสูงแต่ก็มีราคาแพงและอายุการใช้งานสั้น ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา แบตเตอรี่ตะกั่วกรด ได้ถูกพัฒนาปรับปรุงจนสามารถเพิ่มพลังงานจ่ายได้ถึง 20 % โดยการเพิ่มความเข้มข้นของกรด แต่คุณสมบัติในการกัดกร่อนของกรดในแบตเตอรี่ก็ยังคงเป็นปัญหา การใช้โลหะผสมบางชนิดเป็นอิเล็คโทรด เช่น โคบอลต์ ช่วยให้เพิ่มพลังงานจ่ายได้ถึง 20 วัตต์ – ชม./ปอนด์ แต่ก็ยังไม่ได้มีการผลิตออกมาอย่างจริงจัง และโลหะผสมส่วนใหญ่ก็มีความแข็งแรงต่ำ นอกจากนี้ก็ได้มีการปรับปรุงความหนาของแผ่นอิเล็คโทรด เพื่อลดน้ำหนักของแบตเตอรี่ด้วย นิเกิล – แคดเมี่ยมเป็นแบตเตอรี่ที่ใกล้เคียงกับคุณสมบัติที่รถไฟฟ้าต้องการ เนื่องจากมีระยะเวลาในการอัดสั้น แต่ก็มีราคาสูง ส่วนแบตเตอรี่แบบเงิน – สังกะสี มีปัญหาใหญ่อยู่ที่ราคาของเงินซึ่งเป็นอิเลคโทรดสูง และไม่มีวิธีใดที่จะลดราคาลงมาได้ ในขณะเดียวกันก็ยังต้องปรับปรุงอายุการใช้งานให้ยาวขึ้น แบตเตอรี่ชนิดนี้ปัจจุบันใช้ในวงการบินอวกาศและอุตสาหกรรมบางชนิดเท่านั้น พิจารณาโดยส่วนรวมแล้ว แบตเตอรี่ตะกั่ว – กรด จะยังคงอยู่ในตลาดได้อีกในแง่ของราคา

2. แบตเตอรี่ชนิดเซลแบบแห้ง (Dry cell) ตัวถังภายนอกของเซลแบบแห้งสมัยใหม่นี้ทำจากโลหะสังกะสีและทำหน้าที่เป็นอาโนด ภายในตัวสังกะสีจะเป็นชั้นบาง ๆ ซึ่งแยกอาโนดออกจากคาโถด และบรรจุไว้ด้วยอิเล็คทรอไลท์นั้นเป็นส่วนผสมของแอมโมเนียมคลอไรด์และซิ้งค์คลอไรด์ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ คาโถดนั้นจะประกอบด้วยผงแมงกานีสไดออกไซด์ผสมกับผงถ่านและอิเลคทรอไลท์ ทำให้มีลักษณะเหลว ๆ และภายในจะสอดแท่งถ่านไว้ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวสะสมกระแส ภายนอกตัวถังจะห่อด้วยกระดาษหลายชั้น และชั้นนอกสุดจะเป็นแผ่นพลาสติคบาง ๆ หุ้มอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์ในการเลือกแนวทางวิเคราะห์

แบตเตอรี่ที่ใช้กับรถนั่งคนพิการไฟฟ้าควรเป็นแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานภายในประเทศ ไม่ต้องดูแลรักษามาก และมีราคาที่ไม่แพง

	แบตเตอรี่ชนิดเปียกแบบเติมน้ำกลั่น		แบตเตอรี่ชนิดเปียกแบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น		แบตเตอรี่ชนิดแห้ง	
ความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย	เนื่องจากอากาศร้อน การระเหยตัวของน้ำกรดจึงสูง	4	น้ำกรดระเหยได้น้อย เนื่องจากมีการซีลด์ปิดทางระเหยของน้ำกรด	3	เมื่ออากาศร้อนมาก แบตเตอรี่จะบวม เสีย เนื่องจากไม่มีช่องระบายเหมาะสมกับประเทศที่มีอากาศหนาว	2
อายุการใช้งาน	นาน	4	นาน	4	นาน	4
การดูแลรักษา	บ่อย	1	น้อย	4	น้อย	4
ราคาถูก	ถูกที่สุดในตลาด	4	แพงกว่าแบบเติมน้ำกลั่นลูกละ 100 -	4	ราคาแพงกว่าหลายเท่าตัว	1
เวลาชาร์ตไม่มีกลิ่นเหม็นของกรด	เหม็น ฉุน มีกรดระเหยออกมา กัดแผงวงจรได้	1	มีกลิ่นน้อย การระเหยของกรดน้อย	3	ไม่มีกลิ่น ไม่มีกรด	4
รวม		49		58		47

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.4.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์การเลือกใช้แบตเตอรี่

สรุป ทำการเลือกแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดชนิดไม่ต้องเติมน้ำกลั่นมาใช้ในการออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

* * * แบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งแรงดันปกติ 12 โวลท์ 40 ah จำนวน 2 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ระบบการอัดไฟแบตเตอรี่

1. การอัดไฟทีละน้อย (Trickle Recharge)

ถ้ากระแสในวงจรถูกรักษาไว้ที่อัตราเท่ากับ c/10(10% ของความจุ)แล้ว เซลที่หมดประจุอย่างสมบูรณ์สามารถจะอัดไฟได้ภายใน 10 ชั่วโมง แต่ความเป็นจริงจะใช้เวลามากกว่า 10 ชั่วโมงโดยเผื่อการสูญเสียไว้บ้าง จะใช้เวลาอัดไฟ 12 ถึง 14 ชั่วโมง การอัดไฟทีละน้อยด้วยอัตราขนาดนี้สามารถอัดไฟทิ้งไว้ค้างคืนได้ ประโยชน์อีกข้อหนึ่งของการอัดไฟด้วยอัตราขนาดนี้คือ ถึงแม้ว่าเซลจะถูกอัดเต็มแล้วก็ตาม ก็ไม่จำเป็นต้องนำเซลออก เนื่องจากถ้าเราอัดต่อไปก็จะไม่ทำความเสียหายให้แก่เซล เนื่องจากก๊าซอ็อกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่ขั้วบวกจะรวมตัวกับขั้วลบ การอัดไฟประเภทนี้เป็นวิธีเดียวที่จะสามารถอัดไฟโดยไม่มีข้อจำกัด ซึ่งจะไม่ทำความเสียหายแก่เซล ยกตัวอย่างเช่น เซลมีขนาดความจุ 500 มิลลิแอมป์ – ชั่วโมง ถ้าอัดด้วยอัตรา c/10 ก็เท่ากับ 10 % ของความจุคือ 50 มิลลิแอมป์

2. การอัดไฟอย่างเร็ว (Fast Recharge)

เซลแบบนี้สามารถประจุด้วยอัตราที่สูงขึ้นได้ เช่นด้วยอัตรา c/3 (33 % ของความจุ) ถึง c/5 (20% ของความจุ) โดยจะต้องเตรียมการตัดการอัดไฟ เมื่อเซลได้รับการอัดไฟจนเต็มที่แล้ว ซึ่งสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติ โดยใช้วงจรตรวจจับแรงดัน ซึ่งจะตัดกระแสที่ใช้ในการอัดออก เมื่อเมื่อแรงดันของเซลเพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปัจจุบัน ถ้าสามารถวัดค่าแรงดันได้อย่างเที่ยงตรงและว่องไว สามารถตัดกระแสที่ใช้อัดไฟออกก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น ปัญหาในการใช้การอัดแบบนี้ก็คือ ถ้ากระแสที่ใช้การอัดค่าสูง ๆนี้ไม่ได้ถูกตัดออกอย่างทันทีเมื่อเซลได้รับการอัดไฟจนเต็มที่แล้ว ก๊าซอ็อกซิเจนที่เกิดขึ้นมากจากขั้วบวกนี้จะไม่สามารถไปรวมกันที่ขั้วลบในปริมาณที่เพียงพอ ความดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเซลจะระบายก๊าซอ็อกซิเจนออกไปโดยที่รูระบายที่ปิดไว้จะเปิดออกและปล่อยก๊าซอ็อกซิเจนกับอิเล็คทรอไลท์บางส่วนออกมา เนื่องจากเมื่ออิเล็คทรอไลท์สูญเสียออกมาจากเซลแล้วก็ไม่สามารถเติมกลับเข้าไปใหม่ได้ ดังนั้นความจุของเซลจะลดลงอย่างถาวร ก็คือ เซลนั้นจะมีความจุน้อยลงตลอดไป

3. การอัดไฟอย่างเร่งด่วน (Super – Fast Recharge)

มีบางกรณีที่ผู้ใช้ต้องการที่จะอัดเซลภายในเวลาเพียง 2 – 3 นาที ยกตัวอย่างเช่น เครื่องบินเล็กที่ใช้แบตเตอรี่เป็นตัวจ่ายกำลังจะต้องการการอัดเซลที่หมดประจุเพื่อที่จะนำเครื่องบินนี้กลับสู่อากาศอีกครั้งโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

มันเป็นไปได้ที่จะอัดไฟอย่างเร่งด่วน ด้วยอัตราการประจุสูงถึง 4 c (4 เท่าของความจุ) หรือมากกว่านี้ โดยวิธีการต่อไปนี้ คือ วัดแรงดันของเซลและตัดกระแสที่ใช้อัดออกเมื่อเมื่อแรงดันของเซลขึ้นสูง ถึงค่าที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามมีวิธีการที่ง่ายกว่า แล้วก็เที่ยงตรงด้วย โดยหลักความจริงที่ว่าเซลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดประจุอย่างสมบูรณ์ ก่อนที่จะพยายามทำการอัดมันใหม่ ให้อัดไฟเข้าโดยกำหนดค่ากระแสประจุคงที่ไว้ใช้เวลาในการอัดตามที่ต้องการ เช่นหลังจากเซลหมดประจุแล้ว กระแสที่ใช้ในการประจุขนาด 3 C (3 เท่าของความจุ) จะถูกป้อนเป็นเวลา 20 นาที หรือจะใช้กระแสในการอัด เป็น 5c (5 เท่าของความจุ) ป้อนเข้าไปเป็นเวลา 12 นาที สิ่งที่ควรระวังไว้เนื่องจากการประจุอย่างเต็มที่ และใช้กระแสในการอัดค่าที่แน่นอน เป็นระยะเวลาที่ถูกต้อง

- **การเลือกระบบการอัดไฟสำหรับรถนั่งคนพิการไฟฟ้า**

ควรเป็นระบบที่มีความปลอดภัยสำหรับตัวผู้ใช้ และสามารถอัดไฟให้กับแบตเตอรี่ได้ในเวลาที่รวดเร็ว ลดการเสี่ยง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	การอัดไฟทีละน้อย	การอัดไฟอย่างเร็ว	การอัดไฟอย่างเร่งด่วน
ความปลอดภัยต่อผู้ใช้	4	4	3	1
ระยะเวลาในการอัดไฟ	3.5	1	3	4
ความปลอดภัยต่อแบตเตอรี่	3	4	3	2
รวม		31.5	31.5	24

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.4.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบการอัดไฟแบตเตอรี่

สรุป ระบบการชาร์จไฟที่เหมาะสมมี 2 แบบคือ แบบอัดไฟทีละน้อย และแบบอัดไฟอย่างเร็ว ซึ่งถ้าเทียบระยะเวลาในการทำการอัดไฟจะเห็นว่าการอัดอย่างเร็วทำได้ดีกว่า จึงทำการเลือกการอัดไฟอย่างเร็ว มาใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่**

แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดโดยทั่วไป จะต้องการกระแสสูงสุดในการชาร์ตกำลังงานอย่างรวดเร็ว ประมาณ 4-6 แอมป์ ส่วนการชาร์ตด้วยกำลังงานต่ำ ๆ (trickle) จะทำการเลือกด้วยสวิตช์ ซึ่งจะทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานโดยต้องรอดูการชาร์จตอนนั้นว่าเต็มแล้วหรือยัง จากปัญหาการชาร์ตแบตเตอรี่เต็มแล้วนี้ นำมาทำการออกแบบใหม่ โดยให้ทำการชาร์จอย่างรวดเร็วเมื่อแรงดันแบตเตอรี่อยู่ในสภาพที่แรงดันต่ำและจะทำการชาร์จด้วยระดับกระแสน้อยกว่าตอนเริ่มต้นชาร์ทให้กับแบตเตอรี่ ทำให้แบตเตอรี่เต็มตลอดเวลา ปัญหาอีกอย่างหนึ่งของการชาร์ตแบตเตอรี่แบบรวดเร็วด้วยกระแสสูง ๆ นี้ หากยังทำการชาร์ตแบตเตอรี่ต่อไปอีกด้วยกระแสสูงเป็นเวลานาน โดยที่แบตเตอรี่นั้นได้ชาร์ต กระแสเต็มแล้ว เหตุการณ์แบบนี้เรียกว่า การชาร์ตประจุเกิน (overcharge) ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นไอขึ้นมาจากแบตเตอรี่ เนื่องจากความร้อนและสารละลายอิเล็คทรอไลท์ที่อยู่ภายในจะเหือดแห้ง ซึ่งเป็นผลเสียเป็นอย่างมากอีกทั้งอันตรายด้วย เนื่องจากไอที่ลอยออกมาจากแบตเตอรี่ หากได้รับหรือสูดดมเป็นปริมาณมาก ก็จะเป็นอันตรายต่อร่างกายด้วย ที่สำคัญอีกอย่างคืออายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะสั้นลงแน่นอน วิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยออกแบบวงจรชาร์จแบตเตอรี่และทำการลดปริมาณกระแสที่ชาร์จให้กับแบตเตอรี่อย่างอัตโนมัติ เมื่อแบตเตอรี่ที่กำลังชาร์ต อยู่มีปริมาณกำลังสูงหรือเต็มที่แล้ว

○ **ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องชาร์ต แบตเตอรี่**

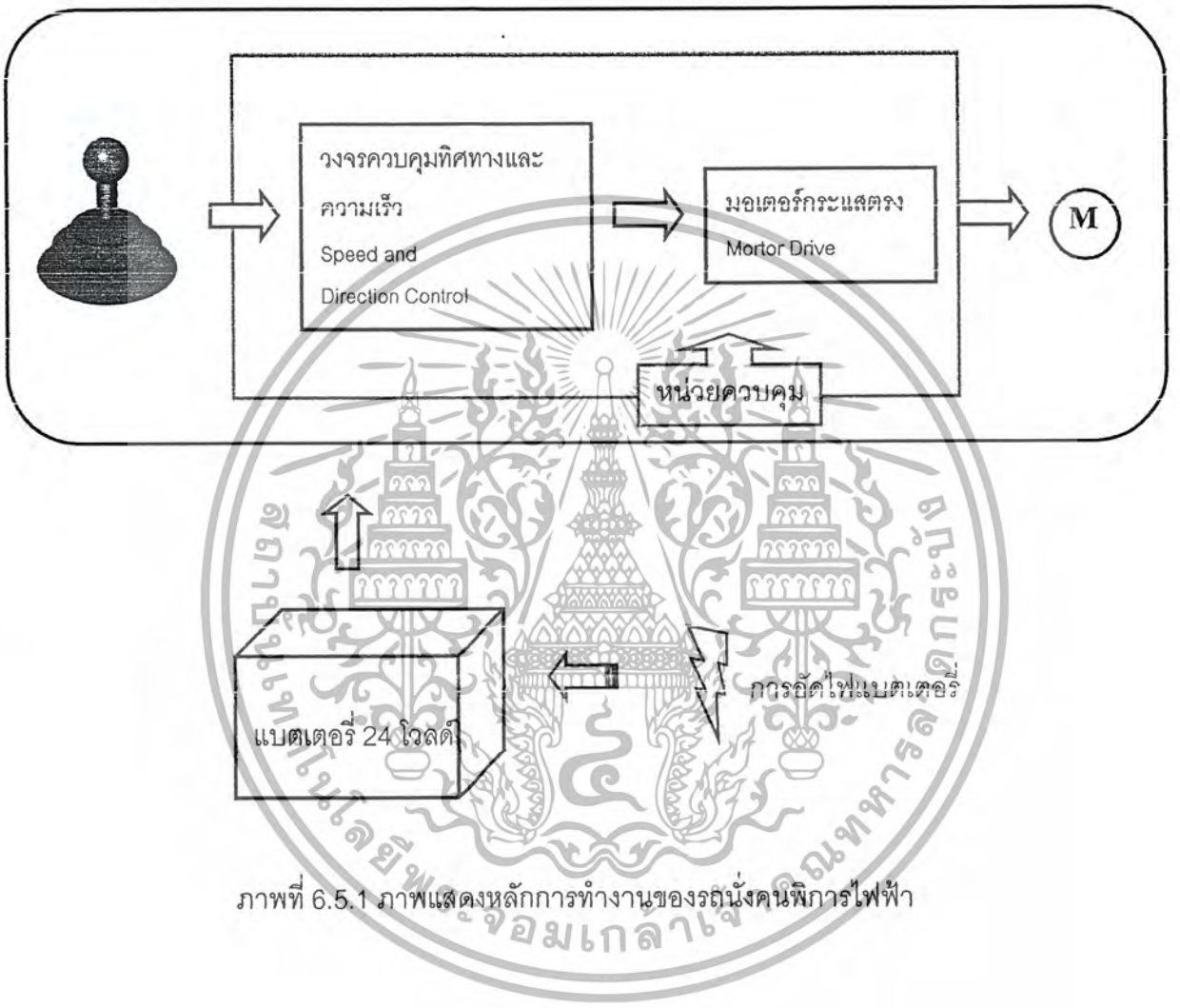
1. วงจรและการทำงาน ลักษณะเป็นวงจรทางอิเล็คทรอนิคจึงไม่ขอกล่าวถึงมากนัก หลักการของวงจร คือจะทำการตัดไฟให้กระแสไฟเข้าน้อยกว่าระดับที่ใช้ในการชาร์ทตอนเริ่มต้นเมื่อแรงดันจากแบตเตอรี่สูงขึ้น ซึ่งจะถูกเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงส่วนประกอบ

- จำกัดกระแส การจำกัดกระแสชาร์ตประจุนี้จะใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันมากการตรวจจับการไหลของกระแสด้วย IC 1/3 จะลดกระแสที่ชาร์ตให้กับแบตเตอรี่เมื่อแรงดันสูงขึ้น
- ตรวจจับอุณหภูมิ การทำงานของวงจรตรวจจับอุณหภูมิสูงเกินนั้น ทำงานร่วมกับเทอร์มิสเตอร์ จะทำการตรวจจับแรงดันที่เปลี่ยนแปลงจากการเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นของเทอร์มิสเตอร์ ซึ่งจะติดยึดอยู่บนแผ่นระบายความร้อนมากที่สุด
- เลือกแรงดันแบตเตอรี่ ถ้าแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ถูกต่อเข้ามาที่เครื่องชาร์ตนี้ อุปกรณ์จะสามารถเลือกแรงดันขนาด 12 โวลต์ที่ถูกเซตไว้ในวงจร
- แสดงสภาวะแบตเตอรี่ วงจรเปรียบเทียบแรงดันทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลแสดงสภาวะแรงดันของแบตเตอรี่ขณะทำการชาร์จอยู่ออกมาในรูปของหลอดไฟแสดงสภาวะของแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ระบบบังคับควบคุมและบังคับทิศทาง

ปัจจุบันระบบบังคับทิศทางของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า จะนำเอาระบบอิเล็กทรอนิกเข้ามาประยุกต์ใช้การบังคับทิศทางการขับเคลื่อน เพียงแค่ออกแรงเพียงเล็กน้อยในการควบคุมคันบังคับของรถเข็นไปในทิศทางที่ต้องการจะเคลื่อนที่ ก็สามารถทำให้รถนั่งคนพิการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้อย่างง่ายดาย



ภาพที่ 6.5.1 ภาพแสดงหลักการทำงานของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **หลักการทำงาน**

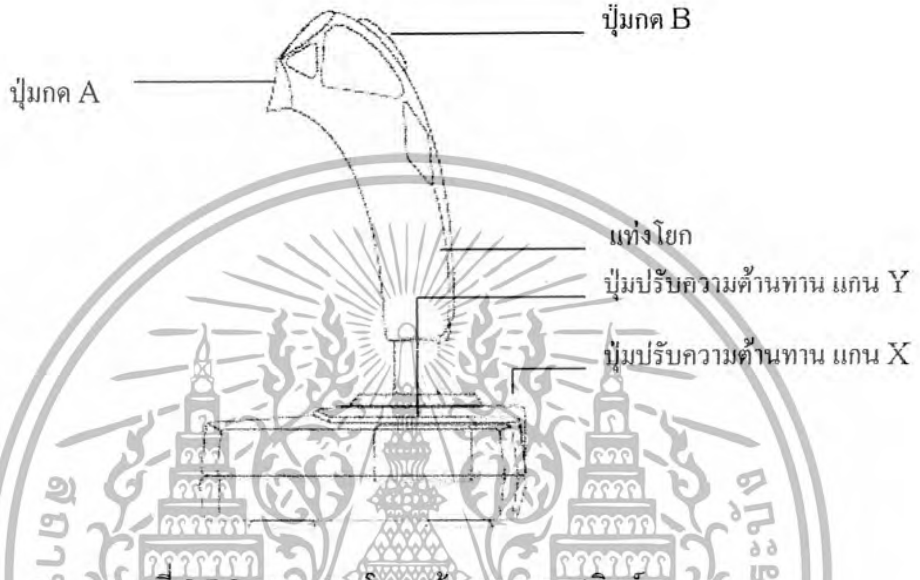
- **คันบังคับทิศทาง** (Joystick) ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมทิศทางเมื่อผู้ใช้โยกคันบังคับไปทางทิศหน้า ตัวรถก็จะเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า เมื่อโยกถอยหลังตัวรถก็จะเคลื่อนที่ถอยหลัง เมื่อโยกไปทางซ้ายตัวรถก็จะเคลื่อนท่ไปทางซ้าย และเมื่อโยกไปทางขวาตัวรถก็จะเคลื่อนที่ไปทางขวา ซึ่ง คำสั่งที่ได้จากคันบังคับจะเป็นค่าแรงดันซึ่งป้อนให้กับส่วนของหน่วยควบคุม (Control Unit)
- **วงจรควบคุมและทิศทาง** วงจรควบคุมความเร็วในขณะที่รถเริ่มเคลื่อนที่จะมีความเร็วช้า และเมื่อเคลื่อนที่ได้แล้วความเร็วจะช้าหรือเร็วก็จะขึ้นกับการโยกคันบังคับ (Joy Stick) ว่าโยกไปมากหรือน้อย โยกไปหน้ามาก ความเร็วไปหน้าก็มาก โยกไปหน้าน้อยความเร็วก็น้อย เป็นต้น
- **การควบคุมทิศทางในการเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา** ก็จะสามารถทำได้โดยการ โยกคันบังคับไปทางซ้ายหรือขวาเท่านั้นเอง ตัวรถก็จะเลี้ยวซ้ายหรือขวาตามการโยกคันบังคับทันที
- **วงจรขับมอเตอร์** (Motor Drive) จะออกแบบเพื่อให้สามารถไปขับมอเตอร์กระแสตรง , ซึ่งในขณะเริ่มเคลื่อนที่จะมีแรงเสียดทานมาก จะมีการออกแบบให้มีความสามารถที่จะขับให้มอเตอร์ทำงานได้ในสภาวะเริ่มเคลื่อนที่ได้ดี
- **มอเตอร์** ประกอบด้วยมอเตอร์ 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนล้อและบังคับทิศทางในการเลี้ยวซ้ายขวาของรถ
- **แหล่งจ่ายไฟ** จะใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 2 ตัวต่ออนุกรมกัน เพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับวงจรขับมอเตอร์ 24 โวลต์ และเป็นไฟเลี้ยงวงจร 12 โวลต์
- **วงจรตรวจสภาพสภาวะแบตเตอรี่ และวงจรชาร์จแบตเตอรี่** วงจรจะทำการตรวจสอบระดับของแรงดันว่ามีสภาวะพอเหมาะต่อการทำงานของตัวรถหรือไม่ ถ้ามีค่าต่ำกว่าระดับที่กำหนดก็จะแสดงสัญญาณเตือนเพื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่ ก่อนการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นของคันบังคับ

คันบังคับ (Joy Stick)

โดยทั่วไปเราจะคุ้นเคยกับการใช้คันบังคับเป็นส่วนประกอบของเครื่องเล่นเกมส์ชนิดต่าง ๆ แต่เมื่อพิจารณาลักษณะการทำงานแล้วยังมีอุปกรณ์หรือเครื่องมืออีกหลายอย่างที่ใช้งานในลักษณะเช่นนี้ เช่น คันโยกบังคับเครื่องบิน , คันโยกบังคับรถแมคโค เป็นต้น



ภาพที่ 6.5.2 ภาพแสดงโครงสร้างของจอยสติกค์

โครงสร้างคันบังคับ

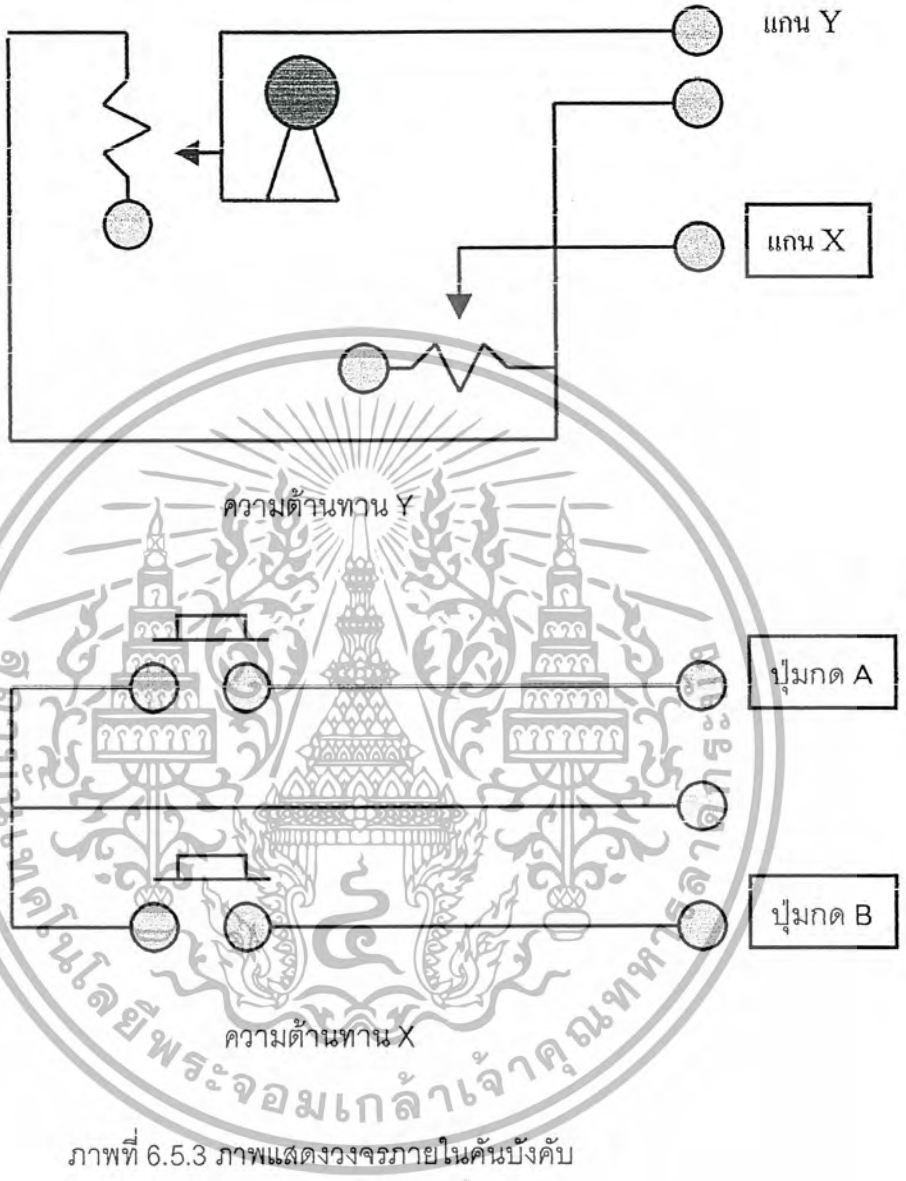
โครงสร้างภายนอกของจอยสติกค์จะประกอบด้วย

- ปุ่มกด A
- ปุ่มกด B
- คันบังคับ
- ปุ่มเคลื่อนปรับความต้านทานในแนวแกน Y
- ปุ่มเคลื่อนปรับความต้านทานในแนวแกน x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภายในและการทำงานของคันบังคับ

ในการใช้งานคันบังคับจะต้องศึกษาถึงวงจรภายในของคันบังคับที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการโยกซึ่งเป็นงานทางกลให้เป็นค่าทางไฟฟ้า โดยแสดงวงจรภายใน ดังรูป



ภาพที่ 6.5.3 ภาพแสดงวงจรภายในคันบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อโยกคันบังคับไปในทิศทางต่าง ๆ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนค่าความต้านทานในแนวแกน Y และในแนวแกน X โดยค่าความต้านทานในแนวแกน Y จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อโยกคันบังคับไปข้างหน้าหรือกลับหลัง และค่าความต้านทานในแกน X จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อโยกคันบังคับไปทางขวาหรือทางซ้าย จุดกึ่งกลางเป็นจุดที่ค่าความต้านทานของแกน X และแกน Y อยู่กึ่งกลางการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานจะแสดงไว้ในตารางดังนี้

ทิศทาง	ค่าความต้านทาน แกน Y	ค่าความต้านทาน แกน X
ตั้งตรง	44 KΩ	44 KΩ
ไปหน้า	ลดลง 44 KΩ→ 4 KΩ	44 KΩ
ถอยหลัง	เพิ่มขึ้น 44 KΩ→ 95 KΩ	44 KΩ
ซ้าย	44 KΩ	ลดลง 44 KΩ→ 4 KΩ
ขวา	44 KΩ	เพิ่มขึ้น 44 KΩ→ 95 KΩ

ตารางที่ 6.5.1 ตารางแสดงค่าความต้านทานในแนวแกน X และ Y ตามการโยกคันบังคับทิศทาง

≡ ลักษณะของวงจรภายในเป็นส่วนที่เกี่ยวกับทางด้านวิศวกรรม จึงไม่ขอกล่าวในบทวิเคราะห์นี้

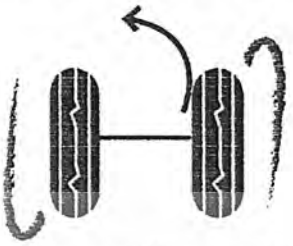
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **การเลี้ยวในรถนั่งคนพิการไฟฟ้า**

ระบบการเลี้ยวของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า เป็นระบบการเลี้ยวแบบรถแทรคเตอร์ตีนตะขาบ

1. **การเลี้ยวซ้าย**

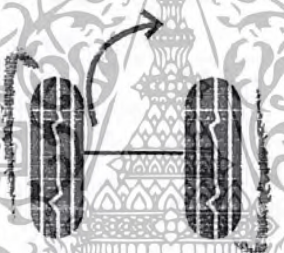
เมื่อทำการโยกคันบังคับไปทางซ้าย มอเตอร์ที่ขับล้อด้านซ้ายจะหมุนสวนกลับเหมือนการถอยหลังอย่างช้า ๆ และมอเตอร์ที่ขับล้อทางด้านขวาจะหมุนเดินหน้า ทำให้รถหมุนไปทางซ้ายได้



ภาพที่ 6.5.4 ภาพแสดงการทำงานของล้อขณะเลี้ยวซ้าย

2. **การเลี้ยวขวา**

เมื่อทำการโยกคันบังคับไปทางขวา มอเตอร์ที่ขับล้อด้านขวาจะหมุนสวนกลับเหมือนการถอยหลังอย่างช้า ๆ และมอเตอร์ที่บังคับล้อทางด้านซ้ายจะหมุนเดินหน้า ทำให้รถหมุนไปทางด้านขวาได้

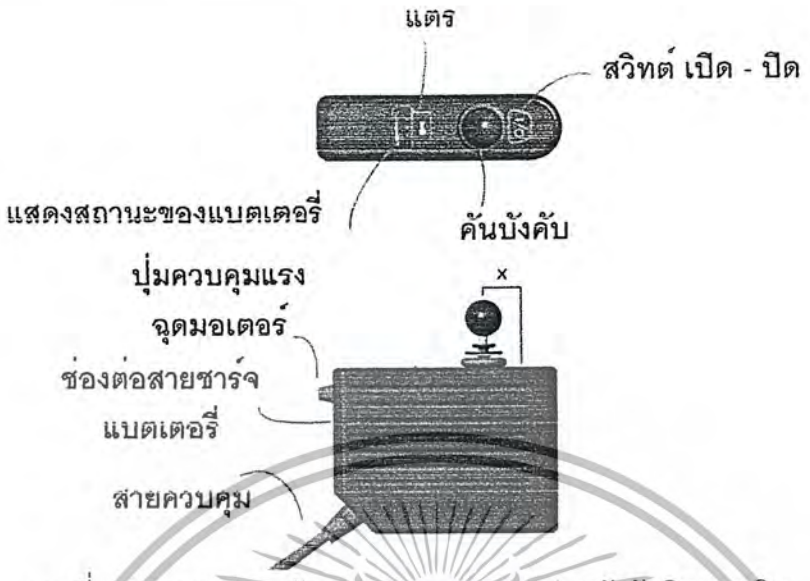


ภาพที่ 6.5.5 ภาพแสดงการทำงานของล้อขณะเลี้ยวขวา

ทั้งนี้การทำงานของระบบการเลี้ยวซ้ายเลี้ยวขวา จะแยกออกจากการขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังอย่างเด็ดขาด ซึ่งหมายความว่า เมื่อโยกคันบังคับไปข้างหน้ารถจะเคลื่อนที่ไปด้านหน้า แต่จะไม่สามารถเลี้ยวได้ทันที ต้องดึงคันโยกกลับมาที่จุดกลางก่อนเมื่อรถหยุดแล้วจึงทำการโยกคันบังคับไปทางซ้าย – ขวา เพื่อทำการเลี้ยวอีกทีหนึ่ง ซึ่งต่างจากการบังคับรถยนต์ ที่สามารถทำการเลี้ยวได้ทันทีในขณะที่รถยังเคลื่อนที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบกล่องควบคุมทิศทางแบบเดิม



ภาพที่ 6.5.6 ภาพแสดงลักษณะภายนอกของกล่องบังคับทิศทางเดิม

แนวทางลักษณะการบังคับควบคุมระบบการปรับระดับความสูงของส่วนที่นั่ง

มีการควบคุมด้วยปุ่มบังคับ 3 ปุ่มดังนี้

1. ปุ่มควบคุมการปรับระดับส่วนที่นั่งให้สูงขึ้น
2. ปุ่มควบคุมการปรับระดับส่วนที่นั่งให้ต่ำลง
3. ปุ่มควบคุมการปรับระดับส่วนที่นั่งให้อยู่ในตำแหน่งปกติ

แนวทางการวางตำแหน่งปุ่มควบคุมลักษณะต่าง ๆ

1. การวางระบบการปรับระดับสูง – ต่ำ แยกจากระบบควบคุมและบังคับทิศทางออกจากกัน (ซ้าย – ขวา)
2. การวางระบบ การปรับระดับสูง – ต่ำ แยกจากระบบควบคุมและบังคับทิศทาง ในตำแหน่งเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการวาง	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การวางปุ่มควบคุมทิศทางและปุ่มควบคุมการปรับระดับความสูง แยกจากัน ซ้าย – ขวา	- การต่อระบบวงจรไม่ยุ่งยาก	- ทำให้การเคลื่อนตัวเข้าและออกจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้าลำบาก เนื่องจากอาจมีผลกระทบต่อลักษณะการพับหรือถอดส่วนพักแขน - ไม่รองรับกับลักษณะอาการของผู้พิการบางประเภทเช่นผู้พิการอัมพาตครึ่งซีก - มีระบบควบคุมหลายตัว สับสนในการใช้งาน
2. การวางปุ่มควบคุมทิศทางและปุ่มควบคุมการปรับระดับความสูงรวมกัน	- ทำให้ระบบมีขนาดกระทัดรัดเนื่องจากไม่ต้องมีส่วนควบคุมหลาย ๆ ตัว - ไม่มีผลกระทบกับลักษณะการเคลื่อนตัวเข้าและออกรถนั่งคนพิการไฟฟ้า - รองรับกับลักษณะอาการของผู้ใช้ประเภท อัมพาตครึ่งซีก	- ลักษณะการต่อวงจรค่อนข้างซับซ้อน - ปุ่มควบคุมมีหลายปุ่มอาจเกิดความสับสนในการใช้งาน

ตารางที่ 6.5.2 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของการวางตำแหน่งระบบควบคุม

สรุป จากตารางแสดงข้อดีและข้อเสีย เลือการวางระบบรวมกัน เพื่อความกระทัดรัด และไม่กีดขวางการเคลื่อนตัวเข้าออกรถนั่งคนพิการไฟฟ้านอกจากนี้ยังเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ค่าความถี่ในการใช้งานปุ่มควบคุมการทำงานต่าง ๆของกล่องควบคุมทิศทาง

ส่วนควบคุมการทำงาน	ความถี่
1. ปุ่มควบคุมสวิทย์ เปิด/ปิด	ไม่บ่อย
2. คันบังคับทิศทาง	บ่อยมาก
3. สัญญาณแตร	ไม่บ่อย
4. แถบแสดงสถานะของแบตเตอรี่	บ่อย
5. ปุ่มควบคุมการปรับระดับขึ้นและลง	บ่อย
6. ปุ่มควบคุมสัญญาณฉุกเฉิน	นาน ๆ ครั้ง

ตารางที่ 6.5.3 ตารางแสดงค่าความถี่ในการใช้งานปุ่มควบคุมต่าง ๆ

จากตารางความถี่ของการใช้งานปุ่มควบคุมสามารถสรุปได้ดังนี้

1. **ปุ่มควบคุมสวิทย์เปิด/ปิด** เป็นปุ่มที่มีการใช้งานไม่บ่อยนัก เพราะลักษณะการใช้งานผู้ใช้เมื่อรถหยุดวิ่ง ระบบวงจรการทำงานจะตัดกระแสไฟที่เข้าสู่ระบบมอเตอร์ ทำให้ไม่เสียพลังงานไฟฟ้า จึงไม่มีความจำเป็นต้องปิดสวิทย์ทุกครั้ง เหมือนรถยนต์ ดังนั้นปุ่มนี้ไม่มีความจำเป็นต้องอยู่ในตำแหน่งที่ใช้งานได้สะดวก
2. **คันบังคับทิศทาง** เป็นส่วนที่ใช้งานบ่อยที่สุด เพราะเป็นส่วนควบคุมทิศทางและการเคลื่อนที่ จึงควรอยู่ในตำแหน่งที่พอดีกับระยะมือจับ (ระยะข้อศอกถึงจุดกึ่งกลางกำปั้น)
3. **ปุ่มสัญญาณแตร** ใช้งานไม่บ่อยนัก
4. **แถบแสดงสถานะของแบตเตอรี่** เป็นส่วนแสดงพลังงานที่มีอยู่ในแบตเตอรี่ที่ใช้ ซึ่งจะมีความสำคัญสำหรับการใช้งานรถ ควรจะจัดให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน
5. **ปุ่มควบคุมการปรับระดับขึ้นและลง** เป็นส่วนที่ใช้งานบ่อยพอสมควร เพราะในกิจวัตรประจำวันนั้นผู้ป่วยมีการเคลื่อนย้ายตัวจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้า หรือ ปรับระดับสำหรับการใช้งานอื่น ๆ ค่อนข้างบ่อย ดังนั้นตำแหน่งของปุ่มควรอยู่ในตำแหน่งที่ถนัด ไม่ห่างจากคันบังคับมากนัก
6. **ปุ่มควบคุมระบบสัญญาณฉุกเฉิน** เป็นปุ่มที่ใช้งานไม่บ่อยนัก เพราะจะใช้ก็ต่อเมื่อเกิดอันตรายหรือ ต้องการความช่วยเหลือจากคนภายนอกเท่านั้น จึงน่าจะอยู่ในที่ที่ห่างจากปุ่มอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

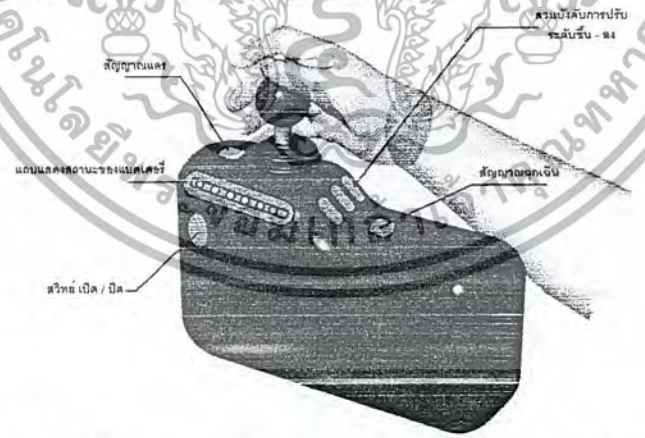
การวิเคาะห์ปัญหาตำแหน่งของปุ่มและคันบังคับทิศทางแบบเดิม

1. ปุ่มควบคุมสวิทย์เปิด – ปิด อยู่ติดกับคันบังคับมากเกินไปซึ่งเป็นปุ่มที่ใช้งานไม่บ่อยนัก
2. ปุ่มแตร อยู่ในตำแหน่งที่ถูกแขนของผู้ใช้บังอยู่ ทำให้การใช้งานค่อนข้างลำบาก
3. ส่วนแสดงสถานะของแบตเตอรี่ ถูกแขนของผู้ใช้บังอีกเช่นกัน
4. ระดับของปุ่มเป็นระนาบเดียวกันกับส่วนกล่องควบคุม การใช้งานค่อนข้างลำบาก
5. คันบังคับเป็นลักษณะกลมและผิวสัมผัสเกลี้ยงมัน อาจทำให้ลื่นได้
6. รูปทรงของกล่องควบคุมมีภาพลักษณ์ของอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามากเกินไป

แนวทางการออกแบบแก้ไข

1. ทำการออกแบบ และวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับพฤติกรรม ความถี่ในการใช้งานในแต่ละปุ่ม และระยะที่เหมาะสม
2. ออกแบบวางปุ่มให้สามารถมองเห็น และใช้งานได้สะดวกมากขึ้น
3. ออกแบบให้มีระดับของปุ่มที่นูนขึ้น เพื่อความสะดวกและรองรับกับกลุ่มเป้าหมาย
4. ออกแบบคันบังคับทิศทางให้มีรูปทรงที่ช่วยให้การใช้งานดีขึ้น
5. ออกแบบกราฟฟิกให้สามารถเข้าใจได้ง่าย และสีสันที่เหมาะสมกับหน้าที่การใช้งานของแต่ละปุ่ม เช่น ปุ่มสัญญาณฉุกเฉินใช้สีแดงเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบว่าเป็นปุ่มที่ไม่ได้ใช้งานปกติ
6. ออกแบบรูปทรงให้สวยงาม

○ **สรุปรูปแบบแนวโน้มของการวางตำแหน่งปุ่มบนกล่องควบคุมทิศทางซึ่งได้จากการวิเคราะห์พฤติกรรม ความถี่ในการใช้งานปุ่มต่าง ๆ**



ภาพที่ 6.5.7 แสดงแนวโน้มการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุม

สรุป ทำการพัฒนาการวางตำแหน่งและรูปทรงในส่วนของขั้นตอนการออกแบบ (Sketch Design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 ระบบผ่อนกำลังและการปรับระดับความสูง

○ ระบบผ่อนกำลัง

การปรับระดับสูงต่ำ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับรถนั่งคนพิการไฟฟ้า เพราะจะเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ป่วยอย่างมาก ระบบการปรับระดับจึงเป็นสิ่งจำเป็น และต้องนำมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งสามารถพิจารณาเลือกระบบที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานดังนี้

1. ระบบแมคคานิค(Mechanism)
2. ระบบผ่อนกำลังโดยกำลังงานของไหล
    a. ระบบนิวเมติค (Neumatic)
    b. ระบบไฮดรอลิค (Hydraulic)
3. ระบบแมคคานิกไฟฟ้า (Electric)

1. ระบบแมคคานิค (Mechanism)

คือระบบผ่อนแรงแบบง่าย ๆ อาศัยหลักการเชิงกล ในการนำมาใช้สำหรับปรับระดับสูง – ต่ำของส่วนที่นั่ง สามารถพิจารณาได้ 2 ระบบคือ

1.1 ระบบเฟืองปรับระดับ ประกอบด้วย Rack gear และ Spur gear ซึ่งจะประกอบกันอยู่ในท่อน มีมือจับต่อจาก Spur gear ซึ่งเมื่อทำการหมุนจะทำให้ Rack gear เคลื่อนไหวไปตามแนวดิ่ง และเคลื่อนที่ลงเมื่อมีการหมุนกลับ

1.2 ระบบเกลียวปรับระดับ เป็นระบบที่มีลักษณะเป็นท่อกลม ประกอบเกลียวและน็อตสวมกันอยู่ในเกลียว ในลักษณะเกลียวซ้ายหรือขวา ซึ่งถ้าเป็นเกลียวซ้ายก็ต้องหมุนไปทางขวา และถ้าเป็นเกลียวขวาก็ต้องหมุนไปทางซ้าย

ทั้ง 2 ระบบนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันระบบที่หนึ่งนั้นมีขนาดใหญ่มาก และถ้ามีน้ำหนักของผู้ใช้บริการกดลง จะเป็นตัวทำให้ขยับยาก แต่อย่างไรก็ตามจะวิเคราะห์รวมตามเงื่อนไขความเป็นไปได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบผ่อนกำลังโดยกำลังงานของไหล

ก้าวแรกของเทคโนโลยีกำลังของไหลได้เริ่มขึ้นมาแล้วกว่า 300 ปี โดยเริ่มในปี พ.ศ. 2193 เมื่อ ปาสคาล (Pascal) ค้นพบว่าแรงดันที่ให้กับของไหล ซึ่งบรรจุอยู่ภายในภาชนะปิด จะไปปรากฏและกระทำในทุกทิศทางต่อพื้นผิวภาชนะในทิศทางตั้งฉาก ต่อมาเบอร์นูลี่ (Bernuolli) ได้พัฒนากฎเกณฑ์ของปาสคาบไปใช้เกี่ยวกับการไหลของของไหล และมีผู้ประกอบกิจการอุตสาหกรรมเห็นประโยชน์ของการนำเอากำลังของไหลไปใช้กับเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ.2393 เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมขึ้นในประเทศอังกฤษ ได้มีการนำเอาพลังงานของไหลมาใช้แทนระบบกลไกและระบบไฟฟ้า เช่น เครื่องอัด เครื่องขุด เครน และกว้าน เป็นต้น

ในต้นศตวรรษที่ 19 ระบบกำลังงานของไหลกลับได้รับความนิยมน้อยลงเพราะอุปกรณ์ต่างๆ ที่ยังไม่ได้พัฒนาให้ดี ดังนั้นระบบไฟฟ้าจึงถูกนำกลับมาใช้แทนที่แต่ยังมีข้อบกพร่องในการส่งกำลังงานบางประเภท บรรดาวิศวกรจึงมีความเห็นว่าควรนำระบบกำลังของไหลมาพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ฉะนั้น ในช่วงศตวรรษที่ 20 นับเป็นช่วงที่มีการพัฒนาและนำเอากำลังงานของไหลมาใช้กันมากที่สุด กำลังงานของไหลที่นำมาใช้ ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ระบบ คือ

a. ระบบนิวแมติก (Pneumatic)
b. ระบบไฮดรอลิก (Hydraulics)

a. ระบบนิวแมติก

คำว่า pneumatic เป็นคำที่มาจากภาษากรีกโบราณคือ pneuma มีความหมายว่า " ก๊าซที่มองไม่เห็น " ในสมัยนั้นรู้จักนิวแมติกเพียงหมายถึงการไหลของอากาศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนิวแมติกหมายถึงระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ลมทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุเครื่องมือลมทุกชนิด และการจับ ยึด เจาะ อัดปั๊ม ขึ้นรูปในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ระบบนิวแมติกจะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

ภาพที่ 6.6.1 ภาพแสดงอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติก** ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในงานในระบบนิวแมติก ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ขับ (driving unit) ทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศ ได้แก่ เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

1.2 **เครื่องอัดอากาศ** (air compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศที่ความดันบรรยากาศ ให้มีความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติ

1.3 **เครื่องกรองอากาศขาเข้า** (intake filter) ทำหน้าที่กรองอากาศก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องอัดอากาศ เพื่อให้อากาศที่จะอัดปราศจากฝุ่นละออง

1.4 เครื่องหล่อเย็น (after cooler) ทำหน้าที่หล่อเย็นอากาศอัดให้เย็นตัวลง

1.5 เครื่องแยกน้ำมันและความชื้น (separator) อุปกรณ์นี้จะช่วยแยกเอาความชื้น และละอองน้ำมันที่แฝงมากับอากาศ ก่อนที่อากาศจะถูกอัดเก็บลงในถังเก็บลม

1.6 ถังเก็บลมอัด (air receiver) เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บอากาศอัดที่ได้จากเครื่องอัดอากาศ และจ่ายอากาศอัดคงที่สม่ำเสมอให้แก่ระบบนิวแมติก

2. **อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด** ทำให้อากาศปราศจากฝุ่นละออง คราบน้ำมันและน้ำก่อนที่จะไปใช้ในระบบนิวแมติก ประกอบด้วยกรองลมอัด (air filter) วาล์วปรับความดันพร้อมเกจ (pressure regulator) อุปกรณ์ผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (lubricator oiler)

3. **อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน** หมายถึงลิ้นควบคุมชนิดต่างๆ ในระบบนิวแมติก ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจร ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ควบคุมอัตราการไหลของลมอัดและควบคุมความดัน

4. **อุปกรณ์การทำงาน** ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังลม เช่น กระบอกสูบลมชนิดต่างๆ และมอเตอร์ลม

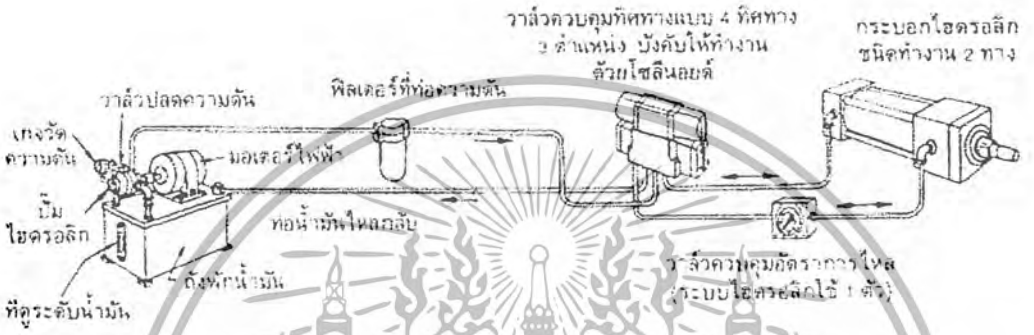
5. **อุปกรณ์ในระบบท่อทาง** ใช้เป็นท่อทางไหลของลมอัดในระบบนิวแมติก ระบบท่อนี้รวมถึงท่อส่งลมอัดและข้อต่อชนิดต่างๆ ด้วย

- ข้อดีของระบบนิวเมติค คือ สามารถบังคับและปรับแต่งตัวถ่ายทอดพลังงานได้เบา สะอาด ทำงานรวดเร็ว ส่งถ่ายง่าย
- **ข้อเสียของระบบนิวเมติค** คือ มีแรงน้อย ยืดหยุ่นมาก ก้านสูบมักเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ เสียงดัง ถ้ามีความชื้นมากจะทำให้เกิดน้ำในวงจรและต้องการเนื้อที่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. **ระบบไฮดรอลิก**

คำว่า hydraulic มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึง น้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึง ท่อ (pipe) เดิมคำว่า hydraulic จึงหมายถึงการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันนี้หมายถึง การไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกและมอเตอร์ไฮดรอลิกทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิก เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ระบบไฮโดรลิกจะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้



ภาพที่ 6.6.2 ภาพแสดงอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิก

1. **อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก** ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

2. **อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิก** ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมันขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิก ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮดรอลิก ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิก และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน

3. **อุปกรณ์สร้างการไหล** ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกชนิดต่างๆ

4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงวาล์วควบคุมชนิดต่างๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหลใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ความคุมความดันในระบบ

5. **อุปกรณ์การทำงาน** ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. **อุปกรณ์ในระบบท่อทาง** ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบ ประกอบด้วยแป๊ป (pipe) ท่อ (tube) สายน้ำมันไฮดรอลิก (hoses) ข้องอ (bendling) และข้อต่อต่างๆ (fittings)

○ **การใช้งานระบบไฮดรอลิก**

ขอบข่ายงานต่างๆ ที่นำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้งานนั้น แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วน คือ

1. **ระบบไฮดรอลิกในโรงงานอุตสาหกรรม (industrial hydraulics)**
   ในงานอุตสาหกรรมได้มีการนำระบบไฮดรอลิกไปใช้ในเครื่องมือต่างๆ ตัวอย่างเช่น เครื่องฉีดพลาสติก เครื่องฉีดอะลูมิเนียม แท่นอัดขึ้นงาน เครื่องป้อนและตัดชิ้นงาน เครื่องพับและเครื่องตัดชิ้นงาน เครื่องประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน เครื่องจักรขนาดใหญ่ เครื่องกลึงและเจียระไน
2. **ระบบไฮดรอลิกในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า งานวิศวกรรมโยธา และสถานีกำเนิดไฟฟ้า** (hydraulics in steelworks, civil engineering and generating stations)ในปัจจุบันงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้าส่วนใหญ่ต้องมีการใช้อุปกรณ์ไฮดรอลิก ตัวอย่างเช่น ใช้กับแท่นเลื่อน แขนโยน ฐานป้อนและส่ง เครื่องปรับขนาดลูกกลิ้งส่วนในงานวิศวกรรมโยธา เช่น ระบบปิด – เปิดประตูกั้นน้ำ การควบคุมการปิด – เปิดสะพาน
3. **ระบบไฮดรอลิกในยานยนต์อุตสาหกรรม** (mobile machinery hydraulics) ตัวอย่างเช่น รถเทรเลอร์ รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้างอื่น ๆ
4. ระบบไฮดรอลิกในเรือเดินทะเล (hydraulics for marine applications) เช่น ระบบนำร่องอัตโนมัติ ระบบเครื่องหางเสือเรือทั้งแบบธรรมดาและอัตโนมัติ
5. **ระบบไฮดรอลิกในงานเทคนิคเฉพาะอย่าง** (hydraulics in special technical applications) งานที่นำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้นั้น ตัวอย่างเช่น กล้องเทเลสโคป ระบบสื่อสารทางอากาศ เครื่องเจาะสำรวจแหล่งแร่

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของระบบไฮดรอลิค

ระบบไฮดรอลิคสามารถแยกออกได้เป็น 2 แบบคือ

- ระบบไฮดรอลิคแบบธรรมดา
- ระบบไฮดรอลิคแบบอัตโนมัติ

- *ระบบไฮดรอลิคแบบธรรมดา*

เป็นระบบผ่อนแรงโดยอาศัยการปั้มน้ำมันไฮดรอลิคจากพลังงานกล(กำลังคน) ให้ไปดันกระบอกสูบให้เคลื่อนที่ โดยมีลิ้นวาล์วเปิด – ปิด เป็นตัวช่วยควบคุมการขึ้นลง ระบบนี้สามารถผ่อนแรงได้มาก เบาแรงไม่ซับซ้อนไม่ยุ่งยาก

- *ระบบไฮดรอลิคแบบอัตโนมัติ*

มีหลักการที่เหมือนกับระบบธรรมดา แต่อาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าช่วยในการปั้มน้ำมันไฮดรอลิค มีข้อดีคือ มีสวิตย์ควบคุมให้มอเตอร์หมุนช้าหรือเร็ว

- ข้อดีของระบบไฮดรอลิค คือ สามารถถ่ายทอดกำลังได้มากจากอุปกรณ์ขนาดเล็ก มีอายุการใช้งานนาน
- ข้อเสียคือ มีความว่องไวต่อสิ่งสกปรก ต้องการการดูแลรักษาอย่างมาก

3. **ระบบแมคคานิกไฟฟ้า (Electric)**

เป็นระบบที่อาศัยกระแสไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ทำงานโดยจะใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ ทำงานร่วมกับระบบเฟืองโดยอาศัยการทดรอบของเฟืองเปลี่ยนการเคลื่อนที่ให้ช้าลง และเปลี่ยนแนวการเคลื่อนที่ด้วย จากการเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ขึ้น – ลง ในแนวดิ่ง

- ข้อดีของระบบไฟฟ้า คือสามารถปรับเปลี่ยนระดับองศาการนั่งได้อย่างง่ายดาย ปรับระดับได้หลายระดับ สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน
- ข้อเสียของระบบไฟฟ้า คือระบบเฟือง ซึ่งต้องมีการทดรอบมาก ๆ และมีราคาแพง

วิเคราะห์และสรุปผลรูปแบบและระบบกลไกของส่วนที่นั่งรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน

ระบบที่นำมาใช้งานในโครงการออกแบบนี้ต้องเป็นระบบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่าย ผู้สูงอายุสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยตนเอง และสามารถรักษาสภาพการใช้งานได้อย่างมั่นคง และปลอดภัย โดยมีเงื่อนไขที่นำมาพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สะดวกในการปรับระดับสำหรับผู้ป่วยและผู้พิการ
2. ความปลอดภัยจากระบบที่นำมาใช้งาน
3. รับน้ำหนักได้ดี
4. มีขนาดกะทัดรัด
5. สามารถซ่อมบำรุงได้

ระบบ	ข้อดี	ข้อเสีย
แมคคานิค	1.ติดตั้งได้ง่าย และค่าติดตั้งต่ำ 2.ไม่ต้องดูแลรักษามากเพียงแต่เช็ดทำความสะอาด 3.ไม่มีระบบไฟฟ้ากำลัง หรือระบบที่ต้องใช้ชิ้นส่วนมากมาย	1.ต้องใช้แรงในการปรับระดับซึ่งไม่สะดวกสำหรับผู้ป่วย 2.เมื่อใช้ไปนาน ๆ ความสูงต่ำจะเปลี่ยนไป 3.ให้กำลังในการเคลื่อนที่ต่ำ
ไฮดรอลิค	1.สามารถถ่ายทอดกำลังได้มากจากอุปกรณ์ขนาดเล็ก 2.บังคับได้ง่ายและเบาบาง 3.อายุการใช้งานนาน	1.มีความว่องไวต่อความสกปรกทำให้เสียง่าย 2.อาจจะเกิดการรั่วของน้ำมันได้ 3.การดูแลรักษาต้องใช้ทุนมาก 4.มีราคาแพง
นิวเมติค	1.สามารถปรับแต่งตัวถ่ายทอดกำลังงานได้ 2.สามารถบังคับได้ง่าย 3.เบา สะอาด และทำงานได้อย่างรวดเร็ว	1.ให้กำลังในการเคลื่อนที่ต่ำ 2.มีความยืดหยุ่นสูง ก้านสูบมักเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ 3.ถ้ามีความชื้นมากจะทำให้เกิดน้ำในวงจรได้ 4.มีเสียงดังมาก และต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งมาก
ไฟฟ้า	1.สามารถปรับแต่งตัวถ่ายทอดกำลังให้แรงหรือเบาได้ตามต้องการ 2.บังคับได้ง่ายและเบาแรง 3.อายุการใช้งานนาน และสะดวกในการใช้งาน	1.ต้องทดรอบระบบเฟืองมาก ๆ จึงจะใช้งานได้ 2.จะต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี 3.มีราคาแพงในการติดตั้ง

ตารางที่ 6.6.1 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบผ่อนกำลังแต่ละแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบ				
		แมคคานิก	นิวเมติค	ไฮดรอลิคธรรมดา	ไฮดรอลิคอัตโนมัติ	ไฟฟ้า
เหมาะสมกับการใช้งานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	4	1	1	1	3	2
สะดวกในการปรับระดับ	3	1	3	3	4	4
ความปลอดภัยจากระบบ	3	4	3	3	3	3
รับน้ำหนักได้ดี	2	4	3	4	4	4
มีขนาดกะทัดรัด	2	3	1	2	2	3
ราคาถูก	2	4	2	3	2	2
สามารถซ่อมบำรุงได้	1	3	2	2	2	2
รวม		44	36	42	51	49

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.6.2 ตารางวิเคราะห์การเลือกใช้ระบบผ่อนกำลัง

สรุป ระบบที่เหมาะสมกับโครงการ และเลือกนำมาใช้งานปรับระดับสูง – ต่ำของส่วนที่นั่งรถนั่งคนพิการไฟฟ้า คือ ระบบไฮดรอลิค อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **ข้อมูลเกี่ยวกับการปรับระดับความสูงของส่วนพักเท้าและส่วนเท้าแขน**

รถนั่งคนพิการนั้นเป็นสิ่งที่มีการใช้งาน เป็นส่วนตัว การปรับระดับขนาดต่าง ๆ มักทำกันเพียงครั้งเดียว เพื่อให้เหมาะสมกับตัวผู้ใช้โดยตรง ระบบการปรับระดับความสูงที่ใช้ในรถนั่งคนพิการไฟฟ้า ในประเทศไทยมี

1. **ระบบล็อคตามระบบที่กำหนด**

ทำงานโดยการกำหนดระยะที่ต้องการให้ปรับระดับไว้ในค่าสูงสุดถึงต่ำสุด และมีการแบ่งเป็นระยะการปรับเท่ากัน อาจเป็น 3 เซนติเมตร หรือ 5 เซนติเมตร ๆลๆ

ภาพที่ 6.6.3 ภาพแสดงระบบการปรับความสูงแบบล็อคตามที่กำหนด แบบที่ 1

ข้อดี	ข้อเสีย
1.ปรับง่าย ไม่ต้องออกแรงมาก 2.ซ่อมบำรุงได้ง่าย เมื่อมีการติดขัด	1.ไม่แข็งแรง ในการรับแรงกดมาก ๆ 2.ตัวล็อคอาจเลื่อนได้ถ้าขดสปริงเสื่อมสภาพ 3.ต้องปรับในระยะที่กำหนดให้แน่นอน

ตารางที่ 6.6.3 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามระบบแบบที่ 1

ภาพที่ 6.6.4 ภาพแสดงระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามที่กำหนด แบบที่ 2

ข้อดี	ข้อเสีย
1.มีความมั่นคงและรับแรงกดได้ดี 2.ซ่อมบำรุงได้ง่าย เมื่อมีการติดขัด	1. ใช้แรงในการปรับมากกว่าแบบที่ 1 2.ต้องปรับในระยะที่กำหนดให้แน่นอน

ตารางที่ 6.6.4ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบการปรับความสูงแบบล็อกตามระบบแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบล็อกโดยมีปุ่มขันเพื่อเพิ่มความกระชับ

ภาพที่ 6.6.5 ภาพแสดงระบบการปรับความสูงแบบมีปุ่มขัน

ข้อดี	ข้อเสีย
1.มีความมั่นคงและรับแรงกดได้ดี 2.ล็อกไม่ปลดง่ายจนกว่าจะมีการปลดตัวล็อก 3.ปรับความสูงได้ละเอียดกว่า	1. ใช้แรงในการปรับมากกว่าแบบที่ 2.ซ่อมบำรุงได้ยากกว่า

ตารางที่ 6.6.5 ตารางแสดงข้อดี – ข้อเสียของระบบการปรับความสูงแบบมีปุ่มขัน

○ การวิเคราะห์เลือกระบบการปรับความสูง

ควรมีความมั่นคงเป็นหลัก และเป็นการปรับเพียงครั้งเดียว ความยากในการปรับจึงเป็นเรื่องรอง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ปรับความสูงแบบปุ่มล็อกแบบที่ 1	ปรับความสูงแบบปุ่มล็อกแบบที่ 2	ปรับความสูงแบบมีปุ่มขัน
ความมั่นคงแข็งแรง	4	2	4	4
ความละเอียดในการปรับ	3	2	2	4
ความยากในการปรับ	1	4	2	3
รวม		18	24	31

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.6.6 ตารางแสดงการวิเคราะห์ระบบปรับความสูงส่วนพักแขน ,พักเท้า

สรุป เลือกระบบการปรับความสูงแบบมีปุ่มขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ระบบการปรับเอียง

ในส่วนของเก้าอี้บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้นมีการปรับมุมเอียงของพนักพิงแบบจำกัดมุม ไม่ต้องการความหลากหลายของมุม และความละเอียดในการปรับมากเหมือนเก้าอี้ทันตแพทย์ ระบบแมคคานิค ดูจะเหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการ จึงไม่ขอพูดถึงระบบไฮดรอลิคให้สิ้นเปลืองและยุ่งยาก

ระบบการปรับเอียงแบบแมคคานิค

ระบบนี้เป็นระบบที่ไม่ต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งเครื่องจักรใด ๆ แต่อาศัยพลังงานในการปรับระดับจากพลังงานมนุษย์ โดยอาศัยการปรับที่ฟันเฟืองเพื่อปรับระดับสูง – ต่ำ ตามต้องการ ระบบนี้อาจแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. *ประเภทที่ใช้แกนหมุนล็อคในลักษณะวงกลม*

การปรับเอนในลักษณะนี้จะประกอบด้วย 2 แกนคือ แกนส่วนที่นั่งและแกนส่วนพนักพิง ซึ่งจะมี Joint ร่วมซึ่งมีลักษณะวงกลมประกบอยู่ สอดกันอยู่ แล้วมีจุดล็อค และคลายล็อคตามตำแหน่งองศาต่าง ๆ กันในลักษณะเป็นฟันเฟือง หรือใช้แรงเสียดทาน โดยทั่วไปการล็อคจะล็อคเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งจะเป็นจุดหมุนธรรมดา

1.1 แบบหมุนล็อคฟันขบกัน

ใช้ในเก้าอี้รถเมล์ เมื่อต้องการปรับมุมก็จะหมุนปุ่มคลายล็อคแล้วใช้หลังดันพนักพิงให้เข้าล็อคฟันเฟือง แล้วหมุนปุ่มล็อค ภาพที่ 6.6.6 แสดงลักษณะของระบบหมุนล็อคฟันขบกัน

ข้อดี

- เวลาปรับเอนไม่ต้องลุกจากเก้าอี้
- ระบบไม่ซับซ้อน

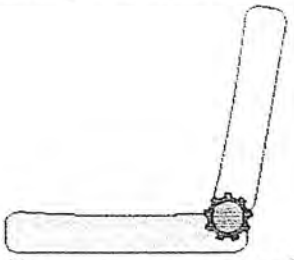
ข้อเสีย

- ต้องใช้มือดันพนักพิงกลับเมื่อต้องการให้มุมตั้งขึ้น
- ใช้แรงในการปรับเอนมาก
- ไม่แข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 แบบหมุนโดยใช้เกลียวขัน

ใช้ในเก้าอี้รถยนต์ เมื่อต้องการปรับมุมก็จะหมุนเกลียว พนักพิงก็จะเอนขึ้น – ลง



ภาพที่ 6.6.7 แสดงลักษณะของระบบหมุนโดยใช้เกลียวขัน

ข้อดี

- มีความแข็งแรงพอสมควร
- เวลาปรับเอนไม่ต้องลุกขึ้นจากเก้าอี้
- ไม่ต้องใช้มือดันพนักกลับเมื่อต้องการให้พนักพิงตั้งขึ้น

ข้อเสีย

- ใช้แรงในการปรับเอนมาก
- ระบบค่อนข้างซับซ้อน

1.3 แบบใช้แรงดีดกลับ

ใช้ในเก้าอี้รถยนต์ เมื่อต้องการปรับมุมก็จะกดคันโยกลงเพื่อปลดล็อค แล้วใช้หลังดันพนักพิงให้ลงล็อค

ภาพที่ 6.6.8 แสดงลักษณะระบบแบบใช้แรงดีดกลับ

ข้อดี

- ไม่ต้องใช้แรงมาก
- เวลาปรับเอนไม่ต้องลุกจากเก้าอี้
- มีความแข็งแรงพอสมควร
- ไม่ต้องใช้มือดันพนักพิงกลับเมื่อต้องการให้พนักพิงตั้งขึ้น

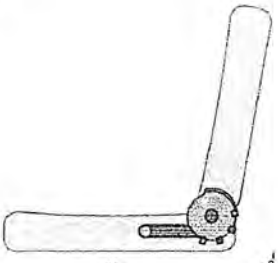
ข้อเสีย

- ระบบมีความซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แบบกึ่งอัตโนมัติ

ใช้ในเก้าอี้พักผ่อนทั่วไป เมื่อต้องการปรับเอนจะใช้การดันพนักพิงกลับเพื่อปลดล็อค แล้วจึงดันพนักพิงเอนตามต้องการ



ภาพที่ 6.6.9 แสดงลักษณะระบบกึ่งอัตโนมัติ

ข้อดี

- ไม่ต้องใช้แรงมาก
- มีความแข็งแรงพอสมควร
- ขณะปรับเอนไม่ต้องลุดจากเก้าอี้

ข้อเสีย

- เมื่อต้องการให้พนักพิงเอนลง จะต้องปลดล็อคโดยการเอนพนักพิงมาข้างหน้าทุกครั้ง

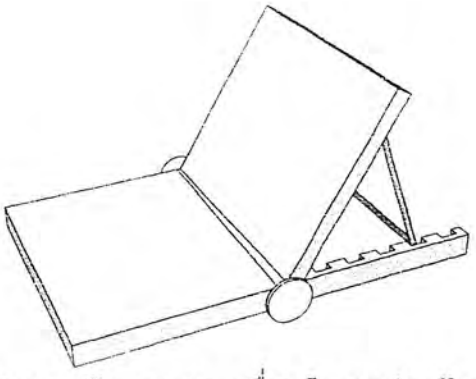
2. *ประเภทที่ใช้แกนหมุนล็อคในลักษณะเส้นตรง*

การปรับเอนประเภทนี้ ประกอบด้วย 2 แกนคือ แกนพนัก และแกนหลัก ซึ่งแกนหลักจะเป็นแกนที่มีลักษณะอยู่กับที่ตายตัว และแกนพนักจะสามารถเลื่อนได้โดยการเลื่อนในลักษณะเป็นเส้นตรงลงร่องแล้วล็อค หรือใช้การค้ำยัน การเกี่ยวพันของฟัน การเลื่อนล็อคและการคลายล็อคต้องอาศัยเลื่อนแกนเพื่อล็อคในตำแหน่งใหม่ ซึ่งจะทำให้พนักเอนได้ ระบบการปรับแบบนี้มักพบในเก้าอี้พักผ่อนริมสระน้ำ หรือเก้าอี้พักผ่อนทั่ว ๆ ไป แบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

2.1 แบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาด้านหลัง

จะมีแกนยันพนักพิงซึ่งจะติดอยู่ที่ด้านหลังพนัก โดยแกนนี้จะไปล็อคบนร่องฟันปลาด้านหลังของโครงเก้าอี้ การปรับเอนต้องใช้การปลดล็อคเพื่อยกแกนยันด้านหลังแล้วเปลี่ยนตำแหน่งบนร่องฟันปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.6.10 แสดงลักษณะระบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาด้านหลัง

ข้อดี

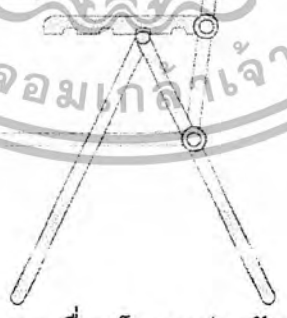
- ระบบไม่ซับซ้อน

ข้อเสีย

- การปรับเอนต้องลุดลงจากเก้าอี้มาปรับ หรือให้ผู้อื่นช่วยปรับ
- กินเนื้อที่มาก

2.2 แบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาที่ส่วนพักแขน

แกนร่องฟันปลาจะซ่อนอยู่ที่ส่วนพักแขน และส่วนล็อคจะอยู่ที่โครงเก้าอี้ หรือพนักพิง เมื่อต้องการปรับเอนให้ยกส่วนท้าแขนขึ้นเพื่อเลื่อนล็อคบนร่อง



ภาพที่ 6.6.11แสดงลักษณะระบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาที่ส่วนพักแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

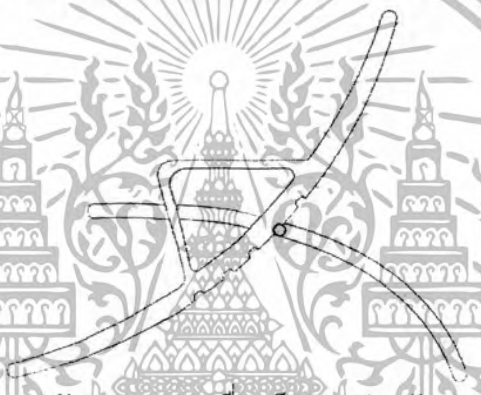
- ระบบไม่ซับซ้อน
- เวลาปรับเอนไม่ต้องลุกจากเก้าอี้
- ไม่ต้องใช้แรงมากในการปรับเอน

ข้อเสีย

- ไม่สามารถปรับเอน 180 องศาได้
- ใช้แรงมากในการปรับเอน

2.3 แบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาส่วนโค้งเก้าอี้

แกนฟันปลาจะอยู่บนโครงเก้าอี้ และส่วนล็อคจะอยู่ที่พนักพิง เมื่อต้องการเลื่อนล็อค ก็จะดึงส่วนพนักพิงขึ้นเพื่อปลดล็อค แล้วจึงเลื่อนล็อคกับร่องฟันปลาบนโครงสร้างของเก้าอี้



ภาพที่ 6.6.12 แสดงลักษณะระบบเลื่อนล็อคบนร่องฟันปลาส่วนโครงเก้าอี้

ข้อดี

- ระบบไม่ซับซ้อน
- เวลาปรับไม่ต้องลุกจากเก้าอี้

ข้อเสีย

- การปรับไม่คล่องตัว
- ต้องอาศัยแรงมากในการปรับเอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขในการพิจารณาเลือกใช้ระบบการปรับเอน

- มีความแข็งแรง และรับน้ำหนักได้ดี
- สะดวกต่อผู้ใช้ในการปรับเอน
- ระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อนมาก
- การบำรุงรักษาง่าย
- ง่ายต่อการผลิต

ทั้งนี้จะนำเอาระบบที่มีความเป็นไปได้ในการออกแบบเก้าอี้นั่งบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้ามาพิจารณาเท่านั้น ตารางที่ 6.6.7 แสดงการวิเคราะห์เลือกระบบการปรับเอนของพนักพิง

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	แบบแกนหมุนล็อคในลักษณะวงกลม				แบบเส้นตรง
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1
1. มีความแข็งแรง และรับน้ำหนักได้ดี	4	2	3	3	3	4
2. สะดวกต่อผู้ใช้ในการปรับเอน	4	3	3	4	2	1
3. การบำรุงรักษาง่าย	3	3	3	3	3	2
4. ระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อนมาก	2	4	3	3	4	4
5. ง่ายต่อการผลิต	2	2	2	2	2	3
รวม		41	43	47	41	40

สรุป ทำการเลือกใช้ระบบการปรับเอนแบบหมุนโดยใช้แรงดีดกลับสปริง

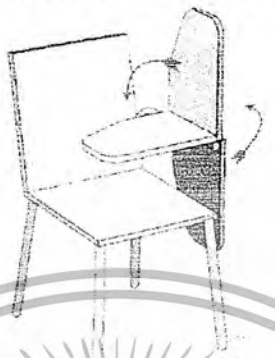
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการพับเก็บส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

การพับเก็บส่วนทำงานเพื่อไม่ให้เกะกะเวลาไม่ได้ใช้ การพับเก็บควรคำนึงถึงการนำกลับมาใช้ใหม่ได้สะดวกและปลอดภัยต่อผู้ใช้

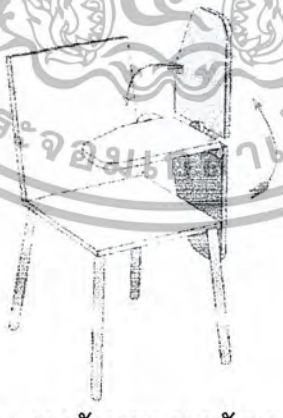
ซึ่งระบบที่จะพิจารณาคือ รายการพับเก็บแผ่นรองเขียนของเก้าอี้เลคเชอร์

แบบที่ 1 พับขึ้นมาจากทางด้านข้าง



แบบที่ 2 หมุนแล้วพับ

แบบที่ 3 หมุนเฉียงด้านข้าง



ภาพที่ 6.6.13 ถึง 6.6.15 แสดงลักษณะการพับแบบต่าง ๆ ของเก้าอี้เลคเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความสูงของส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการ

ระยะสัดส่วนของที่นั่งถึงข้อศอก	อยู่ที่ประมาณ 25.7 เซนติเมตร
ขนาดความสูงจากพื้นถึงที่นั่งบนรถนั่งคนพิการ	อยู่ที่ประมาณ 49.5 เซนติเมตร

เงื่อนไขการพิจารณา

ความถนัดในการเขียน จะถือระยะจากพื้น - ข้อศอก เป็นหลักในการพิจารณา ระยะที่วิเคราะห์ได้คือ 25.70 เซนติเมตร แต่ระยะที่ได้เป็นค่าตัวเลขที่ได้ในขณะที่ลำตัวในแนวตรงตั้งฉากกับพื้น แต่ในการเขียนหนังสือจริง ๆ ส่วนแขนจะต้องยื่นไปข้างหน้าในระยะที่ถนัดในการเขียน ดังนั้นจะต้องบวกค่าตัวแปรไปอีก ดังนั้น ระยะที่ได้จะอยู่ที่ประมาณ 28 เซนติเมตร

สรุป ส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการจะอยู่สูงจากที่นั่งประมาณ 28 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 ระบบกันสะเทือน

ระบบกันสะเทือนมีหน้าที่ในการรองรับน้ำหนักต่างๆ รวมทั้งตัวรถ ที่กระทำลงบนล้อหน้าและล้อหลัง เพื่อผ่านการสะเทือนจากถนน และช่วยทำให้ผู้ขับขี่สามารถบังคับรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทุกสภาพของความเร็ว และน้ำหนักบรรทุก

- **ระบบกันสะเทือน**

1. **สปริง** สปริงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบกันสะเทือนซึ่งอยู่ระหว่างโครงฐาน (ตัวถัง) กับเพลา สปริงทำหน้าที่ดูดกลืนแรงกระแทกและการสั่งสะเทือน

- **สปริงแผ่น**

ประกอบด้วยแผ่นสปริงหลายแผ่นซ้อนกันและมีลักษณะโค้ง มักใช้กับกันสะเทือนหน้าและหลังแบบเพลาแข็งกันสะเทือนแบบสปริงแผ่นมีโครงสร้างที่ง่ายเพราะสปริงแผ่นทำหน้าที่ช่วยยึดเพลาให้อยู่ได้มั่นคงและใช้ความฝืดระหว่างแผ่นช่วยในการดูดกลืนการสั่นสะเทือน แต่สปริงแผ่นมีแนวโน้มที่จะสึกหรอและเกิดเสียงดังได้ง่ายกว่ากันสะเทือนแบบอื่น

ภาพที่ 6.7.1 ภาพแสดง สปริงแผ่น

- **สปริงขด**

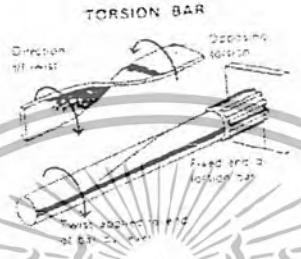
มักใช้กับกันสะเทือนแบบอิสระ สปริงขดทำจากเส้นเหล็กกล้าขดเป็นรูปสปริง มีความยืดหยุ่นสูง และจะหดตัวเมื่อมีแรงกดกระทำ ความเค้นบนสปริงเกิดจากทอร์ก เนื่องจากแรงกดและเกิดขึ้นทุกส่วนของสปริงสปริงขดมีโครงสร้างง่าย แต่ดูดกลืนการสั่นสะเทือนน้อยกว่าสปริงแผ่น ซึ่งใช้ความฝืดระหว่างแผ่นสปริงในการดูดกลืนการสั่นสะเทือนสปริงจดจะไม่ตอบสนองต่อแรงที่กระทำด้านข้าง จึงต้องการกลไกยึดให้เพลาอยู่ในตำแหน่งได้ ดังนั้นโครงสร้างจึงมีความยุ่งยากมากขึ้น

ภาพที่ 6.7.2 ภาพแสดง สปริงขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สปริงทอร์ชันบาร์**

ใช้สำหรับกันสะเทือนแบบอิสระ ทอร์ชันบาร์เป็นแท่งเหล็กกล้าทำหน้าที่เป็นสปริง โดยทั่วไปปลายข้างหนึ่งของทอร์ชันบาร์จะตรึงไว้กับโครงฐาน และลายด้านตรงข้ามจะยึดกับกลไก ในขณะที่ล้อเคลื่อนที่ขึ้นและลงจะถ่ายทอนการเคลื่อนที่ผ่านกลไกไปบังสปริงทอร์ชันบาร์ และจะดูดกลืนแรงกระแทกในขณะที่เกิดการบิดตัว สามารถดูดกลืนการสั่นสะเทือนได้น้อยกว่าสปริงแผ่น สปริงทอร์ชันบาร์อาจจัดวางในตำแหน่งขนานกับตัวถังรถยนต์ (ทิศทางตามยาว) หรือทำมุมฉากกับตัวถังรถยนต์ (ทิศทางตามขวาง) การจัดวางตามความยาวของรถยนต์มีข้อดีคือ มีสิ่งกีดขวางน้องในแนวความยาวของทอร์ชันบาร์และไม่ต้องการเนื้อที่มากในการติดตั้ง



ภาพที่ 6.7.3 ภาพแสดง ทอร์ชันบาร์

- **สปริงอากาศ**

เป็นถุงยืดหยุ่นซึ่งบรรจุด้วยอากาศภายใต้ความดัน เพื่อรองรับน้ำหนักของรถยนต์ เมื่อล้อพบกับสันนูนบนถนน อากาศจะถูกอัดตัวมากขึ้นเพื่อดูดกลืนแรงกระแทก สปริงอากาศมักใช้กับรถยนต์โดยสารขนาดใหญ่

ข้อดีของสปริงอากาศเปรียบเทียบกับสปริงโลหะ

ข้อดี

- ให้ความนิ่มนวลอย่างมากได้ง่าย
- วาล์วระดับจะปรับความดันอากาศอย่างอัตโนมัติ ความสูงจากพื้นถนนถึงพื้นรถสามารถรักษาไว้ให้คงที่ได้โดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภาระ
- ความแข็งตึงของสปริงเพิ่มขึ้นตามภาระที่บรรทุก จึงทำให้ผู้ขับขี่มีความรู้สึกแตกต่างกันน้อยมากระหว่างการขับขี่ที่มีภาระเบาและภาระหนัก

ข้อเสีย

- สปริงอากาศมีโครงสร้างค่อนข้างซับซ้อน เพราะต้องใช้คอมเพรสเซอร์และวาล์วระดับซึ่งทำหน้าที่ปรับความดันอากาศอย่างอัตในมัติ
- สปริงอากาศไม่สามารถต้านแรงกระแทกภายนอกในทิศทางด้านข้างได้ ดังนั้นจึงต้องมีกลไกยึดเพลาให้คงอยู่ได้ในตำแหน่งของมันเช่นเดียวกับสปริงขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบหน่วงโช้กอัป

โช้กอัปมีความจำเป็นเพราะสปริงจะมีการสั่นอย่างต่อเนื่องเมื่อถูกแรงกระทำ โช้กอัปช่วยดูดซับการสั้นสะเทือนให้เร็วที่สุด และมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสบายในการขับขี่เช่นเดียวกับความปลอดภัย โดยทั่วไปแล้ว โช้กอัปจะมีลูกสูบเคลื่อนที่ภายในกระบอกที่เต็มไปด้วยน้ำมันหล่อลื่น แรงฉุดของโช้กอัปอาจคงที่หรือเปลี่ยนแปลงก็ได้ โช้กอัปสองแบบที่ใช้คือแบบทรงกระบอกและแบบคาน

1. โช้กอัปแบบทรงกระบอก

โช้กอัปแบบนี้แบ่งตามการทำงานออกเป็นสองแบบด้วยกันคือแบบจังหวะเดียว โดยทำงานในการต้อนแรงกด และแบบสองจังหวะซึ่งต้านทั้งแรงกดและแรงดึง เพื่อให้ผู้ขับขี่รู้สึกสบายมากขึ้นจะต้องปรับโช้กอัปในลักษณะที่ทำให้เกิดแรงหน่วงมากเมื่อถูกกดและแรงหน่วงน้อยกว่าเมื่อขยายตัว การปรับทำได้โดยเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำมันหล่อลื่นที่ไหลผ่านวาล์ว

ภาพที่ 6.7.4 ภาพแสดง โช้กอัปกระบอก

2. โช้กอัปแบบคาน

การสั้นสะเทือนจะถูกดูดกลืน เฉพาะเมื่อคานโยก ระดับลงโดยการดึงของก้านต่อ โช้กอัปแบบคานมีน้ำหนักมากและราคาแพง จึงมักใช้กับรถบรรทุกขนาดใหญ่บางคัน

ภาพที่ 6.7.5 ภาพแสดง โช้กอัปคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิเคราะห์การเลือกระบบกันสะเทือนมาใช้ในโครงการออกแบบ

เพื่อความนุ่มนวลในการขับเคลื่อนรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้นระบบกันสะเทือนควรสามารถลดแรงกระเทือนได้ดี มีความนุ่มนวล รวมถึงการประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบกันสะเทือน		
		ระบบแหนบ	ระบบสปริง	ระบบสปริงโช๊คอัพ
ลดแรงกระเทือนได้ดี	4	1(4)	2(4)	3(4)
มีความนุ่มนวล	4	2(4)	2(4)	3(4)
รับน้ำหนักกดได้ดี	3	4(3)	3(3)	3(3)
มีความคงทนแข็งแรง	3	4(3)	2(3)	3(3)
ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง	2	1(2)	3(2)	4(2)
ระบบกรรมวิธีในการติดตั้งง่าย	2	3(2)	3(2)	4(2)
	รวม	44	43	58

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.7.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบกันสะเทือนมาใช้งาน

สรุป ระบบกันสะเทือนที่เหมาะสมจะนำมาใช้กับรถนั่งคนพิการไฟฟ้า คือระบบคอล์ยสปริงแบบโช๊คอัพกระบอก ที่ใช้ในรถมอเตอร์ไซต์ หาได้ในท้องตลาด มีราคาไม่แพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

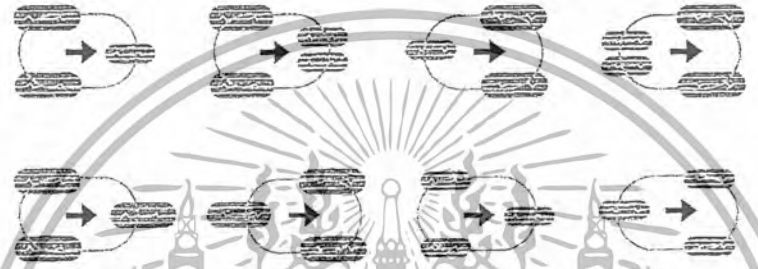
2.6.8 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบล้อ

○ การวิเคราะห์การเลือกใช้จำนวนล้อ

เนื่องจากธรรมชาติของผลิตภัณฑ์รถนั่งคนพิการไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการทางด้านความมั่นคงทางโครงสร้างสูง นั้นคือควรจะมีจุดสัมผัสพื้นเพื่อถ่ายแรง การนำล้อเข้ามาใช้งานนั้นเพื่อเหตุผลทางการลดภาระทางน้ำหนักในการเคลื่อนย้าย ความมั่นคงของโครงสร้าง และความปลอดภัยในการใช้งานยังคงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการใช้งาน

- การวางระบบล้อมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบด้วยกันคือแบบ 3 เหลี่ยม และ 4 เหลี่ยม

การวางล้อแบบ 3 เหลี่ยม



การวางล้อแบบสามเหลี่ยมลักษณะต่าง ๆ

การวางล้อแบบ 4 เหลี่ยม

การวางล้อแบบสี่เหลี่ยมลักษณะต่าง ๆ

ภาพที่ 6.8.1 ภาพแสดงการวางระบบล้อลักษณะต่าง ๆ

เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกจำนวนล้อ

1. ความคล่องตัวในการใช้งาน
2. ความมั่นคงและปลอดภัยในการใช้งาน
3. ความสามารถในการผ่อนแรงในการเคลื่อนย้าย
4. ความสามารถในการรองรับกลุ่มผู้ป่วยหลากรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไข	ความสำคัญ	3 เหลี่ยม	4 เหลี่ยม
1. การกระจายน้ำหนัก	4	3	4
2. ความคล่องตัว	2	4	3
3. ความสามารถผ่อนแรง	3	3	4
4. ความมั่นคงและปลอดภัย	4	2	4
5. ความสามารถในการรองรับกลุ่มผู้ป่วยหลายรูปแบบ	4	1	4
รวม		41	66

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.8.1 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกจำนวนล้อของรถนั่งคนพิการ

สรุป แบบ 3 เหลี่ยม

- ความคล่องตัวสูง รับน้ำหนักดีพอสมควร
- รับน้ำหนักโดยกระจายสู่ล้อทั้ง 3 จุดทำให้สมดุลพอสมควร
- มีความคล่องตัวสูง เหมาะกับงานที่ต้องการประหยัดเนื้อที่ในการใช้งาน
- อาจเกิดการพลิกเอียง ขึ้นได้เมื่อมีการตะแคงข้างใดข้างหนึ่งมากเกินไป
- ล้อที่สามในกรณีที่อยู่ทางด้านหน้าอาจกีดขวางการเข้าออกรถนั่งคนพิการไฟฟ้าได้

แบบ 4 เหลี่ยม

- เหมาะกับงานที่ต้องการความแข็งแรงในการใช้งาน
- สามารถรับน้ำหนักได้ดีโดยกระจายสู่ล้อทั้ง 4 จุด ทำให้มีความสมดุลมาก
- มีความสมดุลในการใช้งานดี
- มีความคล่องตัวในการเข็น

เลือกใช้การวางระบบล้อแบบ 4 เหลี่ยม เพื่อรองรับผู้ป่วยในสภาพอาการที่แตกต่างกัน และยังมีความมั่นคงและปลอดภัยดีกว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกล้อประเภทต่าง ๆ

1. ล้อเล็ก (ล้อแคสเตอร์)

ลักษณะของล้อชนิดต่าง ๆ ที่นำมาเลือกใช้

เนื่องจากรูปแบบของรถนั่งคนพิการไฟฟ้านั้น ส่วนล้อเป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งในการเลือกใช้ ดังนั้น จึงต้องศึกษาถึง รูปแบบ และคุณสมบัติของล้อชนิดต่างๆ แล้วนำมาเลือกใช้ให้เหมาะสม ประเภทของล้อเล็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1. **ล้อแบบใช้งานหนัก** เหมาะสมกับงานที่ต้องรับน้ำหนักมากๆ แต่ยังมีความคล่องตัวสูง มีทั้งแบบล้อธรรมดาและล้อมีตลับลูกปืน วัสดุที่ใช้ทำล้อ คือ ยาง เหล็ก ไนล่อน โพลียูรีเทน และพีโนลิค การนำไปใช้งาน ควรจะเลือกขนาดให้เหมาะสม

2. **ล้อที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม** ล้อแบบนี้เป็นแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก ในการติดเข้ากับรถเข็นแบบต่างๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงขั้นหนักมาก แกนล้อมีทั้งแบบมีตลับลูกปืน และแบบไม่มีตลับลูกปืน ล้อมีทั้งแบบล้อตาย และหมุนได้ วัสดุที่ใช้ทำล้อ คือยางธรรมดา เหล็ก ไนล่อน ยางอ่อน ยางแข็ง โพลียูรีเทน พีโลนิค

○ **ชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ทำล้อ**

1. *ล้อไนล่อน เอ็ม ซี เอ (NYLON MCA)* จะมีคุณสมบัติที่สามารถทนต่อ กรด-ด่าง และความร้อนได้ดี ซึ่งจะนิยมใช้กับโรงงานย้อมผ้า ที่ซึ่งมีสารเคมีมาก มีขนาด 3, 4, 5, 6, 8 นิ้ว ลักษณะมีสีฟ้า ไม่แข็ง

2. *ล้อไนล่อน (NYLON)* จะมีคุณสมบัติที่สามารถต่อความแข็งได้ดี ทนต่อความร้อนสูง จะนิยมใช้กับอุตสาหกรรม ทำอาหารที่จะต้องมีการ อบ นึ่ง ในตู้ที่มีความร้อนสูง มีขนาด 3, 4, 5, 6 นิ้ว ลักษณะสีขาว แข็งเล็กน้อย

3. *ล้อโพลียูรีเทน* จะมีคุณสมบัติทนต่อคราบน้ำมันและความร้อน เย็น ได้ดี มีขนาด 3, 4, 5, 6, 8 นิ้ว ลักษณะสีเขียว ค่อนข้างแข็ง

4. *ล้อยาง* จะมีราคาถูกและมีความยืดหยุ่นดี แต่ล้อสีดำจะมีความทนทานน้อย ซึ่งจะทิ้งรอยสกปรกของเนื้อยางไว้ที่นั้น แต่ล้อสีเทาจะไม่ทิ้งร่องรอยสกปรกไว้ที่นั่น ดังนั้น จึงนิยมใช้ล้อสีเทากับสถานที่ราชการ และโรงพยาบาล มีทั้งแบบที่เป็น ยางตันและยางอัดลม มีขนาด 3, 4 ,5, 6, 8, 10, 11, 12 นิ้ว ลักษณะ ไม่แข็ง มีหลายสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. *ล้อเหล็ก* จะมีความแข็งแรงสูงมากแต่จะมีเสียงดังเวลาใช้งานจึงนิยมใช้กับงานที่ทำในสถานที่ภายนอกอาคาร เช่น ใช้กับการนั่งร้านงานก่อสร้าง รถเข็นอะไหล่รถยนต์เป็นต้น ลักษณะมีหลายสี แต่นิยมสีฟ้า

เงื่อนไขที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ล้อ

1. มีความแข็งแรง ทนทาน และสามารถรับน้ำหนัก ได้
2. ความสะดวก คล่องตัวในการเคลื่อนที่
3. ความนุ่มนวลในการเข็นไปบนพื้นผิวต่างๆ
4. ความสะดวกในการดูแลรักษา
5. รูปแบบความสวยงาม และหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
6. อายุการใช้งานที่เหมาะสม

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ล้อไนล่อน MCA	ล้อไนล่อน	ล้อโพลียูรีเทน	ล้อยาง	ล้อเหล็ก
- ความแข็งแรงในการรับแรง	4	2	2	2	2	3
- ความคล่องตัวในการเข็น	4	3	3	3	3	1
- การดูดซับต่อการสั่นสะเทือน	3	3	3	3	3	2
- อายุการใช้งาน	2	2	2	2	2	3
-ไม่มีเสียงขณะใช้งาน	2	3	3	3	3	1
-น้ำหนักเบา	2	3	3	2	2	1
- ราคาถูก	2	1	1	1	3	3
รวม		47	47	45	49	38

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.8.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ชนิดของวัสดุของล้อที่เลือกใช้

สรุป การวิเคราะห์การเลือกใช้ชนิดของวัสดุทำล้อ ควรใช้ล้อยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ล้อยางตัน	ล้อยางสูบลม
- ความสามารถในการรับน้ำหนัก	4	3	3
- การป้องกันการสะเทือน	2	2	4
- การทนทานต่อแรงกระแทก	3	3	3
- การบำรุงรักษา	3	3	2
- อายุการใช้งาน	3	2	3
- ราคา	2	3	2
รวม		46	48

ตารางที่ 6.8.3 ตารางการวิเคราะห์การเลือกใช้ชนิดของล้อหลัง

สรุป การวิเคราะห์การเลือกใช้ชนิดของล้อหลัง ควรเป็นล้อยางอัดลม

ชนิดของแกนล้อ แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ล้อเดี่ยวแกนหมุนตรง

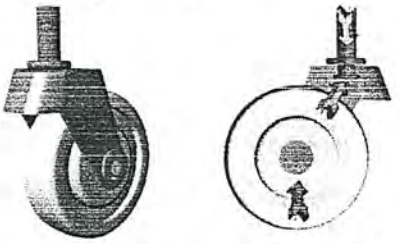
ภาพที่ 6.8.2 ภาพแสดงรูปแบบของล้อแกนหมุนตรง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง 2. สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว 3. มีแกนตรง ถ่ายน้ำหนักลงตรงกับพื้นทำให้รับน้ำหนักได้ดี	1. เมื่อเคลื่อนที่เร็วแล้วจะมีแรงมากระทำกับล้อทำให้ล้อบิดไปมา เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางและทำให้การทรงตัวไม่ดี

ตารางที่ 6.8.4 ตารางแสดง ข้อดี – ข้อเสียของล้อแกนหมุนตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ล้อเดี่ยวแบบแบนแกนหนีศูนย์กลาง



ภาพที่ 6.8.3 แสดงรูปแบบของล้อแกนหนีศูนย์กลาง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เคลื่อนที่ได้ทุกทิศทาง 2. สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว 3. ที่ความเร็วจุดหนึ่งจะเกิดแรงหนีศูนย์ ทำให้ล้อที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่บัดไปบัดมา เหมาะกับงานที่ต้องเคลื่อนที่เร็ว	1. การถ่ายแรงลงในแนวหนีศูนย์กลางทำให้ขาจับล้อ รับน้ำหนักมาก ทำให้ต้องใช้วัสดุที่แข็งแรง

ตารางที่ 6.8.5 ตาราง แสดงข้อดี-ข้อเสีย ของล้อแกนหนีศูนย์กลาง

○ **เงื่อนไขในการพิจารณาเลือกแกนล้อแคสเตอร์**

1. ความสามารถในการรับน้ำหนัก
2. ความทนทานต่อการชนกระแทก
3. การผ่อนแรงในการเข็น
4. ความปลอดภัยในการเข็นล้อไม่สะบัดขณะเข็น
5. ง่ายในการบำรุงรักษา

เงื่อนไข	ความสำคัญ	ล้อเดี่ยวแกนตรง	ล้อเดี่ยวแกนหนีศูนย์กลาง
1. รับน้ำหนัก	3	3	3
2. ทนต่อการชน/กระแทก	3	3	3
3. ผ่อนแรงในการเข็น	3	3	3
4. ปลอดภัยในการเข็น	4	1	3
5. การบำรุงรักษา	3	3	3
รวม		40	48

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.8.6 ตารางวิเคราะห์การเลือกชนิดของแกนล้อแคสเตอร์

สรุป ใช้ล้อหลังแบบล้อเดี่ยวแกนหนีศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ล้อขับเคลื่อน

○ การพิจารณาเลือกล้อขับเคลื่อน เงื่อนไขที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ล้อ

1. มีความแข็งแรง ทนทาน และสามารถรับน้ำหนักโครงสร้างทั้งหมด
2. ความสะดวก คล่องตัวในการเคลื่อนที่
3. ความนุ่มนวลในการเข็นไปบนพื้นผิวต่างๆ
4. ความสะดวกในการดูแลรักษา
5. รูปแบบความสวยงาม และหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
6. อายุการใช้งานที่เหมาะสม

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ล้อยางตัน	ล้อยางสูบลม
-ความสามารถในการรับน้ำหนัก	4	3	3
-การป้องกันการสะเทือน	4	2	4
-การทนทานต่อแรงกระแทก	3	3	3
-การผ่อนแรงในการเข็น	3	2	3
-การบำรุงรักษา	2	3	2
-อายุการใช้งาน	2	2	3
-ราคา	2	3	2
รวม		52	60

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 6.8.7 ตารางวิเคราะห์การเลือกใช้ชนิดของล้อใหญ่

สรุป การวิเคราะห์การเลือกใช้ชนิดของล้อหน้า ควรเป็นล้อยางอัดลม

○ การแบ่งชนิดของล้อยางอัดลม แบ่งตามลักษณะการใช้ยางใน

1. ยางที่มียางใน (Conventional tire) *ยางใน (Tube)* เป็นหลอดยางกลวงต่อกันเป็นห่วงกลม เหมือนขนมโดนัท ติดตั้งอยู่ภายในยางรถ ทำหน้าที่กันรั่วลมที่สูบเข้าไปในยาง ยางอัดลมแบบมียางในใช้กันมากในรถรรทุก รถจักรยานยนต์ ปัจจุบันในรถนั่งมีใช้น้อย

2. ยางไม่มียางใน (Tubeless Tire) ขอบยางของยางอัดลมแบบนี้จะยึดติดแน่นกับกระทะล้อเพื่อกันรั่วระหว่างยางรถกับกระทะล้อ ผนังด้านในของยางทำด้วยแผ่นยางที่หนากว่ายางอัดลมที่มียางใน จึงเรียกผนังด้านในของยางแบบนี้ว่า *ปลอกใน (INNER TUBE)* ปลอกในเป็นตัวกั่นรั่วลมที่สูบในยาง และเป็นตัวป้องกันลมที่จะรั่วออกอย่างเร็วขณะถูกตะปูแทงด้วย ยางไม่มียางในจะต้องใช้กับกระทะล้อที่สภาพดี เพราะจะต้องเป็นตัวกันรั่วลมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป เงื่อนไขที่นำมาพิจารณาในการเลือกใช้ล้อยางอัดลมแบบมียางในหรือแบบไม่มียางในนั้น ได้แก่ เรื่องราคา ซึ่งคุณสมบัติอื่น ๆ คล้ายคลึงกัน ถึงแม้ยางแบบไม่มียางในจะมีคุณสมบัติที่เหนือกว่าบ้าง แต่การเลือกใช้ยางแบบที่มียางในก็ดูจะเหมาะสมกว่าทั้งในเรื่องของราคา และสมรรถนะที่พอเพียงกับความต้องการ

การแบ่งประเภทของล้อ อาจแบ่งลักษณะของล้อออกได้ 3 ชนิด คือ

1. **ล้อซี่ลวด** เป็นล้อที่มีใช้มาเป็นเวลานานแล้ว ได้แก่ ล้อที่เห็นอยู่กับจักรยาน และจักรยานยนต์ทั่วไป ทั่วไป ตามปกติแล้วซี่ลวด , ขอบล้อ และกระดุมจะทำด้วยเหล็กชุบโครเมี่ยม ข้อดีของล้อแบบซี่ลวดก็คือ มันจะยืดยุ่ยตัวเมื่อถูกกระแทก มีน้ำหนักเบา และไม่ต้านอากาศ

2. **ล้อแมกซ์** เป็นล้อที่พัฒนามาจากล้อซี่ลวด แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามวัสดุคือ ล้อแมกซ์ที่ทำจากโลหะประเภทอัลลอยด์ และล้อแมกซ์ที่ทำจากพลาสติค แม็กซ์ที่ทำจากอัลลอยด์จะหล่อออกมาเป็นชิ้นเดียวกันคล้ายแม็กซ์พลาสติค แต่คุณสมบัติสู้แมกซ์พลาสติคไม่ได้

3. **ล้อคอมสตาร์** เป็นล้อที่พัฒนามาจากล้อรถยนต์ที่เป็นเหล็กแผ่นปั้มขึ้นรูป แต่เมื่อนำมาใช้กับรถขนาดเล็ก เช่น รถจักรยานต์ และจักรยานยนต์ รถนั่งคนพิการ แล้วจะใช้อลูมิเนียมปั้มขึ้นรูปแทนเพื่อให้มีน้ำหนักเบา การผลิตสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และการออกแบบก็สามารถทำได้สวมงามใกล้เคียงกับล้อแมกซ์ แต่มีราคาถูกกว่ามาก และการบำรุงรักษายังทำได้สะดวก

เมื่อนำล้อทั้งสามชนิดมาพิจารณาเปรียบเทียบกันในด้าน ความยืดหยุ่นตัว น้ำหนัก ความแข็งแรง การบำรุงรักษา การผลิตแล้ว จะพบว่าล้อซี่ลวดและล้อคอมสตาร์มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานมากกว่าล้อแมกซ์ แต่ล้อคอมสตาร์มีความเด่นกว่าที่ความสวยงาม และการบำรุงรักษา สรุปทำการเลือกใช้ล้อชนิดคอมสตาร์

เงื่อนไข	การเลือกใช้
1. ล้อประเภท	1. ล้อคอมสตาร์
2. วัสดุ	2. ล้อยาง
3. จำนวนล้อ	3. ใช้ล้อ 4 ล้อ
4. ชนิดของล้อแคสเตอร์	4. ล้อเดี่ยวแกนหมุนศูนย์กลาง
5. ชนิดของล้อขับเคลื่อน	5. ล้อเดี่ยวตาย

ตารางที่ 6.8.8 ตารางสรุปการเลือกใช้ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ขนาดของล้อ

เนื่องจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้านี้จะต้องสามารถวิ่งบนบาทวิถีได้ (หน้าที่หลักเน้นการใช้งานภายในบ้าน) ทางต่างระดับเตี้ย ๆ ได้ เช่น ทางลาดขึ้นและลงบาทวิถี ดังนั้นความสูงของทางลาดที่ใช้ขึ้นบาทวิถีจึงมีส่วนกำหนดความสูงของล้อด้วย ซึ่งจากข้อมูล ลักษณะของทางลาดขึ้นบาทวิถีมีระดับความสูงที่จะนำมาพิจารณาคือ 10 เซนติเมตร ซึ่งขนาดของล้อหลังควรมีขนาดเล็ก เพราะทำให้น้ำหนักเบา แต่ควรพิจารณาเลือกใช้ล้อที่มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

ในการขับเคลื่อนรถนั่งขึ้นและลงทางลาดขึ้นบาทวิถี รวมทั้งการเข็นผ่านทางที่มีความขรุขระนั้น การใช้ล้อที่มีขนาดใหญ่ ย่อมได้เปรียบ และผ่อนแรงในการขับเคลื่อนมากขึ้น ทั้งการเข็นผ่านทางที่มีพื้นผิวขรุขระ ล้อที่มีขนาดใหญ่จะรู้สึกถึงความสั่นสะเทือนน้อยกว่า แต่สามารถแก้ไขด้วยการใช้ระบบกันสะเทือนที่ล้อ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ล้อที่มีขนาดไม่ใหญ่เกินไปนัก และเป็นขนาดที่มีความเป็นมาตรฐานสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด

ล้อขับเคลื่อน กำหนดให้เป็นล้อยางแบบอัดลม มีขนาดที่ใช้กันอยู่ในตลาด หลายขนาด ขนาดที่มีอยู่ในตลาดมีขนาด 6 – 24 นิ้ว

ล้อแคสเตอร์ กำหนดให้เป็นล้อยางอัดลมขนาดเล็ก ที่มีขายในท้องตลาด มีอยู่หลายขนาด แต่สำหรับรถที่ใช้งานภายนอกอาคาร (คิดที่การใช้ภายนอก เนื่องจากล้อที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าจึงควรเลือกให้สามารถใช้งานได้ทั้งภายในภายนอกอาคาร) ขนาดที่มีอยู่ในท้องตลาดมีขนาด 4 – 10 นิ้ว

สรุป ล้อที่นำมาเลือกใช้กับการออกแบบ

- ล้อขับเคลื่อน ล้อยางอัดลมขนาด 16 นิ้ว
- ล้อเล็ก (ล้อแคสเตอร์) ล้อยางอัดลมขนาด 6 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกระบบขับเคลื่อนและการเลือกลักษณะของล้อ

การเลือกลักษณะของล้อมีผลเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบขับเคลื่อนหน้าหลัง ดังนั้นจึงทำการพิจารณาควบคู่กันไป

- **ระบบขับเคลื่อนแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ**
  1. **ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า**
  2. **ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง**
  3. **ระบบขับเคลื่อนสี่ล้อ**

ในการเลือกระบบขับเคลื่อนที่ใช้ว่าจะเป็นระบบแบบขับเคลื่อนล้อหน้า ล้อหลัง หรือขับทั่งสี่ล้อนั้น ไม่ว่าอย่างไรก็ตาม ต่างก็มีการทำงานเหมือน ๆ กัน คือมีการขับด้วยตัวของมันเอง คือล้อหมุนไปบนพื้นด้วยแรงอะไรก็ตาม ถ้าขับข้างหน้าก็จะทำให้ทิศทางที่แน่นอนกว่า

แต่ถ้าจะให้มีการขับเคลื่อนที่สมบูรณ์ดีจริง ๆแล้ว รถขับ 4 ล้อ ถือเป็นผู้ชนะเลิศ ไม่ว่าจะเป็นบนน้ำแข็ง บนหิมะ บนโคลน หรือบนพื้นที่ลื่น รถขับ 4 ล้อไม่ค่อยมีปัญหา รถขับ 4 ล้อมีข้อเสีย ข้อหนึ่งคือจะมีราคาแพง อีกประการคือสิ้นเปลืองพลังงานมากเนื่องจากเพิ่มส่วนที่เสียดสีเพื่อการขับเคลื่อนมากขึ้น ความสูญเสียอาจมีตั้งแต่ 5 เปอร์เซนต์จนถึง 20 เปอร์เซนต์หรือมากกว่า ล้อที่หมุนฟรีฟรีขณะที่มีการขับเคลื่อนจะมีการสูญเสียมากกว่าปกติ มากกว่าประเภทขับ 2 ล้อ ถ้าเป็นการขับในพื้นที่ปกติแล้ว รถขับล้อหน้า (FWD) และขับล้อหลัง (RWD) จะเหมาะสมดีกว่าขับ 4 ล้อ (4WD) โดยเฉพาะบนพื้นที่แห้งและเรียบไม่ลาดชันมาก รถขับ 4 ล้อไม่เหมาะที่จะใช้กับพื้นที่ที่บนถนน หรือพื้นเรียบ ๆ แต่เหมาะกับพื้นที่ขรุขระมาก หรือพื้นที่เป็นโคลน เลน

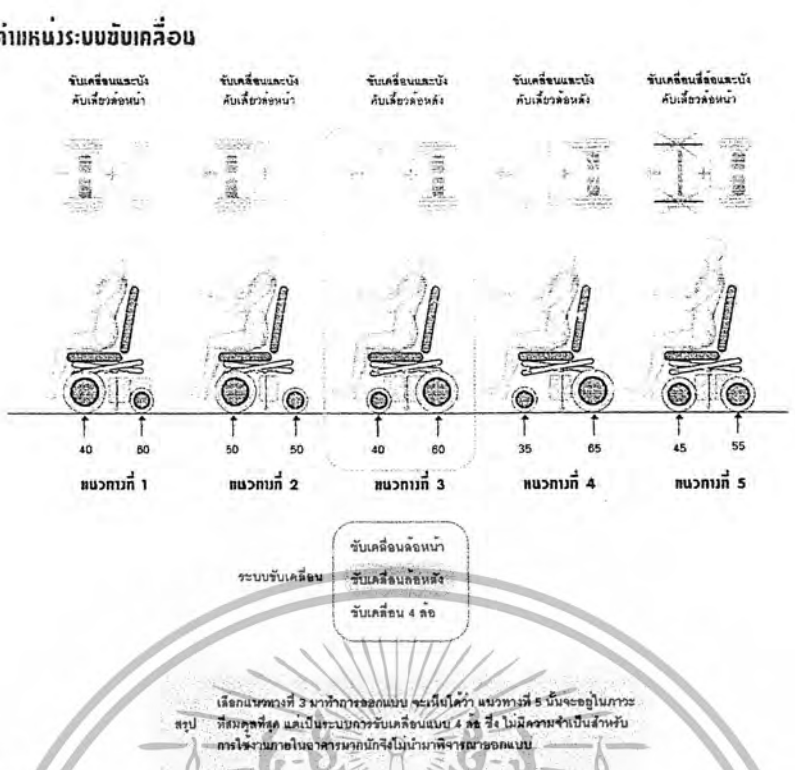
ดังนั้นจึงนำเอาระบบขับหน้า และหลังมาทำการวิเคราะห์เท่านั้น ซึ่งทั้งรถที่ขับล้อหน้าและล้อหลัง ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียขึ้นอยู่กับการพิจารณา

- **การพิจารณาเลือกระบบขับเคลื่อนจากลักษณะของจุดศูนย์ถ่วง**

แนวทางการวางระบบล้อ และระบบกลไกต่าง ๆที่ใช้ในการออกแบบอาจนำมาจัดวางได้หลายแนวทางดังนี้

แนวทางที่ 1	ระบบขับเคลื่อนหน้าแบบที่1
แนวทางที่ 2	ระบบขับเคลื่อนหน้าแบบที่ 2
แนวทางที่ 3	ระบบขับเคลื่อนหลังแบบที่ 1
แนวทางที่ 4	**ระบบขับเคลื่อนหลังแบบที่ 2**
แนวทางที่ 5	ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.8.4 ภาพแสดงลักษณะของจุดศูนย์ถ่วงตามการวางระบบแบบต่าง ๆ

การพิจารณาเลือกระบบขับเคลื่อนและการเลือกลักษณะของล้อ

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า	ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง
- การบังคับทิศทาง	4	4	3
- การกระจายน้ำหนัก	4	3	4
- รัศมีการเลี้ยวที่แคบ	3	2	3
- การไต่ขึ้นทางระดับ ต่ำๆ	3	3	2
- อายุการใช้งานล้อเป็น	2	1	3
- การวิ่งในทางที่เป็น หลุม ,บ่อ	2	3	2
รวม		51	53

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

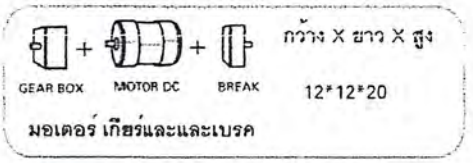
ตารางที่ 6.8.9 ตารางแสดงการวิเคราะห์ระบบขับเคลื่อน

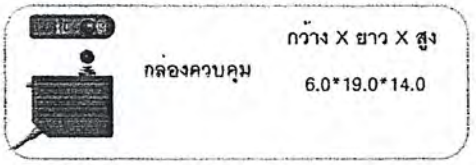
สรุป การเลือกระบบขับเคลื่อน ใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลังในการออกแบบ

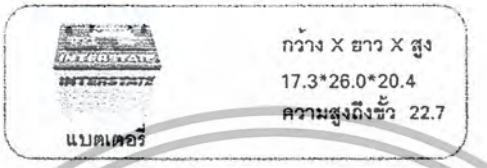
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

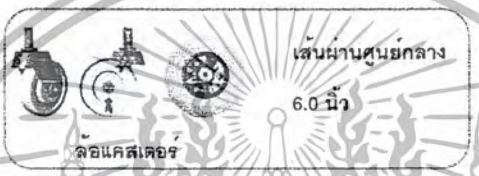
○ สรุปรูปแบบของระบบทั้งหมด

อุปกรณ์หลัก

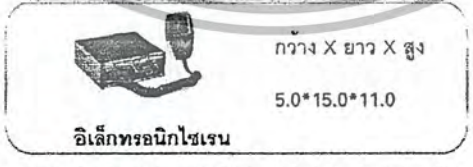


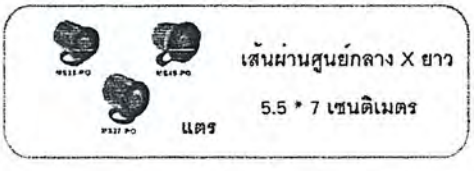






อุปกรณ์เสริม





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ โครงสร้างและการวางระบบ

ข้อมูลโครงสร้างหลัก

* ความต้องการของโครงการเกี่ยวกับโครงสร้างหลัก

- ต้องการโครงสร้างหลักที่มีน้ำหนักเบา เพื่อการคล่องตัว สอดคล้องกับสภาพการใช้งานภายในบ้าน ทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า
- ต้องการโครงสร้างหลักที่มีการกระจายน้ำหนักที่ดี เพื่อการทรงตัวของรถที่ดีและปลอดภัย เนื่องจากหน้าที่ประโยชน์ใช้สอยของรถเป็นการให้ความสะดวกแก่ผู้ป่วยซึ่งมีสภาพร่างกายที่ไม่สมบูรณ์

โครงสร้างหลักของรถทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. โครงสร้างแบบเฟรม (FRAME)

โครงรถทำหน้าที่รองรับส่วนต่างๆของรถ ถ้าเป็นไปได้โครงรถจะต้องเบา แต่ขณะเดียวกันต้องมีความทนทานต่อการบิดได้ดี

แผนผังแสดงการรับน้ำหนักของโครงสร้างเฟรม

น้ำหนักจากส่วนโดยสาร

มอเตอร์และแบตเตอรี่

↓

โครงสร้างเฟรม

↓

ระบบกันสะเทือน

↓

พื้นถนน

2. **โครงสร้างแบบโมโนค็อค (MONOCOQUE)**

เป็นโครงสร้างที่ประกอบกันเป็นอันหนึ่งอันเดียวจึงมีการกระจายการรับน้ำหนักที่ดีกว่า ส่งผลให้มีการทรงตัวที่ดี มีความปลอดภัยมากกว่า และประหยัดเวลาในการผลิตจำนวนมากๆแต่มีข้อเสียคือ ถ้าเสียหายจุดเดียวจะทำให้เสียหมดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการรับน้ำหนักของโครงสร้างแบบโมโนค็อค

ตัวถังส่วนมอเตอร์และแบตเตอรี่โครงสร้างทุกส่วนประกอบกัน
เป็นโครงสร้างเดียวกัน กระจายการรับน้ำหนักซึ่งกันและกัน

↓

แล้วถ่ายน้ำหนักไปยังระบบกันสะเทือน

↓

พื้นถนน

○ **วิเคราะห์ข้อดีข้อเสียโครงสร้างหลักในแต่ละลักษณะ**

	ข้อดี	ข้อเสีย
โครงสร้างเฟรม	● จากลักษณะโครงสร้างที่แยกกันรับน้ำหนัก เมื่อเกิดความเสียหายต่อส่วนในส่วนหนึ่งจึงไม่กระทบกระเทือนต่อชิ้นส่วนอื่น สามารถซ่อมแซมได้ง่าย ● ง่ายต่อการผลิตเนื่องจากไม่มีความซับซ้อนในเรื่องการผลิตและออกแบบเท่าโครงสร้างแบบโมโนค็อค ● เป็นโครงสร้างที่แข็งแรงมาก สามารถรับน้ำหนักได้มาก	● รถมีน้ำหนักมาก เนื่องจากจะต้องประกอบด้วยโครงสร้างเฟรมแล้วยังประกอบด้วยโครงสร้างอื่นๆอีก เช่น โครงสร้างตัวถังส่วนรองรับแบตเตอรี่(ซึ่งไม่ช่วยในการรับน้ำหนัก) ● จากหลักการรับน้ำหนักที่น้ำหนักส่วนบน ถ่ายน้ำหนักมายังเฟรมทั้งหมดก่อนถ่ายน้ำหนักลงสู่พื้น ทำให้การกระจายน้ำหนักไม่ดีเท่าโครงสร้างแบบโมโนค็อคที่ทุกส่วนช่วยกันรับน้ำหนัก จึงทำให้การทรงตัวของรถไม่ดีเท่าโครงสร้างโมโนค็อค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างโมโนค็อค	• รถจะมีน้ำหนักที่เบากว่ารถที่ใช้โครงสร้างแบบเฟรมเนื่องจากทุกส่วนของโครงสร้างประกอบกันและกระจายการรับน้ำหนักซึ่งกันและกัน • เมื่อรถมีน้ำหนักที่เบากว่า ทำให้สามารถออกตัวได้รวดเร็วและคล่องตัวกว่า • จากหลักการที่ทุกชิ้นส่วนช่วยกันในการรับน้ำหนัก เกิดการกระจายน้ำหนักที่ส่งผลให้มีการทรงตัวที่ดีกว่า	• จากโครงสร้างที่ประกอบกันและมีการกระจายการรับน้ำหนักซึ่งกันและกันหากมีการเสียหายที่ส่วนใดส่วนหนึ่งย่อมมีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆได้ง่าย • มีความยุ่งยากซับซ้อนในการออกแบบและการผลิต

ตารางที่ 6.8.10 ตารางแสดงการวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียโครงสร้างหลักในแต่ละลักษณะ

สรุป เลือกใช้โครงสร้างแบบ เฟรม เนื่องจากมีความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย และความต้องการของโครงการมากที่สุด มีความปลอดภัยสูงกว่า เมื่อเกิดความเสียหายไม่กระทบกระเทือนถึงส่วนอื่น ซ่อมแซมได้ง่าย เป็นโครงสร้างที่แข็งแรง ผลิตง่าย ไม่ซับซ้อน ช่วยลดต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.9 ระบบความปลอดภัยในรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

โครงการออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้านี้เน้นการใช้งานภายในอาคารเป็นหลัก ดังนั้นระบบเพิ่มความปลอดภัยที่ควรนำมาพิจารณาได้แก่

1. สัญญาณแตร
2. สัญญาณฉุกเฉิน (สำหรับการขอความช่วยเหลือ)และไซเรน
3. ทับทิมแสดงตำแหน่งรถ

1. สัญญาณแตร

การใช้แตรเป็นสัญญาณสำหรับใช้ในการเตือนภัยในการขับขี่รถนั่งคนพิการ เพื่อให้รถ หรือผู้คนได้รู้ได้ยิน เพื่อที่จะได้เป็นสิ่งลดอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าเป็นการป้องกันอุบัติเหตุในสภาพใดก็ตาม ดังนั้นแตรจึงเป็นสิ่งที่ช่วยในเรื่องของการใช้รถเป็นอย่างมาก แตรของรถมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง หรือเสียงก็ดี

โดยทั่วไปนั้นเรื่องของแตรนั้นจะต้องมีระบบของการทำงานอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ

- แตรระบบแม่เหล็กไฟฟ้า
- แตรระบบแตรลม

1.1 **แตรระบบแม่เหล็กไฟฟ้า** เป็นแตรที่นิยมใช้มากในรถจักรยานยนต์ ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ โดยใช้กำลังแบตเตอรี่ตั้งแต่ 6 – 12 โวลต์

ภาพที่ 6.9.1 ภาพแสดงแตรระบบแม่เหล็กไฟฟ้า

1.2 **แตรระบบแตรลม** มักไม่นิยมใช้ในรถขนาดเล็ก เพราะต้องมีระบบหม้อลมและมีเสียงดังมากเกิน มักใช้ในรถยนต์ รถ 10 ล้อ เป็นต้น

สรุป ทำการเลือกแตรระบบแม่เหล็กไฟฟ้า นำมาใช้ในการออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

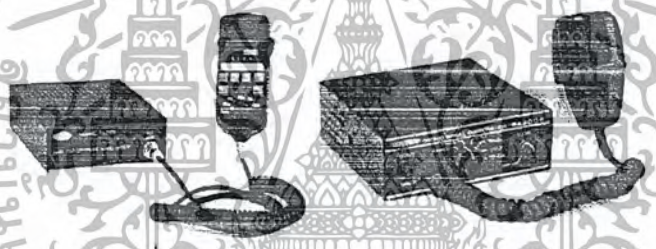
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **สัญญานฉุกเฉินและไซเรน**

โคมไฟฉุกเฉิน (Emergency Lamp) ลักษณะทั่วไป เป็นโคมไฟสัญญาณ 4 ลำแสง (Four Beam) ใช้สัญญาณไฟสีแดง ทำงานได้ทั้ง 2 และ 4 ลำแสง ใช้กับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ จังหวะหมุน 120 ครั้งต่อนาที

ภาพที่ 6.9.2 ภาพแสดงโคมไฟฉุกเฉินแบบต่าง ๆ

อิเล็กทรอนิกส์ไซเรน (Electronic siren) ลักษณะเป็นเครื่องอิเล็กทรอนิคส์ไซเรนที่มีเครื่องขยายเสียงที่ใช้เสียงดังต่อเนื่องกัน และสามารถกระจายเสียง ใช้งานร่วมกับเครื่องรับส่งสิทยุติดตั้งในรถได้ มีกำลังกระจายเสียง 50 วัตต์ และมีกำลังขยายเสียง 100 วัตต์ ใช้ไฟกระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 โวล์ เช่นกัน



ภาพที่ 6.9.3 ภาพแสดงอิเล็กทรอนิกไซเรน

3. **ทับทิมแสดงตำแหน่งรถ**

ใช้แสดงตำแหน่งรถในเวลากลางคืน คุณสมบัติ จะสะท้องแสงในเวลากลางคืนเพื่อป้องกันอันตราย มีสามสีด้วยกัน คือ สีแดง สีเหลือง และสีขาว ซึ่งแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานเช่น สีแดง ใช้ติดท้ายของรถ เพื่อเตือนให้ผู้พบเห็นหยุด

ภาพที่ 6.9.4 ภาพแสดงส่วนทับทิมแสดงตำแหน่งรถแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **เข็มขัดนิรภัย**

เป็นส่วนที่ช่วยป้องกันผู้ป่วยตกจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้า ในขณะขึ้นเนิน หรือลงเนิน

เข็มขัดนิรภัยแบบต่าง ๆ

- **แบบคาดเอว** เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่มีความเสี่ยงมากนัก เช่นภายในอาคาร ที่ไม่มีทางลาดชัน

ภาพที่ 6.9.5 ภาพแสดงเข็มขัดนิรภัยแบบคาดเอว

- แบบบาดเฉียงบ่า เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีความเสี่ยงมากขึ้น มีลักษณะเหมือนเข็มขัดนิรภัยของรถยนต์ทั่วไป

ภาพที่ 6.9.6 ภาพแสดงเข็มขัดนิรภัยแบบคาดเฉียงที่บ่า

- แบบคาดทั้งตัว เหมาะสำหรับผู้ที่มีความเสี่ยงจากการพลัดตกจากรถมากที่สุด เช่น ผู้พิการขาขาดทั้ง 2 ข้าง ซึ่งมีสมดุลของร่างกายที่ผิดเพี้ยนไป อาจทรงตัวได้ไม่ดีในบางครั้ง แต่ตัวเข็มขัดไม่มีความคล่องตัวเท่าที่ควร

ภาพที่ 6.9.7 ภาพแสดงเข็มขัดนิรภัยแบบคาดทั้งตัว

สรุป รูปแบบที่เหมาะสมกับรถนั่งคนพิการไฟฟ้าที่ทำการออกแบบนี้คือ เข็มขัดนิรภัยแบบคาดที่เอวเนื่องจากเกิดความคล่องตัวในการประกอบกิจวัตรประจำวันมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ

สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก
2. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างส่วนที่นั่ง
3. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนสัมผัสร่างกาย
4. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนนำพาสิ่งของผู้ใช้เก้าอี้ช่วยเดิน
5. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนห่อหุ้มโครงสร้าง (HOUSING)

1. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

เหล็ก

ข้อมูลเกี่ยวกับเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่มีใช้ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16-9นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กเส้นหนา 1/32-4 นิ้ว ขนาด4 คูณ 8 ฟุต
3. เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยม ¼-4 ½ นิ้ว
4. ท่อเหล็ก กลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง ½ - 6 นิ้ว
5. เหล็กพืดหนา
6. เหล็กรูปตัวยูและซี

การประกอบโลหะ (เหล็ก) (FASTENING)

เป็นวิธีการที่ทำให้โลหะติดกัน เป็นการยึดโลหะตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปแบ่งออกเป็น

1. ไรเวทดิ่ง (REVETING) เป็นวิธีทางกลไกโดยการใช้พินที่มีด้านหนึ่งเป็นหัวอีกด้านหนึ่งเป็นปลายแหลม เพื่อสอดไปในแผ่นที่เจาะรูไว้แล้ว
2. ธีทดิ่ง (THERDING) วิธีนี้จะใช้นัทและโบลท์ แทน พิน วิธีนี้เป็นแบบกึ่งถาวรคือถอดได้
3. ซีมมิ่ง (SEAMING) เป็นวิธีการพับตะเข็บ บางครั้งก็ใช้กาวเชื่อมเพื่อความแข็งแรง
4. ซีเมนต์ทิ่ง (CEMENTING) เป็นวิธีการเชื่อมถาวร ซึ่งคล้ายกับการติดไม้แต่กาวนี้จะยึดเหนี่ยวสูงเป็นพิเศษ เช่น กาวอีพ็อกซี่
5. โซเดอร์ริ่ง แอนด์ เบลซซิ่ง (SOLDERING AND BLAZING) เป็นวิธีการเชื่อมถาวรต่างจาก เวล็ทดิ่ง (WELDING) ตรงที่ต้องใส่โลหะอื่นเป็นตัวเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เว็ลต์ดิ่ง (WELDING) เป็นวิธีการเชื่อมถาวรโดยการหลอมละลายให้ติดกันโดยใช้เม็ลทิ่ง เมททอล (MELTING METAL) เช่น ลวดเชื่อมต่าง ๆ หรือโดยใช้แรงกดเช่นการเชื่อมโดยใช้ อะเซเทลีนคาร์บอนอาร์ค เวลดิ่ง (ACETELYNE CABON ARC WELDING)

อย่างไรก็ตามเหล็กที่ควรนำมาพิจารณาและกล่าวถึงในเชิงเปรียบเทียบเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์นั้นมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่

1. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง ½ - 6 นิ้ว
2. เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยม ¼ - 4 ½ นิ้ว

กรรมวิธีการตัดท่อเหล็ก

การตัดท่อเหล็กที่ทำด้วยเหล็กทองแดง ทองเหลืองและโลหะเบาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 10 มม. และความหนาของผนังอย่างน้อย 11 มม. สามารถตัดได้ในสภาพเย็นโดยไม่ต้องบรรจุไส้กลางในการตัด จะไม่เกิดรอยย่นและไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดของท่อ แต่ก่อนที่จะตัด ต้องเผาท่อให้อ่อนตัวเสียก่อน ความยาวของท่อก่อนตัดเท่ากับความยาวตามแนวยืดบวกกับความยาวที่เผื่อไว้เป็นจำนวน 50 ถึง 150 มม. ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอกเกินกว่า 10 มม. ขึ้นไป ส่วนมากจะถูกสอดไส้ก่อนการตัดที่ทำขึ้นด้วยการตัดยืด และถูกเผาให้อ่อนตัวแล้วชนิดที่ทำด้วยเหล็กทองแดง และทองเหลือง ตลอดจนท่อที่ทำด้วยโลหะผสม โลหะเบา ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 15 มม. เวลาตัดมากใช้ขดลวดสปริงสอด 1 ถึง 15 มม. ก่อนบรรจุเข้าในท่อต้องใช้น้ำมันจาระบีทา ขดลวดเสียก่อน หลังจากการตัดของสปริงจะถูกดึงออก

ท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 16 มม. ขึ้นไป จะถูกบรรจุด้วยทรายการตัดทรายที่ใช้ต้องแห้งและมีเม็ดละเอียด จะต้องคอยใช้ไม้งอมหรือค้อน เคาะตรงผนังด้านนอกเพื่อป้องกันมิให้เกิดโพรงขึ้นในท่อ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ตัดโค้งได้ง่าย 2. เชื่อมน้อยจุดเมื่อเปรียบเทียบกับท่อสี่เหลี่ยมกลวง 3. ราคาถูกกว่าท่อโลหะสี่เหลี่ยมกลวงเพราะน้ำหนักเบากว่า 4. รับแรงกดและแรงอัดได้ดีกว่าท่อโลหะสี่เหลี่ยมกลวง เนื่องจากความกลมช่วยกระจายแรง	1. เนื้อที่ในการสัมผัสของท่อเหล็กกลวงมีน้อยหรือมีเพียงจุดเดียวทำให้เกิดแรงบิดได้

ตารางที่ 7.1 การวิเคราะห์รูปแบบของท่อเหล็กกลวงเพื่อนำมาทำส่วนโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เนื้อที่ในการสัมผัสมีมากไม่สามารถทำให้เกิดแรงบิดได้หรือเกิดน้อยมาก 2. โครงสร้างที่แข็งแรงไม่จำเป็นต้องใช้ท่อเหล็กจำนวนมาก 3. มีจุดยึดมากจุดทำให้เกิดความแข็งแรง 4. การเจาะตำแหน่งต่าง ๆ จะสะดวกและเที่ยงตรงกว่าท่อกลม 5. พื้นที่ผิวสัมผัสบริเวณหน้าตัดมีมากกว่าท่อกลม ทำให้มีความแข็งแรง	1. ตัดโค้งจะมีรอยย่นไม่สวยงามด้านใน 2. ราคาแพงกว่าท่อกลม

ตารางที่ 7.2 การวิเคราะห์รูปแบบของท่อสี่เหลี่ยมกลวงเพื่อนำมาทำส่วนโครงสร้าง

คุณสมบัติที่นำมาใช้ในการพิจารณา

1. ความแข็งแรงของโครงสร้างเมื่อประกอบเป็นโครงสร้างจะยึดกันมีความแข็งแรงโดยไม่สิ้นเปลืองวัสดุ
2. สามารถรับแรงได้ดี เมื่อประกอบเป็นโครงสร้างสามารถรับแรงอัดแรงกระแทกและกระจายแรงได้ดี
3. ผิวสัมผัสในจุดเชื่อมต่อ ความแข็งแรงที่จุดที่มีการเชื่อมต่อ และผิวสัมผัสระหว่างจุดเชื่อมต่อมีมากทำให้ไม่เกิดแรง
4. การผลิตโดยง่าย การกำหนดการเจาะตำแหน่งเที่ยงตรง ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในด้านความแข็งแรง

เงื่อนไขในการพิจารณา	ความสำคัญ	ท่อกลม	ท่อสี่เหลี่ยม
ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4	3(12)	4(16)
สามารถรับแรงได้ดี	4	4(16)	3(12)
ผิวสัมผัสในจุดเชื่อมต่อ	3	4(12)	3(9)
การผลิตง่าย	3	4(12)	3(9)
รวม		50	46

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.3 ตารางวิเคราะห์รูปแบบของท่อเหล็กที่จะนำมาเป็นโครงสร้าง

สรุป เลือกใช้รูปแบบของท่อเหล็กกลมกลวงตามลักษณะความต้องการของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนี่ยม

ข้อมูลเกี่ยวกับอลูมิเนี่ยม

จัดเป็นโลหะที่อ่อนมาก และยืดตัวได้ดีทั้งยังเป็นสื่อนำความร้อน และกระแสไฟฟ้าได้ดี และยังเป็นโลหะผสมได้ดี

การยึดประกอบอลูมิเนียม มีลักษณะการยึดที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประการ คือ

1. ยึดแบบน็อคดาวน์ (NOCK DOWN) เป็นการยึดโดยอาศัยตัวล็อค ประกอบ โดยใช้วิธีการยึดแบบนี้ต้องอาศัยความชำนาญในการออกแบบ ช่วงต่าง ๆ เป็นอย่างดี
2. การยึดแบบตัดต่อ ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

- การใช้สกรู การยิงรีเว็ต การยึดแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากที่สุด ถ้ามีการทำฉากรองรับสกรู วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้มีความชำนาญสูง ทำได้รวดเร็ว ต้นทุนไม่สูง
- การเชื่อม เป็นการยึดอลูมิเนียมแบบที่แข็งแรงมากที่สุด แต่ต้นทุนการผลิตสูงและยังเสียเวลามาก และคนที่เชื่อมต้องมีความชำนาญสูง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ทนทานการผุกร่อนได้ดี	1. กรรมวิธีการผลิตการตัดโค้งและการเชื่อมยาก
2. น้ำหนักเบา	2. มีความยุ่งยากในการแต่งผิว
3. ราคาถูกกว่าสแตนเลส แพงกว่าเหล็ก	3. เกิดรอยขูดขีดได้ง่าย
4. ไม่ต้องบำรุงรักษา มาก	
5. ผิววัสดุมีความงามในตัว	

ตารางที่ 7.4 แสดงข้อดี – ข้อเสีย ของอลูมิเนียม

สแตนเลส

ข้อมูลเกี่ยวกับสแตนเลสหรือเหล็กไร้สนิม (STANLESS STELL)

สแตนเลส (STANLESS STELL) เป็นโลหะเปลือยประเภท เฟอรัส เมททอล ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเหล็ก โครเมียม นิเกล และธาตุอื่น ๆ เล็กน้อย สแตนเลส (STANLESS STELL) โดยปกติผิวจะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็นได้แก่

นิเกล (NICKEL) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (MANGANESE) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและความทนทานแรงดันได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครเมียม (CHROMIUM) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน สามารถทนแรงดึงได้สูงชนิดของ (STANLESS STELL) ที่ใช้ในปัจจุบัน

1. สแตนเลส (STAINLESS) แบบ 302 มีส่วนผสมของโครเมียมและนิเกลเหมาะกับงานสถาปัตยกรรมภายนอกและแผ่นโครงสร้างต่าง ๆ
2. สแตนเลส (STAINLESS) แบบ 301 ใช้แทนแบบ 302 เนื่องจากมีความแข็งแรงในการผลิตมากกว่า
3. สแตนเลส (STAINLESS) แบบ 304 ใช้แทนแบบ 302 ในการประกอบชิ้นงานใหญ่ ๆ และต้องเชื่อม
4. สแตนเลส (STAINLESS) แบบ 316 ทนต่อการสึกหรอดีกว่าแบบ 302 และ 304 เหมาะกับการใช้งานที่มีการสัมผัสกับคลอไรด์มาก ๆ
5. สแตนเลส (STAINLESS) แบบ 400 ทนต่อการสึกกร่อนได้น้อยกว่าแบบ 302 ใช้ในงานสถาปัตยกรรมส่วนนอก

การยึดประกอบสแตนเลส

1. โดยการเชื่อม เกิดความกลมกลืนได้ดีการเชื่อมแก๊สจะเกิดตำหนิเล็กน้อย
2. การใช้ตัวยึดโดยใช้ตัวยึดที่ทำด้วยสแตนเลส ซึ่งไม่เกิดการผุกร่อน
3. ใช้แผ่นวัสดุช่วยเสริม ใช้ แฮท แชลเน็ล (HAT CHANNEL) วางข้างในแผ่นวัสนัท แชนเน็ล (NUT CHANNEL) ยึดกับแผ่นอีกที ทำให้แรงดันของตัวนัทกระจายไปทั่วบริเวณผิว

การตกแต่งผิววัสดุ (FINISHING)

เป็นวิธีการสุดท้ายเพื่อป้องกันผิวโลหะ ทำให้โลหะดูสวยงามดึงดูดความสนใจมากขึ้น มี 4 วิธี

- บัฟฟิ่ง (BUFFING) เป็นการทำผิววัสดุให้เรียบเป็นเงาขึ้น โดยใช้พวกผ้าหิน กระดาษทรายขัดผิวให้เรียบ
- เทคซเชอริ่ง (TEXTURING) คือ การทำผิววัสดุให้มีลวดลายโดยการอบโลหะให้เป็นลายต่าง ๆ
- คัลเลอริ่ง (COLOURING) เป็นการให้สีกับวัสดุ อาจจะใช้วิธีทางเทคนิค
- โคลททิ่ง (COATING) การเคลือบผิวผิวโลหะป้องกันผิวหน้าของโลหะ เช่น การชุบโครเมียม นิเกล หรือแคดเมียม เป็นการเคลือบโลหะทางเคมี

การชุบโครเมียม ในปัจจุบันมีผู้นิยมชุบโครเมียมมาก ก็เนื่องมาจากโครเมียมเป็นโลหะที่มีลักษณะดีกว่าโลหะอื่นอีกหลายประการ มีสีขาวนวลสุกใส มีจุดหลอมเหลวสูง เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี และไม่เป็นสนิม จากนั้นยังมีผลในด้านความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีความแข็งแรงมาก สามารถรับแรงได้ดี 2. ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี 3. ไม่ต้องการบำรุงรักษามาก 4. อายุการใช้งานยาวนาน 5. ไม่เป็นสนิม	1. จะใช้งานสถาปัตยกรรมมากกว่างาน เฟอร์นิเจอร์ 2. ราคาแพง

ตารางที่ 7.5 สรุป คุณสมบัติของสแตนเลส

การวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างหลัก เงื่อนไขที่นำมาพิจารณามีดังนี้คือ

1. ความแข็งแรงทนทานสามารถรับน้ำหนักของได้ดี ไม่ทำให้เสียการทรงตัว
2. ความทนทานต่อการผุกร่อน จากความชื้น และสิ่งสกปรกต่าง ๆ
3. ดูแลรักษาง่าย สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ไม่ชำรุดเสียหายบ่อย
4. ทำรูปแบบต่าง ๆ ได้มาก สามารถออกแบบได้กว้าง สำหรับงานระบบอุตสาหกรรม
5. การตกแต่งผิวสำเร็จ ทำได้ง่าย สะดวกและหลากหลาย

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	เหล็กท่อ	อลูมิเนียม	สแตนเลส
ราคา	4	4(4)	3(4)	2(4)
ความแข็งแรงทนทาน	3	3(9)	2(6)	4(12)
ความทนทานต่อการผุกร่อน	2	3(6)	3(6)	4(8)
การดูแลรักษา	3	3(9)	3(9)	4(12)
รูปแบบ	3	3(9)	3(9)	3(9)
การตกแต่งผิว	3	3(9)	1(3)	1(3)
รวม		58	45	52

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.6 ตารางวิเคราะห์วัสดุโครงสร้างหลัก

สรุป เลือกเหล็กท่อกลมกลวงมาทำโครงสร้างหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

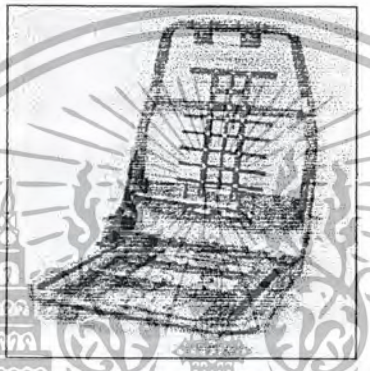
2. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างส่วนที่นั่ง

โครงสร้างของส่วนที่นั่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. โครงสร้างแบบเหล็กท่อกลมกลวงดัดขึ้นรูป
2. โครงสร้างแบบเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป
3. โครงสร้างที่นั่งไฟเบอร์กลาส

1.โครงสร้างแบบเหล็กท่อกลมกลวงดัดขึ้นรูป

เป็นโครงสร้างที่ใช้เหล็กท่อกลมกลวง มาดัดขึ้นรูป เป็นโครงสร้างที่ทำได้ง่าย ประหยัดแรงงานและต้นทุน



ภาพที่ 7.1 ภาพแสดงโครงสร้างแบบเหล็กท่อกลมกลวงดัดขึ้นรูป

2. โครงสร้างแบบเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป มี 2 ลักษณะ คือ

1. เหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูปมีสปริงรับน้ำหนัก มีลักษณะเหมือนโครงที่ทำจากท่อเหล็ก แต่จะเปลี่ยนจากท่อเหล็กมาเป็นเหล็กแผ่น แผ่นปั๊มขึ้นรูป นอกนั้นส่วนประกอบอื่น ๆ ยังคงเหมือนกัน
2. เหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูปแบบไม่มีสปริง จะใช้ฟองน้ำเป็นตัวรองรับน้ำหนักแทน

ภาพที่ 7.2 ภาพแสดงโครงสร้างแบบเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครงสร้างที่นั่งไฟเบอร์กลาส

เป็นการขึ้นรูปไฟเบอร์กลาส ปัจจุบันเป็นที่นิยม เพราะให้ความสวยงาม แข็งแรง ละยังมีน้ำหนักเบา หากมีการผลิตด้วยระบบอุตสาหกรรม จะนิยมผลิตด้วยพลาสติกแทน

ภาพที่ 7.3 ภาพแสดงโครงสร้างที่นั่งไฟเบอร์กลาส

โครงสร้างแบบต่าง ๆ	ข้อดี	ข้อเสีย
แบบเหล็กท่อกลมกลวง	- น้ำหนักเบา - ต้นทุนการผลิตต่ำ - ขนาดไม่หนา	- ผลิตได้ช้า - ขั้นตอนยุ่งยาก
แบบเหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป	- ผลิตได้เร็ว	- ต้นทุนการผลิตสูง - น้ำหนักมาก
แบบไฟเบอร์กลาส	- น้ำหนักเบา - ไม่เป็นสนิม - สวยงาม - บำรุงรักษาง่าย	ขั้นตอนการผลิตซับซ้อน - ผลิตได้ช้า
แบบพลาสติก	- น้ำหนักเบา - ไม่เป็นสนิม - สวยงาม - บำรุงรักษาง่าย - ผลิตได้เร็ว	- ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง

ตารางที่ 7.7 แสดงการเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของโครงสร้างส่วนที่นั่งแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์โครงสร้างส่วนที่นั่ง

หลักในการพิจารณาเลือกใช้โครงสร้างของเบาะที่นั่งมีดังนี้

1. แข็งแรง
2. น้ำหนักเบา
3. ให้ความสวยงาม ทำได้หลายรูปแบบ
4. ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย
5. ขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน

เงื่อนไขในการพิจารณา	ค่าความสำคัญ	เหล็กท่อดัดขึ้นรูป	เหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป	ไฟเบอร์กลาส	พลาสติก
แข็งแรง	4	3	4	3	3
น้ำหนักเบา	3	3	2	4	4
สวยงาม	3	4	2	4	4
ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย	2	2	2	4	4
ขั้นตอนการผลิตง่าย	2	1	4	3	4
ต้นทุนการผลิตต่ำ	2	4	2	3	2
รวม		47	44	56	56

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.8 ตารางแสดงการวิเคราะห์เลือกโครงสร้างส่วนที่นั่ง

สรุป เลือกโครงสร้างส่วนที่นั่งแบบไฟเบอร์กลาส เพราะมีน้ำหนักเบา สวยงาม และบำรุงรักษาง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแบบพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำส่วนสัมผัสร่างกาย

พลาสติก

พลาสติก หมายถึง สารสังเคราะห์ที่มนุษย์คิดขึ้นมา ประกอบด้วยออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน สารอินทรีย์และอนินทรีย์ กรรมวิธีการผลิตโดยมากจะใช้ความร้อนในการขึ้นรูปแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. **เทอร์โมเซตติ้ง** คือพลาสติกที่มีรูปทรงถาวรเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตแล้ว ไม่สามารถนำไปหลอมละลายใหม่ได้
2. **เทอร์โมพลาสติก** คือพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลังจากผ่านกรรมวิธีการผลิตมาแล้ว

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพลาสติกที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

1. **โพลีสไตรีน** เป็นพลาสติกที่มีการผลิตมากชนิดหนึ่ง

คุณสมบัติ มีความหดตัวน้อยมาก มีทั้งใส ฝ้า และทึบ ไม่มีรสและกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ดูดซึมน้ำต่ำ ทนความร้อนได้พอสมควร

การใช้ประโยชน์ ทำกล่องบรรจุอาหารของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ของเล่นเด็ก

ลักษณะทางกายภาพของโพลีสไตลีน	
ความถ่วงจำเพาะ	1.0+-1.10
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	25.2-28
ทนแรงดึง	1,500-12,000
ทนแรงอัด	4,000-16,000
ทนแรงกระทบ	0.25-11.0
ทนความร้อน	15-180 องศาฟาร์เรนไฮต์
ความใส	ใส-ทึบ
ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดยออกซิไดซิ่ง เอซิดได้
ทนด่าง	ละลายได้ในอะโรมาติกและคลอไรเนต
ทนสารละลาย	ไฮโดรคาร์บอน

ตารางที่ 7.9 แสดงลักษณะทางกายภาพของพลาสติกโพลีสไตลีน (พี เอส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **เอ.บี.เอส** เป็นสไตรีนชนิดหนึ่ง

คุณสมบัติ รับแรงกระแทกได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 ฟาเรนไฮต์ทนกรดด่างได้ดีพอสมควร ผิวเรียบมันเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมใช้ทำเครื่องไฟฟ้า

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำเครื่องรับโทรศัพท์ แผงเครื่องปรับอากาศ ถาดอาหาร ชิ้นส่วนภายในรถยนต์ วิทยุ หมวกกันน็อก ฯลฯ

ลักษณะทางกายภาพของ เอ.บี.เอส (ABA-Acrylonitrilc Butadine styrene)	
กรรมวิธีการผลิต	การฉีด (Injection), การรีด (Extrusion), อิเลคโตรสแตติก (Electrostaic)
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380-550 องศาฟาเรนไฮต์
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003-0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.02-1.08
ทนแรงดึง	4,000-9,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000-12,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	2-8 ที่ 70 ฟาเรนไฮต์
ความแข็ง	R 75-R115
ทนความร้อนโดยปกติ	140-230 ฟาเรนไฮต์
ความดูดซึมน้ำ (25 ชม.)	0.2-0.45
ทนกรด	ดี แต่ไม่ทนกรดแต่ชนิด ออกซิไดซ์ซิ่ง (Oxidixing)
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น คีโตน (Detones), เอสเตอร์ (Esters), คลอโลไรเนต ไฮโดรคาร์บอน (Colorinated Hydeocarbons)
ทนแสงแดด	ดี - ดีมาก

ตารางที่ 7.10 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของ เอ บี เอส (ABS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โพลิเอททิลีน

คุณสมบัติ มีน้ำหนักเบามาก ก.พ. 0.92 มีความยืดตัวสูงถึง 500% ฉีกขาดยาก ไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนความร้อนได้น้อย ไม่ดูดซึมความชื้น

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ถุงบรรจุอาหาร ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ถาดน้ำแข็งในตู้เย็น ขวดและภาชนะบรรจุของเหลว แผ่นกันความชื้นในอาคาร

ลักษณะทางกายภาพของโพลิเอททิลีน	โลวเดนซิตี้ (Low Density)	อินเตอร์มิเดต เดนซิตี้ (Intermediate Density)	ไฮเดนซิตี้ (High Density)
ความถ่วงจำเพาะ	0.91-.925	0.925-0.926	0.941-0.965
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	3.25	29.8	29.2
ทนแรงดึง	1000-23000	1200-3500	3110-55000
ทนแรงกระทบ	ไม่ฉีกขาด	0.5-16.0	0.8-2.00
ทนความร้อน	180-212 ฟาเรนไฮต์	220-250 ฟาเรนไฮต์	250 ฟาเรนไฮต์
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.015	0.01	0.01
ความง่ายต่อการติดไฟ (นิ้ว/นาที)	1.04	1.02	1.02
ทนแสงแดด	ชนิดสีดำทนได้พอ	ได้	ได้
ทนกรดอ่อน	เลว	ออกซิเดซ์ซิ่ง เอซิก	ได้
ทนกรดแก่	ไม่ทน ออกซิเดซ์ซิ่ง เอซิก (Oxidizing Acids)	(Oxidizing Acids) ได้	ได้
ทนด่างอ่อน-แก่	ได้	-	ได้ถ้าต่ำกว่า 140 ฟาเรนไฮซ์
ทนสารละลาย (Organic Solvents)	ได้ถ้าต่ำกว่า 140 ฟาเรนไฮด์		

ตารางที่ 7.11 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของ พี อี (PE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โพลีโพพิลิน

คุณสมบัติ คล้ายกับโพลีเอททิลีน ทนทานและแข็งแรงกว่า ทนความร้อนสูง 300 องศาฟาเรนไฮด์

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ถุงบรรจุอาหารร้อน ถังตักน้ำ ขันตักน้ำ ถังขยะในบ้าน

ลักษณะทางกายภาพของโพลิโพพิลีน			
	อันโมดิฟาย (Unmodified)	โคโพลิเมอร์ (copplymer)	อิมแพ็คไทป์ (Impact Type)
ความถ่วงจำเพาะ	0.904	0.90	0.91
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	30.6	31.0	30.5
ทนแรงดึง	5500	4500	4400
ทนแรงตัด	8000	7000	6000
ทนแรงกระทบ	1.5	10	15
ทนความร้อนโดยปกติ	275 ฟาเรนไฮด์	220 ฟาเรนไฮด์	210 ฟาเรนไฮด์
ความใส	โปร่งใส	โปร่งใส	ทึบ
ทนแสงแดด	พอใช้	พอใช้	พอใช้
ทนกรดอ่อน	ได้	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ถูกทำลายอย่างช้าๆ จากออกซิไดซ์ซิ่งเอซิก (Oxidizin Acids)	ถูกทำลายอย่างช้าๆ จากออกซิไดซ์ซิ่งเอซิก (Oxidizin Acids)	
ทนด่าง	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย (Organic Solvents)	ทนได้ต่ำกว่า 175 ฟาเรนไฮด์		ถูกทำลายโดยไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons)

ตารางที่ 7.12 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของพี พี (PP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โพลีคาร์บอเนต

คุณสมบัติ แข็งแรงทนทานดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 240 ฟาเรนไฮต์ เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนกรดด่างดี

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ แว่นตากันแดด ฝาครอบไฟโคมไฟฟ้าสาธารณะและขวดนมเด็ก ฯลฯ

ลักษณะทางกายภาพ ของโพลีคาร์บอเนต	
ความถ่วงจำเพาะ	1.2
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ ปอนด์	23
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	15
ทนความร้อน	250 องศาฟาเรนไฮต์
ความใส	ในที่สุด
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	กรดอ่อนทนได้ ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ด่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาอย่างช้าๆ ด่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรงขึ้น
ทนสารละลาย	ละลายใน คลอไรเนต ไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated Hydorcarbons) และ อะโรมาติก (Aromatics)

ตารางที่ 7.13 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของ พี ซี (PC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อะครีลิค

คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่ใสมากชนิดหนึ่ง เป็นรอยขีดข่วนง่าย เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีพอสมควร

การใช้ประโยชน์ นิยมทำป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา กระจกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ ถาด และถ้วยบรรจุของเหลว

ลักษณะทางกายภาพของอะครีลิก (ACRYLIC STYRENE COPOLYMER)	
กรรมวิธีการผลิต	การฉีด (Injection) , การรีด (Extrusion)การอัด (Compression), อิเลคโตรสแตติก(Electrostatic), เพาวเดอร์ (powder)
	380-450
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	0.002 นิ้ว
ความกดตัวหลังการผลิต	1.08-1.16
ความถ่วงจำเพาะ	25.6-23.8
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	9,000-11,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงดึง	11,000-15,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	0.35-0.5
ทนแรงกระทบ	M 70- M85
ความแข็ง	180-200 ฟาเรนไฮต์
ทนความร้อนโดยปกติ	0.2%
ความดูดซึมน้ำ (24 ช.ม.)	ช้า
อัตราการเผาไหม้	ดี (ไม่ทนต่อกรดออกซิไดซ์ซิ่งเอซิก (Oxidizing Acids) ชนิดเข้มข้น)
ทนกรด	ดีมาก
ทนด่าง	ดี (ละลายในคีโตน (Ketones) เอสเตอร์ (Esters) บางชนิด, อโรมาติก (Armatic) และ คลอโลไรเนตไฮโครคาร์บอน(Chlorinated Hydrocarbons)
ทนสารละลาย	
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส (TRANSPARENCY)	ใสมาก (บางชนิดใสน้อย)

ตารางที่ 7.14 ตารางแสดงลักษณะทางกายภาพของ อะครีลิค (ACRYLIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ **ข้อมูลของวัสดุที่ใช้ในการบุส่วนที่นั่ง**

เป็นส่วนที่จะวางอยู่บนโครงสร้างหรือเฟรม เพื่อเป็นส่วนช่วยให้เกิดความอ่อนนุ่ม นั่งสบาย และลดความเมื่อยล้าในขณะนั่งเป็นเวลานาน วัสดุที่ใช้ในการบุเก้าอี้นั้น สามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. **วัสดุบุภายใน** ได้แก่ ส่วนที่อยู่ภายใต้การปกคลุมของส่วนหุ้มห่อทั้งหมด วัสดุส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ช่วยให้เกิดความสบายในขณะนั่ง โดยจะมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ นุ่ม และคงรูป ซึ่งได้แก่ ฟองน้ำต่างๆ

2. **วัสดุบุภายนอก** ได้แก่ วัสดุที่อยู่ภายนอกสุดของเก้าอี้ เป็นส่วนปกคลุมที่มองเห็นได้ก่อนส่วนอื่นๆ มีความสำคัญมากที่สุด ที่จะสร้างความงดงามให้แก่เก้าอี้ ความรู้สึกที่น่าใช้งาน

1. **วัสดุภายใน**

ฟองน้ำ

ฟองน้ำ เป็นสิ่งที่ผลิตออกมาจากพลาสติกประเภทหนึ่ง และจากธรรมชาติ ในการเลือกฟองน้ำที่สามารถนำมาใช้ในการบุภายในเก้าอี้ทำผนัง สำหรับร้านเสริมสวยนี้ได้แก่

ฟองยาง

ฟองยางรวมทั้งชนิดยางที่ได้จากธรรมชาติ และยางสังเคราะห์ หรือทั้ง 2 ชนิดผสมกัน ฟองยางยังคงเป็นวัตถุที่ให้ความนุ่มอย่างดีสำหรับงานบุและคุณลักษณะพิเศษของความยืดหยุ่นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ใช้กันอย่างกว้างขวาง แม้ว่าราคาจะค่อนข้างสูง ฟองน้ำชนิดนี้มักทำเป็นฟองน้ำแบบที่มีช่องว่าง เพื่อให้น้ำหนักและความแข็งสัมพันธ์กัน

ฟองน้ำวิทยาศาสตร์

เป็นฟองน้ำที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง มีใช้ในลักษณะเป็นแผ่นและหล่อเป็นแบบตามต้องการ ฟองน้ำชนิดนี้เป็นแผ่นซึ่งได้จากการตัดชิ้นฟองน้ำออกเป็นขนาดที่จะใช้งาน มักไม่มีรูกลวง อัตราส่วนความหนาแน่นกับความแข็งเปลี่ยนแปลงได้ตามสารเคมี ส่วนฟองน้ำแบบหล่อนั้น ในการผลิตเครื่องเรือนต่างๆ นั้น ไม่ค่อยได้ใช้ เนื่องจากราคาในการทำแบบสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเปรียบเทียบระหว่างฟองยางและฟองน้ำวิทยาศาสตร์

ฟองน้ำทั้งสองชนิดนี้ มีคุณสมบัติแตกต่างกันค่อนข้างมาก ในการใช้งานและการใช้วัตถุดิบหลักใหญ่ 2 ประการที่มีความสำคัญในข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัด คือ

ความสบายและการใช้งาน ฟองยางให้คุณลักษณะในการยุบตัวได้ดี ทำให้ความรู้สึกในการสัมผัสดี ส่วนฟองน้ำวิทยาศาสตร์ให้ยุบตัวด้อยกว่า ในการสัมผัสครั้งแรก จะรู้สึกแข็งกว่าและมีการคืนตัวได้ด้อยกว่าง สำหรับฟองยางมีความแข็งแรงต่อการดึงและการยืดต่ำ ดังนั้นการใช้งานจึงต้องมีวัสดุรองไม่ให้สัมผัสกับสปริงหรือเวปปิ้งโดยตรง สำหรับฟองน้ำวิทยาศาสตร์ มีความแข็งแรงต่อการดึงและยืดตัวดีกว่า ไม่จำเป็นต้องมีวัสดุรองรับก็ได้แล้วแต่เทคนิคการทำ

การเลือกใช้ฟองน้ำวิทยาศาสตร์

ความหนาแน่น เป็นน้ำหนักของฟองน้ำต่อหน่วยปริมาตร กก./ลบ.ม. ฟองน้ำวิทยาศาสตร์ จะมีความหนาแน่นต่างกัน ฟองน้ำที่มีความหนาแน่นมากจะสามารถรับแรงสลับได้ โดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างและมีความยืดหยุ่นได้ดีกว่าฟองน้ำที่มีความหนาแน่นน้อย ฟองน้ำคุณภาพต่ำ จะมีความหนาแน่น 20-23 กก./ลบ.ม. คุณภาพปานกลาง 27-30 กก./ลบ.ม. เป็นต้น

ความแข็ง เป็นค่าที่จะบอกให้รู้ว่าฟองน้ำแข็งหรืออ่อน ค่าความแข็งนี้จะไม่ขึ้นกับความหนาแน่น นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงราคา การยืดตัว ยุบตัว การรับแรงสลับ การห่อหุ้ม การทำแบบ การถ่ายเทของอากาศ เป็นต้น

2. **วัสดุภายนอก**

ผ้าทุกชนิดสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับบุได้ แต่จะมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป อาจพิจารณาผ้าที่สามารถนำไปใช้งานในการบุได้ดังนี้

ผ้าฝ้าย การเลือกใช้ผ้าฝ้ายต้องคำนึงถึงความทนทานและคุณภาพอื่นๆ ผ้าฝ้ายนั้นสามารถนำมาย้อมหรือพิมพ์ได้ และง่ายต่อการทำความสะอาด อายุการใช้งานนานพอควร ราคาค่อนข้างถูก ในการเลือกใช้ผ้าฝ้ายต้องคำนึงถึงเนื้อผ้าด้วย เพราะถ้านำไปใช้ไม่ถูกต้องก็จะเป็นปัญหาได้ เช่น ถ้านำผ้าฝ้าย ธรรมดามาใช้บุติดกับส่วนที่รับน้ำหนักโดยตรง เช่น ที่นั่ง หรือพนักพิง ผ้าอาจจะขาดเร็ว ทั้งที่ตัวผ้าเองและรอยเย็บ เป็นต้น ผ้าฝ้ายที่ใช้บุเก้าอี้ได้นั้นควรเป็นผ้าขนาด 6 เส้น มีทั้งของในประเทศและต่างประเทศ ปัญหาของผ้าฝ้ายเห็นจะได้แก่ ผ้าฝ้ายเป็นผ้าที่ย้อมและพิมพ์ได้ง่าย จึงอาจซีดจางเร็วได้ง่ายเช่นกัน และผ้าที่ด้อยคุณภาพมักจะหดตัวอีกด้วย หน้ากว้างของผ้าฝ้ายมีตั้งแต่หน้าธรรมดาคือ 36" ขึ้นไปมีทั้งลวดลายและสีสรรที่แตกต่างกันออกไป

ผ้ากำมะหยี่ โดยมากเป็นผ้าที่มาจากต่างประเทศ มีทั้งแบบพื้นและแบบลวดลาย ผ้านี้มีขนสั้นๆ อ่อนนุ่ม เหมาะสำหรับนำมาบุเก้าอี้ที่มีความนุ่มเป็นพิเศษ เช่น โซฟา แต่ต้องมีโฟมหรือฟอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยางรองรับน้ำหนักก่อน ฟ้ากำมะหยี่มีหลายเนื้อด้วยกัน ทั้งบางและหนา ก่อนที่จะเลือกไปใช้ก็ควรคำนึงถึงประเภทของการใช้งานด้วย ปัญหาของผ้ากำมะหยี่ คือ รอยด่างหรือขนบนผ้ามักหลุดจากการใช้งาน ทั้งเพราะงานที่ต้องใช้บ่อยๆ และอายุการใช้งานผ้ากำมะหยี่ภายในประเทศจะมีหน้ากว้าง .30 เมตร ส่วนของต่างประเทศหน้ากว้าง 1.30 - 1.40 ซม. ในการนำผ้ากำมะหยี่มาใช้งานบุเก้าอี้ทำผม จะต้องฉีดสเปรย์ป้องกันเศษผมเกาะติดบนผ้าด้วย

ผ้าซาติน เป็นผ้าที่มีเนื้อค่อนข้างมันเหนียว นำมาบุเครื่องเรือนเก้าอี้จะให้ความรู้สึกหรูหราสวยงาม มีทั้งพื้นและลาย ใช้บุเครื่องเรือนที่ต้องรองรับน้ำหนักได้ดีพอควร ใช้ได้ทั้งกับเก้าอี้ทั่วไปและเก้าอี้สไตล์ มีหลายเนื้อด้วยกัน โดยมากเป็นผ้าที่มาจากต่างประเทศ ปัญหาของผ้าซาติน คือ ถ้าโดยน้ำที่เป็นหยดหรือเฉพาะที่ จะเป็นรอยหรือเป็นดวงๆ ผ้าชนิดนี้มีหน้ากว้าง .20 เมตร ถึง 2.80 เมตร

ผ้าลูกฟูก เป็นผ้าที่มีการผลิตทั้งภายในและภายนอกประเทศ แต่ผ้าที่มีคุณภาพดีมักมาจากต่างประเทศ ลักษณะของผ้าคล้ายกับผ้ากำมะหยี่ คือ มีขนเล็กๆ แต่แนวของเส้นขนของผ้าเป็นแนวยาวตลอดความยาวของม้วนผ้า ผ้าเป็นร่องๆ มีมากมายหลายสี แต่มักจะเป็นสีพื้น ทั้งนี้เพราะลวดลายของร่องผ้าก็มีมากพอแล้ว สามารถนำไปบุได้ทั้งเก้าอี้ธรรมดาและสไตล์ ปัญหาของผ้าก็มีคล้ายกับผ้ากำมะหยี่ คือ รอยด่าง หรือขนบนเนื้อผ้าหลุดจากการใช้งาน ผ้าลูกฟูกมีความกว้าง 1.30 เมตร

ผ้าไหม มีมากหลายประเภท มีทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ทั้งคุณภาพและเนื้อผ้าที่แตกต่างกัน ลักษณะของผ้าเป็นมันสวยงาม มีทั้งผ้าพื้นและผ้าลาย เนื้อผ้าไม่เหนียวแน่นมากนัก คือถ้าใช้เป็นเวลานานก็มักจะแตกหรือแยกออกจากกัน ผ้าไหมที่ใช้บุเก้าอี้ควรเป็นชนิดที่มี 4 เส้นขึ้นไป ผ้าไหมราคาค่อนข้างแพง และมักจะใช้ในด้านความหรูและดูมีคุณค่า

ผ้าใบ เป็นผ้าที่ใช้ทำเก้าอี้แบบง่ายๆ หรือเป็นแบบที่รองรับน้ำหนักได้เลย อย่างเช่นลักษณะเก้าอี้ผ้าใบเป็นต้น ตัวผ้ามีความเหนียวแน่นมากพอสมควร ราคาก็ไม่แพงนัก

พลาสติกทอ เป็นการนำพลาสติกในลักษณะเป็นเส้นด้าย มาทำการทอเหมือนกับการทอผ้าธรรมดา แต่พลาสติกจะต้องกรีดออกมาเป็นเส้นใยเดี่ยวเสียก่อน แล้วจึงนำเส้นใยนี้มาทอ มักใช้ทำมุ้งลวด ทำผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ คุณสมบัติโดยทั่วไป อ่อนพับไปมาได้เช่นเดียวกับผ้า นุ่มไม่ดูดน้ำ ผิวเรียบ รักษาความสะอาดง่าย ราคาถูก ทนต่อความร้อนสูงไม่ได้

ผ้าพลาสติก มีลักษณะคล้ายคลึงกับหนังเทียมชนิด พี วี ซี เลธเธอะ โคลท (PVC LEATHER CLOTH) แต่จะแตกต่างตรงที่ผ้าพลาสติกนั้นประกอบด้วยวัสดุผ้าเป็นหลัก ส่วนหนังเทียมนั้นประกอบด้วยวัสดุหนังเทียมเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ้าพลาสติก ผลิตขึ้นโดยขบวนการ 2 วิธีรวมกัน โดยการนำผ้าชนิดต่างๆ อาจเป็นผ้าอัดเส้นใย ผ้าทอหรือผ้าถักก็ได้ แล้วนำพลาสติกเหลวมาเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้หดหรือยับ ทั้งยังเป็นการเสริมความแข็งแรงทนทานของผ้าอีกด้วย ซึ่งมีทั้งการเคลือบบางๆ น้ำสามารถซึมผ่านได้เล็กน้อย หรือเคลือบหนาๆ จนสามารถกันน้ำได้ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการตกแต่งผ้า แบ่งเป็น 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. ใช้ในลักษณะผงแห้งอัดติดบนผ้ารองพื้น
2. ละลายให้เป็นของเหลวแล้วพ่น

คุณสมบัติโดยทั่วไป คือ อ่อนพับไปพับมาได้เช่นเดียวกับผ้า ไม่ดูดน้ำ ผิวเรียบ ไม่เปื่อนง่ายสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

หนังเทียม เนื่องจากในปัจจุบันหนังดิบมีราคาแพงขึ้น จึงทำให้ขาดแคลนหนังดิบที่จะนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์หนังแท้ จึงทำให้ผู้ใช้กันมาใช้หนังเทียมแทนหนังแท้ ซึ่งมีราคาถูกกว่ากันมากขึ้น และหนังเทียมก็มีคุณสมบัติและลักษณะใกล้เคียงกับหนังแท้ สามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้อย่างดี และมีราคาถูกกว่า ทั้งยังสามารถปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น หรือนำมาดัดแปลงใช้หนังเทียมแทนหนังแท้เพิ่มขึ้นตามลำดับ

หนังเทียม เป็นผลิตภัณฑ์พลาสติก (POLYVINYL CLORIDE) สำเร็จรูปชนิดหนึ่งนิยมใช้ทำเบาะรถยนต์ กระเป๋า รองเท้า เฟอร์นิเจอร์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้แทนหนัง หนังเทียมมีหลายชนิด แต่สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. พี วี ซี เลธเธอะ (PVC LEATHER)
2. พี วี ซี ฟิล์ม แอนด์ ชีท (PVC FILM&SHEET)

1. พี วี ซี เลธเธอะ (PVC LEATHER) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 พี วี ซี เลธเธอะ โคลท (SPONGI LEATHER CLOTH) คือ หนังเทียมที่ประกอบด้วย ชั้น 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นชั้นของหนังเทียม ชั้นในเป็นผ้า มักนิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์จำพวกกระเป๋าของชำร่วย

1.2 สปอนจิ เลธเธอะ โคลท (SPONGI LEATHER CLOTH) คือ หนังเทียมที่ประกอบด้วยชั้นต่างๆ 3 ชั้น คือ ชั้นหนังเทียม ชั้นฟองน้ำตรงกลางและชั้นผ้ามักนิยมใช้ทำเครื่องเฟอร์นิเจอร์เบาะรถยนต์

หนังเทียมชนิด พี วี ซี เลธเธอะ (PVC LEATHER) ดังกล่าวมานี้เป็นหนังเทียมชนิดที่มีหลังผ้าซึ่งมีประโยชน์ในการเสริมความเหนียว ไม่ขาดง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **พี วี ซี ฟิล์ม แอนด์ ชีท (PVC FILM&SHEET) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ**

2.1 พี วี ซี ฟิล์ม (PVC FILM) มีลักษณะใส โปร่งแสง มีหลายสีและมีความหนาแน่นต่างกัน มักนิยมใช้ทำแผ่นพลาสติกหุ้มสมุด หนังสือ ฯลฯ

2.2 พี วี ซี ชีท (PVC SHEET) มีลักษณะทึบแสง มีทั้งชนิดหนาและบางชนิด บางนิยมใช้ทำรองเท้า ชนิดหนาใช้ทำเข็มขัด ผ้าใบ ผ้าเต้นท์ ผ้าปูโต๊ะ เป็นต้น

หนังเทียมชนิดพี วี ซี ฟิล์ม แอนด์ ชีท (PVC FILM&SHEET) ดังกล่าว ไม่มีหลังผ้า มีเพียงชั้นของหนังเทียมเพียงชั้นเดียว ดังนั้นจึงมักฉีกขาดได้ง่ายเมื่อมีรอยขีดข่วน

คุณสมบัติโดยทั่วไป

1. หนังเทียมเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา
2. สามารถกันน้ำได้ แต่จะมีรูเล็กๆ ที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้
3. สามารถซักล้าง ทำความสะอาดได้ง่าย
4. มีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดี
5. สามารถผลิตให้มีสีต่างๆ ที่พื้นผิว และพิมพ์ให้มีลวดลายต่างๆ ตามต้องการ
6. มีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นพอสมควร
7. ไม่สกปรกง่าย
8. มีราคาถูกมาก เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ

หนังเทียมที่มีขายตามท้องตลาดปัจจุบันจะขายเป็นม้วน ซึ่งมีหน้ากว้างต่างๆ กัน ดังนี้ คือ 36" 40" 54" และ 60" ตามลำดับ

การประกอบเข้ารูปทรง

พี วี ซี เลธเธอะ โคลท (SPONGI LEATHER CLOTH) สามารถประกอบเข้ารูปทรงเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ โดยการเย็บ ซึ่งจักรที่ใช้ในการเย็บจะต้องเป็นจักรที่สามารถใช้เย็บหนังเทียมได้ เพราะหนังเทียมชนิดนี้มีความหนามากกว่าผ้าธรรมดา และไม่สามารถเข้ารูปทรงได้ โดยการอบด้วยความร้อน เพราะจะทำให้เนื้อเยื่อของหนังเทียมไหม้จนขาดได้

พี วี ซี ฟิล์ม แอนด์ ชีท (PVC FILM&SHEET) สามารถประกอบเข้ารูปทรงได้ทั้งการเย็บเข้ารูป และการทำให้เกิดตะเข็บติดกันโดยอัดด้วยความร้อน แต่เนื่องจากไม่มีหลังผ้า ความเหนียวและความทนทานมีน้อย ทำให้รอยเย็บมักฉีกขาดได้ง่าย ราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์หนังเทียมแต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เหมือนกัน แต่ราคาจำหน่ายมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากราคาวัตถุดิบที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ก็ยังนับว่ามีราคาถูกกว่าวัสดุอื่นๆ ใกล้เคียง เช่น ผ้า หนังสัตว์

ลักษณะสำคัญบางประการของหนังเทียมที่ใช้เป็นวัสดุในการบุมีดังนี้

สีจะต้องทนต่อแสงได้ดี เมื่อถูกแสงแดดสีนั่นจะเปลี่ยนได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในสเกลมาตรฐานสากล ค่า 6 แสดงว่า ดี ค่า 8 แสดงว่าดีเยี่ยม

สีจะต้องไม่หลุดจากการเช็ดถู ตรวจสอบได้โดยการใช้ผ้าขาวเช็ดจะต้องไม่มีสีติดผ้ามา

ส่วนใหญ่หนังเทียมจะมีลักษณะทนต่อสารเคมี เช่น กาวเมื่อหนังเทียมแข็ง กาวติดไม้จะไม่มีผลต่อหนังเทียม แต่เมื่อเปียก กาวที่มีความเป็นกรดสูง หรือมีตัวทำละลายลาเท็กซ์ (p.v.c) สูง หรือสารกำมะถันสูงจะทำให้เกิดรอยต่อได้ ไขมันและน้ำมันอื่นๆ ก็มีผลร้ายต่อ พี.วี.ซี

ลักษณะสำคัญมากประการหนึ่งของหนังเทียม คือ การยืดหยุ่น โดยเป็นวัสดุที่มีเนื้อดีลักษณะดึงดูดใจ และมีความนุ่ม อันเป็นการยากที่จะทำได้ หนังเทียมที่แข็งจึงนำไปใช้กับเก้าอี้แข็งและชนิดนุ่มสำหรับเก้าอี้นุ่ม

เนื่องจากหนังเทียมแบบธรรมดาไม่สามารถให้อากาศผ่านไม่เมื่อนั่งนานๆ ทำให้รู้สึกไม่สบาย ในการผลิตจึงมีการปรับปรุงโดยการเติมสารเคมีบางอย่าง ทำให้เกิดรูเล็กๆ ในพลาสติก หนังเทียมที่ว่านี้ พวก พี.วี.ซี ขยายได้ (EXPANDED PVC) ซึ่งจะประกอบด้วยชั้นผิวหน้า ชั้นฟองน้ำ และชั้นผ้าด้านหลัง ทำให้นั่งได้สบายกว่า ได้ผลดีกว่า และดึงดูดใจกว่า นอกจากนี้ ผ้าด้านหลังจะเป็นผ้าถัก ซึ่งทำให้มีคุณภาพดีขึ้น

การทำความสะอาดหนังเทียมที่ดีที่สุด และง่ายที่สุด คือ ใช้น้ำสบู่ หรือ ผงซักฟอก ถูเบาๆ ด้วยแปรงนุ่ม หรือเช็ดด้วยผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุบุส่วนที่นั่งเพื่อการใช้งาน (วัสดุบุภายใน)

สามารถพิจารณาจากเงื่อนไขดังนี้

1. ให้ความรู้สึกในการสัมผัสดี
2. มีการคืนตัวได้ดีหลังจากถูกกดทับเป็นเวลานาน
3. มีความนุ่ม กระจายน้ำได้ดี ไม่อยู่ที่จุดใดจุดหนึ่ง
4. มีราคาที่เหมาะสม
5. สามารถนำไปเย็บติดกับส่วนห่อหุ้มภายนอก เพื่อให้เกิดรูปทรงสวยงาม
6. แข็งแรง ไม่ฉีกขาดง่าย

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	ฟองยาง	ฟองน้ำวิทยาศาสตร์
ความรู้สึกในการสัมผัส	3	4	3
ความสามารถในการคืนตัว	4	4	3
ราคาไม่แพง	3	3	4
อายุการใช้งาน	3	4	3
การใช้ร่วมกับวัสดุอื่น	2	4	4
ความสามารถในการยุบตัว	4	4	3
รวม		73	62

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.15 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุบุส่วนที่นั่งและส่วนสัมผัสผิวเช่นส่วนพักแขน ,พักเท้า(ภายใน)

สรุป เลือกฟองยางเป็นวัสดุบุภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุบุส่วนที่นั่งเพื่อการใช้งาน_ (วัสดุบุภายนอก)

สามารถพิจารณาจากเงื่อนไข ดังนี้

1. มีความนุ่มอยู่ในตัวเอง ผิวสัมผัสอ่อนนุ่ม นั่งสบาย
2. ดูแลรักษาง่าย
3. สามารถทำลวดลาย และสีต่างๆ ได้ดี เพื่อการออกแบบได้สวยงาม
4. มีความยืดหยุ่น ไม่ฉีกขาดง่าย
5. มีราคาที่เหมาะสม
6. สามารถประกอบเข้ารูปทรงต่างๆ ได้ดี
7. ใช้งานร่วมกับฟองน้ำ หรือวัสดุอื่นๆ ได้ดี

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	ผ้า	ผ้าพลาสติก	PVC LEATHER	PVC FILM & SHEET
ผิวสัมผัสอ่อนนุ่ม	4	3	1	4	2
ดูแลรักษาง่าย	2	1	2	4	3
ความสวยงาม	3	4	1	3	2
สามารถทำลวดลาย,สี	3	4	3	3	3
ยืดหยุ่น ไม่ฉีกขาด	4	2	4	3	3
ราคา	2	3	4	3	3
การประกอบเข้ารูปทรง	3	4	2	4	3
ใช้งานร่วมกับฟองน้ำได้ดี	3	4	2	4	3
สรุป		74	72	100	81

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.16 ตารางแสดงการวิเคราะห์วัสดุหุ้มบุส่วนที่นั่ง (ภายนอก)

สรุป เลือกใช้ P.V.C LEATHER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์วัสดุที่นำมาทำมือจับ

เกณฑ์ในการเลือกวัสดุ

1. ให้ความรู้สึกที่ดีในการสัมผัส
2. สามารถนำไปผลิตได้ในรูปทรงที่หลากหลาย
3. มีคุณสมบัติคงทนไม่ฉีกขาดง่าย

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	ยางธรรมดา	อีวีเอ (EVA)	เอชดีพีอี (HDPE)
1. ให้ความรู้สึกที่ดีในการสัมผัส	3	3	2	3
2. ผลิตได้ในรูปทรงที่หลากหลาย	2	3	3	3
มีคุณสมบัติคงทนไม่ฉีกขาดง่าย	4	3	3	4
รวม		27	24	31

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.17 ตารางวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำมือจับ

สรุป ใช้โพลิเอททิลีน ในการทำมือจับ

การวิเคราะห์เลือกวัสดุที่ใช้ทำส่วนห่อหุ้มโครงสร้าง (HOUSING)

1. ความแข็งแรง
2. ความสวยงาม
3. การดูแลรักษา
4. การผลิตง่าย
5. ราคาถูก

เงื่อนไข	ค่าความสำคัญ	พลาสติก	เหล็กแผ่นปั๊มขึ้นรูป
1. ความแข็งแรง	4	4 (16)	3(12)
2. ความสวยงาม	3	3(9)	4(12)
3. การดูแลรักษา	3	2(6)	3(12)
4. การผลิตง่าย	2	2(4)	3(6)
5. ราคาถูก	2	3(6)	3(6)
รวม		41	48

หมายเหตุ 4 = ดีมาก 3 = ดี 2 = พอใช้ 1 = แย่

ตารางที่ 7.18 ตารางการวิเคราะห์เลือกวัสดุที่ใช้ทำส่วนห่อหุ้มโครงสร้าง

สรุป ทำการเลือกพลาสติกเป็นวัสดุในการทำส่วนห่อหุ้มโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.19 ตารางสรุปการเลือกใช้วัสดุในการทำรถนั่งคนพิการ

ส่วนประกอบ	วัสดุ
1. โครงสร้างหลัก	1. เหล็กท่อกลมกลวง
2. โครงสร้างส่วนที่นั่ง	2. ไฟเบอร์กลาส
3. เบาะที่นั่ง (ภายใน)	3. ฟองยาง
4. เบาะที่นั่ง (ภายนอก)	4. P.V.C LEATHER
5. ที่เท้าแขน, มือจับ	5. เอชดีพีอี (HDPE)
6. ส่วนนำพาสิ่งของประเภทถุง	6. ผ้าใบ
7. ส่วนห่อหุ้มโครงสร้าง	7. พลาสติกขึ้นรูป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับสีและกราฟฟิค

อิทธิพลของสีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. **อิทธิพลทางด้านขนาด** (SiZE)

เป็นที่ทราบกันดีว่าในการดูด้วยสายตา สีที่มีค่า (Value) อ่อนจะทำให้ดูวัตถุมีขนาดใหญ่กว่าสีที่มีค่า (Value) เข้ม ลูกบาสก์สีขาวจะดูมีขนาดใหญ่กว่าลูกบาสก์สีดำทั้งๆ ที่จริงแล้วมีขนาดเท่ากัน ระยะทางการมองก็เท่ากัน โดยแท้จริงแล้วสิ่งของ เช่น หมวก 2 ใบ ที่มีลักษณะเหมือนกัน สีขาวจะถูกทำให้เป็นสีเทาโดยการเติมสีดำปริมาณเล็กน้อย และสีดำจะทำให้จางลงโดยใช้สีขาวเติมลงไป ถ้าท่านปรารถนาจะให้ผลิตภัณฑ์ของท่านดูใหญ่โตกว่าขนาดจริง ต้องใช้สีขาว (Value) อ่อน เป็นต้น

2. ความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก (WEiGHT)

ในการจัดน้ำหนักที่แท้จริงนั้นถ้าสีมีค่า (Value) อ่อน จะดูว่ามีน้ำหนักเบา และตรงข้ามสีที่มีค่า (Value) เข้มจะดูมีน้ำหนักมาก แม้ว่าในกรณีนี้สีแท้จะทำให้มีความแตกต่างมากกว่าสีเย็น เช่น สีน้ำเงินจาง เขียวน้ำเงิน และม่วงน้ำเงิน และสีที่มีการระบายหรือแต้มสีเหลืองจะให้ความรู้สึกว่าเบา สีอุ่นมีแนวโน้มดูเหมือนทำให้น้ำหนัก

3. ความรู้สึกเรื่องความแข็งแรง (STRENGTH)

น้ำหนักและความแข็งแรงปกติมีความสัมพันธ์กัน และเป็นกฎเดียวกันที่ใช้กับทั้ง 2 อย่าง สีอ่อนที่มีโครมม่า (Chroma) นั้น ความแข็งแรงของสีมีมากกว่า เช่น สีแดง เหลืองแดง และเหลืองเข้ม ปกติสื่อความหมายว่าแข็งแรงมากกว่าสีที่เข้มกว่า สีของโลหะก็คือสีเทาออกน้ำเงินเข้ม ให้ความรู้สึกว่าเป็นโลหะเหล็กซึ่งเป็นสีชี้ถึงความแข็งแรง

4. ความรู้สึกเรื่องอุณหภูมิ (TEMPERATURE)

มีการกล่าวว่าอุณหภูมิจะชี้ถึงความแจ่มแจ้ง เช่น สีแดง ส้ม และเหลืองซึ่งเป็นสีที่จัดว่าเป็นสตรองโครมม่า (strong chroma) บ่งบอกถึงความอบอุ่น ส่วนสีน้ำเงินจาง เขียว น้ำเงิน ม่วงน้ำเงิน และสีขาว บ่งบอกถึงความเย็น บริษัทผู้ผลิตเครื่องดื่มอย่างอ่อนจะให้ของขวดที่บรรจุทำให้ดูเย็นขึ้น สีขาวหรือสีที่ขาวอ่อนจะไม่ดูดความร้อน แต่สีดำจะดูดความร้อนได้ดี เก้าอี้โลหะที่ทำขึ้นในในวนสาธารณะจะทาสีขาว ซึ่งยังคงช่วยให้ดูเย็นถึงแม้ว่าจะมีแสงอาทิตย์

5. ความรู้สึกเรื่องความสะอาด (CLEANLINESS)

สีขาวเป็นสีที่ใช้แสดงถึงความสะอาดได้ดีที่สุด ปัญหาอยู่ที่การเติมส่วนผสมอื่นที่สามารถหรือยอมให้สีขาวปรากฏอยู่หรือเปล่า ในวัตถุประสงค์ทางอุตสาหกรรมนั้นความสะอาดก็เป็นสิ่งสำคัญในการให้สีแก่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งบางครั้งากรให้สีที่ถูกต้องและการจัดเรียงสีที่ดีก็สามารถทำให้ดูสะอาดได้เช่นกัน สีงาและสีที่อุ่น เช่น สีเหลืองมีความสัมพันธ์โดยเฉพาะเกี่ยวกับเรื่องอาหาร ตัวอย่าง ครีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเนยเหลว ควรมีสีดังกล่าวแสดงถึงลักษณะที่สะอาดของอาหาร ส่วนสีน้ำเงินขาวและสีเขียว ปัจจุบันนี้ใช้กับเครื่องทำความเย็น เพราะเป็นสื่อความหมายแสดงถึงความเย็น

6. ความรู้สึกเรื่องความภูมิฐาน ความสง่า (SIGNITY)

ถ้าการเน้นลักษณะความสง่างามไม่กินเนื้อที่มาก สามารถใช้สีที่มีลักษณะสตรองโครมม่า (Strong chroma) ของแถบสีอุ่นของวงล้อสี สีเทาใช้เป็นสีหลักที่แสดงถึงความสง่าผ่าเผย ในสีเทาของน้ำเงิน ม่วงและเขียว และสีที่มี (Value) เข้ม เช่น สีแดงเป็นสีอันดับสองที่จะเลือกเพื่อแสดงความสง่า รถยนต์ขนาดใหญ่สำหรับสตรีที่มีอายุ สีเท่าน้ำเงินเข้มอาจจะเน้นรูปร่าง โดยใช้แถบสีส้มสว่าง

สี	ความรู้สึก
เขียว, เขียวตองอ่อน	ปกติ, สบาย
แสด, แดงเข้ม	ร้อนแรง
ชมพูอ่อน	นุ่มนวล
แดงชาติ	มั่นคง, สบาย
ขาว	บริสุทธิ์, สดใน, ใหม่, สะอาด
แดงขาว	มั่นคง, สมบูรณ์
ม่วง	เศร้า, ลึกลับ
แดงแก่, ส้ม	ตื่นเต้น
น้ำเงิน, น้ำเงินม่วง	สงบเงียบ, ขรึม, เย็น
เหลือง, เขียว, เหลืองทอง	สดชื่น, ร่าเริง
ดำ	ลึกลับ, มืดทุกข์โศก, บาป, หนัก

ตารางที่ 8.1 ตารางตัวอย่างสีที่ทำให้เกิดความรู้สึกต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

ขนาด	สีอ่อน (LIGHT VALUE)	ผลิตภัณฑ์จะดูใหญ่ขึ้น
	สีเข้ม (DARK VALUE)	ผลิตภัณฑ์จะดูเล็กลง
น้ำหนัก	สีอ่อน ในสีโทนร้อน	ผลิตภัณฑ์จะดูเบาลง
	สีเข้มในสีโทนเย็น	ผลิตภัณฑ์จะดูหนักขึ้น
ความแข็งแรง	สีอ่อน (LIGHT VALUE)	ผลิตภัณฑ์จะดูแข็งแรง
	สีเข้ม (DARK VALUE)	ผลิตภัณฑ์จะดูไม่แข็งแรง
อุณหภูมิ	สีโทนร้อน	ทำให้เกิดความรู้สึกสดชื่น อบอุ่น
	สีโทนเย็น	ทำให้เกิดความรู้สึกเยือกเย็น
ความสะอาด	สีอ่อน (LIGHT VALUE)	ผลิตภัณฑ์จะดูสะอาด ถูกสุขลักษณะ
	สีขาว	ผลิตภัณฑ์จะดูสะอาดที่สุด
ความภูมิฐาน	สีเทา	ผลิตภัณฑ์จะดูภูมิฐานมากที่สุด

ตารางที่ 8.2 ตารางแสดงอิทธิพลของสี

สภาพการเห็นสี แสง และจิตวิทยาของสี

ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับตา

แสงกับตามีความสัมพันธ์กัน ถ้าขาดแสงเราก็มองไม่เห็นวัตถุ ดวงตามนุษย์มีความไวต่อคลื่นแสงในความถี่ต่างๆ กัน ตาไวสูงสุดต่อคลื่นแสงขนาดคลื่นประมาณ 5500 อังสตรอมยูนิต ซึ่งได้แก่สีเหลือง

การที่เราสามารถมองเห็นวัตถุได้เกิดจากแสงพุ่งไปกระทบวัตถุ แล้วสะท้อนสู่ตาเรา ส่วนการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากวัตถุอันนั้นมีคุณสมบัติดูดซึมขอแสงหรือสะท้อนสีของแสงในช่วงคลื่นต่างๆ กัน ช่วงคลื่นหนึ่งวัตถุอาจดูดซึมได้จึงไม่มีการสะท้อนกลับเราจึงมองไม่เห็นคลื่นสีนั้น เราจะเห็นเฉพาะคลื่นสีที่วัตถุนั้นไม่สามารถดูดซึมได้ สะท้อนกลับมา ถ้าวัตถุนั้นมองเห็นเป็นสีดำมืด หรือที่เรียกว่า "สีดำ" ซึ่งความจริง สีดำคือ สีที่ไม่มีคลื่นสะท้อนแสงกลับให้เห็นนั่นเอง เทคนิคการใช้สีอาจแบ่งเป็นข้อใหญ่ๆ ได้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **สีกับรูปร่าง** (COLOR AND FORM)

หากรูปร่างของวัสดุที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม เช่น กล่องสี่เหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรง ดูเป็นกล่องทึบหนัก และแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีที่มืดๆ เช่น เทาแก่ น้ำเงิน หรือดำ หากเป็นวัตถุไม่มีเหลี่ยม เช่น ลูกบิลเลียดกลม ถ้าต้องการให้ดูหนักแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีดำ สีน้ำตาลแก่ หรือน้ำเงินบรอน

2. **สีกับพื้นผิว** (COLOR AND TEXTURE)

บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัสดุ ก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น วัสดุกลมเกลี้ยง เหมือนลูกบิลเลียดกับวัสดุกลม ผิวขรุขระเหมือนผิวมะกรูด ถ้าทาสีดำ ก็จะให้ความรู้สึกต่างกัน ลูกบิลเลียดจะดูน่าจับต้องมากกว่า

3. **สีของเนื้อวัสดุเอง** (COLOR AND MATERIAL)

โลหะแต่ละชนิดมีในตัวของมันเองไม่เหมือนกัน เช่น

โครเมียม จะมีสี ขาวอมฟ้า

นิเกิล จะมีสี ขาวออกเหลืองอ่อน

อลูมิเนียม จะมีสี ขาวอมฟ้าอมเทาหน่อยๆ

การปรากฏของสีของเนื้อวัสดุเอง ก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ ถึงตัววัสดุนั้น หากเราผสมสีให้เหมือนกันของสีอลูมิเนียมแล้วนำไปทากล่องกระดาษ ก็สามารถเบนความรู้สึกเชื่อถือ ให้เห็นว่ากล่องนั้นเป็นกล่องโลหะอลูมิเนียม

วิเคราะห์การเลือกใช้สี และกราฟฟิกของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

สีที่ใช้ในการออกแบบรถนั่งคนพิการนั้น จะต้องพิจารณาจากเงื่อนไขต่อไปนี้

1. เงื่อนไขทางสภาพผู้ใช้งาน
   - สีที่ใช้ต้องดูมีความเรียบง่ายเป็นกันเอง เพื่อทำให้รู้สึกอยากใช้งาน
2. เงื่อนไขทางพฤติกรรมการใช้งาน
   - ต้องเป็นสีที่ดูทันสมัยอยู่เสมอ
   - ต้องเป็นสีที่ดูแล้วไม่สกปรกง่ายจนเกินไป
3. **เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม**
   - **ต้องเข้ากับสภาพรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่ได้ดี**
4. ทางด้านการผลิต
   - ควรเป็นสีที่ง่ายต่อการผลิตภายในประเทศ

สรุป สีที่นำมาใช้ควรใช้สีเพื่อสื่อถึงความสำคัญตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 9.1 แสดงการสรุปผลการสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

	ส่วนที่นั่งบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	ระบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	กลไกในการยกตัวขึ้น - ลง
เกี่ยวกับตัวผู้บริโภค			
- ผู้บริโภคเป็นผู้พิการและผู้ป่วย ซึ่งเป็นคนไทย	- ออกแบบรถนั่งคนพิการไฟฟ้าให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของมิติคนไทย		
- รถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบเดิมมีส่วนเก็บอุปกรณ์ที่ยังใช้งานไม่สะดวกอยู่	- ออกแบบให้มีส่วนเก็บอุปกรณ์และของใช้ที่สามารถใช้งานได้สะดวก		
เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิม			
- วิธีการขึ้นลงของผู้บริโภคยังคงลำบากอยู่			- ออกแบบให้กลไกสามารถปรับระดับความสูงต่ำ ขึ้นและลงได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ด้วยตัวผู้บริโภคเอง
- การใช้งานของปุ่มควบคุมและคันบังคับไม่เหมาะสม	- ออกแบบปุ่มควบคุมโดยอาศัยการศึกษาจากพฤติกรรมการใช้งานและความถี่ในการใช้งานในแต่ละปุ่ม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รถนั่งคนพิการไฟฟ้าแบบเดิมยังไม่สามารถรองรับพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภคได้ครอบคลุม แต่กลับมีราคาแพง		- ออกแบบให้รถนั่งมีประสิทธิภาพที่มากขึ้นโดย ใช้วัสดุที่หาได้ภายในประเทศ โดยมีราคาที่พอแข่งขันได้ในตลาด	
ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม			
- เนื่องจากรถนั่งคนพิการไฟฟ้าเป็นรถที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งมีสภาพอากาศที่แตกต่างกับประเทศไทย	- ออกแบบส่วนที่นั่งให้สามารถระบายอากาศได้สะดวกขึ้น		
- ลักษณะของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้งานในชีวิตประจำวัน			- ระยะการปรับระดับความสูงขึ้น ~ 36 เซนติเมตร - ระยะการปรับความสูงลง ~ 9.5เซนติเมตร
- ลักษณะของที่ผู้บริโภคนำพาไปบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า	- ออกแบบส่วนนำพาสิ่งของมีขนาดประมาณ 8.6 * 27 * 17 ซม.		
	- ออกแบบส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้ามีขนาดประมาณ 23*29.6*2.5 ซม.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์			
- ขนาดสัดส่วนของคนไทย	1. ความกว้างของที่นั่ง 49.5 ซม. 2. ความลึกของที่นั่ง 50.0 ซม 3. ความสูงของพนักพิง 37.5 ซม 4. ความกว้างของพนักพิง ≈45.0 ซม. 5. ความเอียงของพนักพิง ≈ 50.0 ซม. 6. ความสูงของที่เท้าแขน 95 – 100 องศา 7. ความกว้างของที่เท้าแขน 22.4 –41.5 ซม. 8. ความยาวที่เท้าแขน ≈ 57.2 ซม. 9. ตำแหน่งมือจับ 29.3 ซม. 10. เส้นผ่าศูนย์กลาง มือจับ (HANDLE) ≈ 77.0 ซม. 11. ระยะความกว้างระหว่างมือจับ (HANDLE) ∅ 3.8 ซม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	12. ความสูงของส่วนพักเท้า ≈10 – 15 ซม. 13. ความเอียงของส่วนพักเท้า 30 องศา 14. ความยาวของส่วนพักเท้า 38.15 – 47.5 ซม. 15. ความกว้างของส่วนพักเท้า ≈ 50.0 ซม.		
ข้อมูลทางด้านโครงสร้างและระบบ			
- โครงสร้างหลัก		- โครงสร้างรถนั่งคนพิการไฟฟ้าเป็นโครงสร้างเหล็กเชื่อมเพื่อความปลอดภัย	
- ระบบกลไกที่นำมาพิจารณา			- ใช้ระบบแมคคานิคไฟฟ้า
- ระบบล้อในการเคลื่อนที่		- ใช้การวางล้อแบบสี่เหลี่ยม(สี่ล้อ) ใช้การขับเคลื่อนด้วยระบบขับเคลื่อนล้อหลัง	
- ระบบมอเตอร์		- มอเตอร์กระแสตรงขนาด 400 วัตร์ 12 โวลต์	
- ระบบส่งกำลัง		- ระบบเฟืองทด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

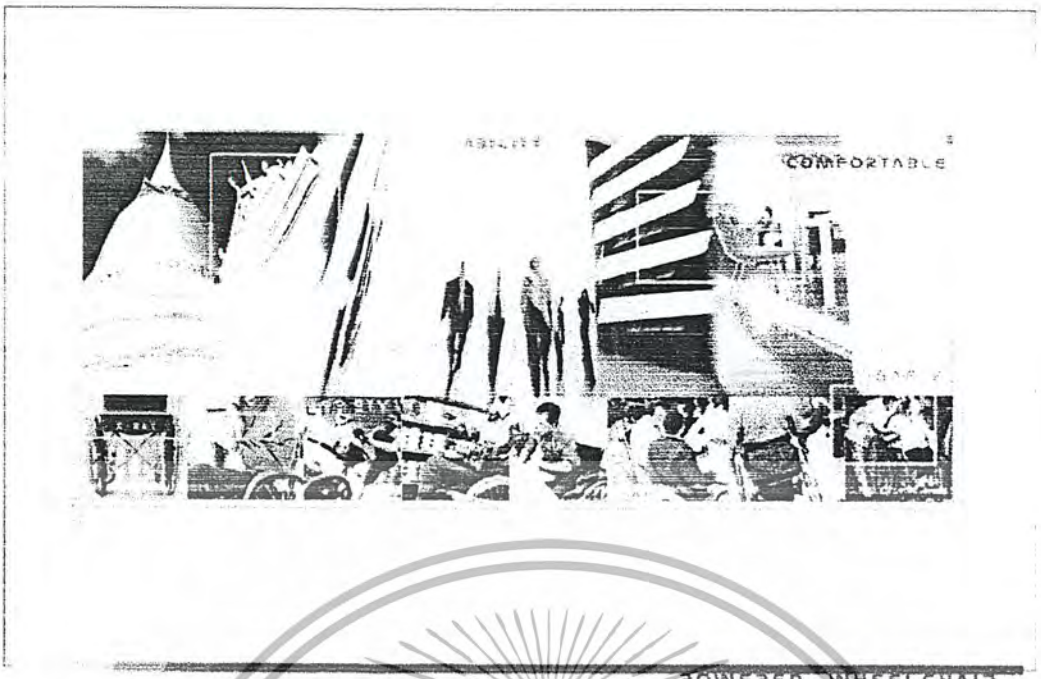
- ระบบเบรค และห้ามล้อ		- ใช้ระบบเบรคแบบแม่เหล็กไฟฟ้า และระบบห้ามล้อแบบใช้การหนีบที่ยางล้อ	
- ลักษณะล้อ		- ล้อแคสเตอร์เป็นล้อยางอัดลม ขนาด 6 นิ้ว - ล้อขับเคลื่อนเป็นล้อยางอัดลม ขนาด 17 นิ้ว	
- ระบบบังคับทิศทาง	- เลือกใช้กล่องควบคุมรุ่น DI 5.1		
- ระบบกันสะเทือน		- ใช้ระบบโช้กอับสปริง	
ข้อมูลทางด้านวัสดุ			
- วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก		- เหล็กท่อกลวง	
- วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างที่นั่ง		- ไฟเบอร์กลาส	
- วัสดุที่ใช้ทำส่วนสัมผัสร่างกาย		- ฟองยาง หุ้มด้วย pvc Leather	
- วัสดุที่ใช้ทำส่วนโครงสร้างภายนอก		- พลาสติก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

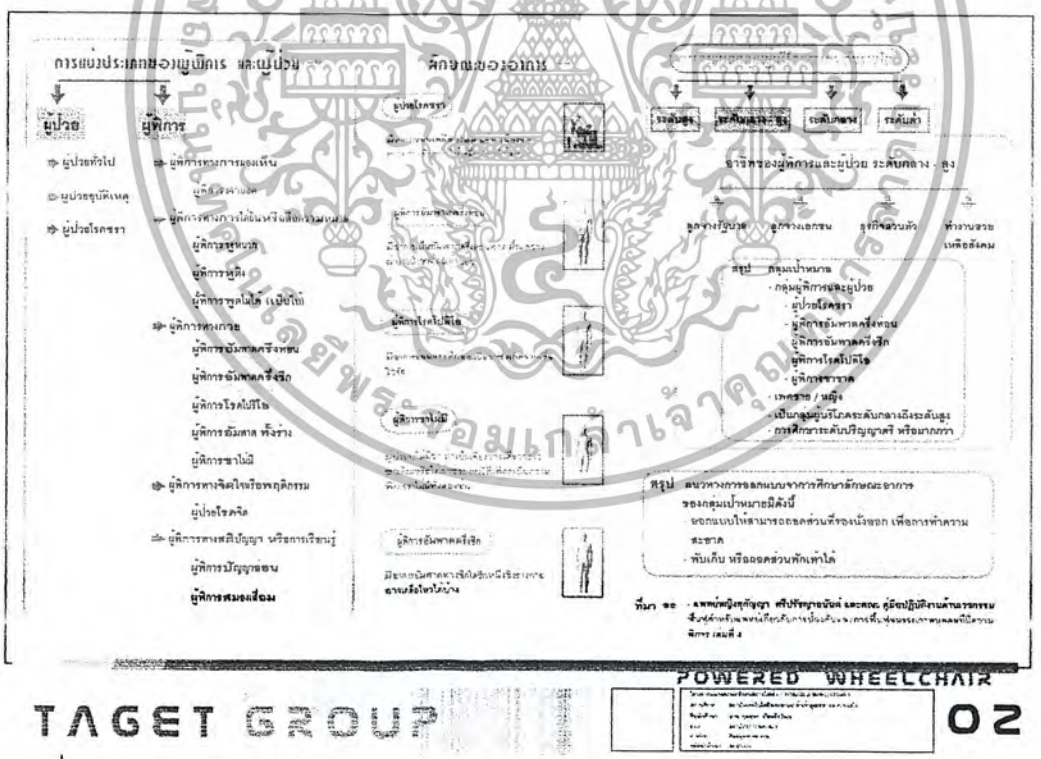
บทที่ 3

การพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

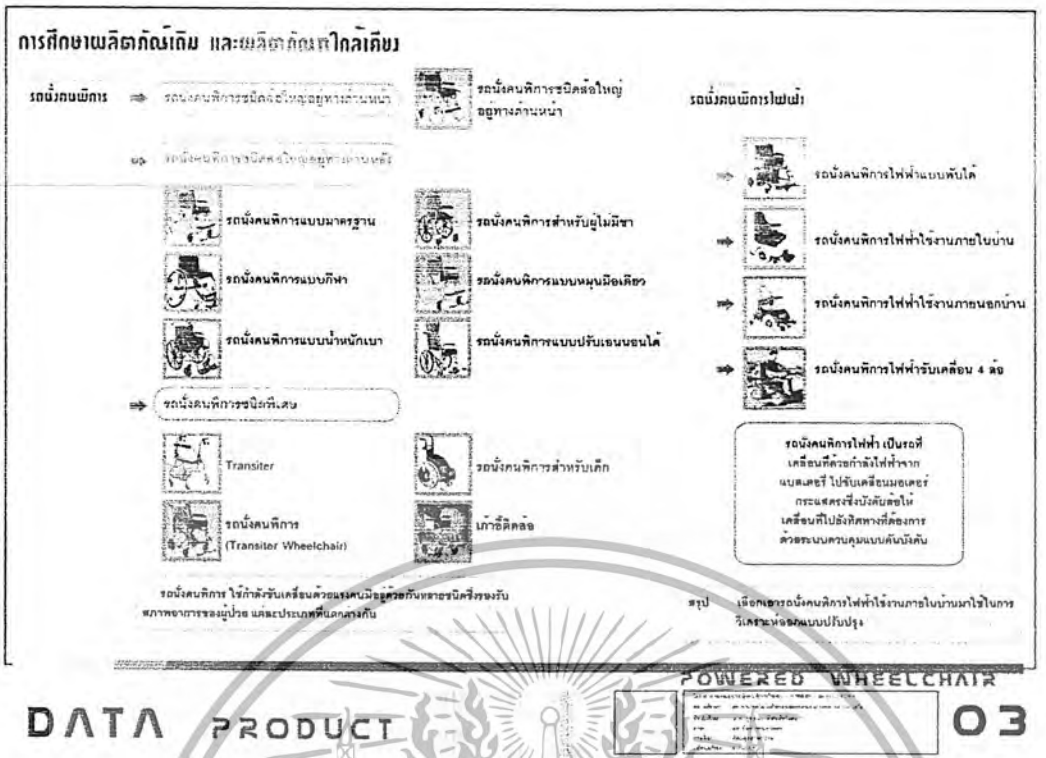


ภาพที่ A – 1 แสดง IMAGE MAP

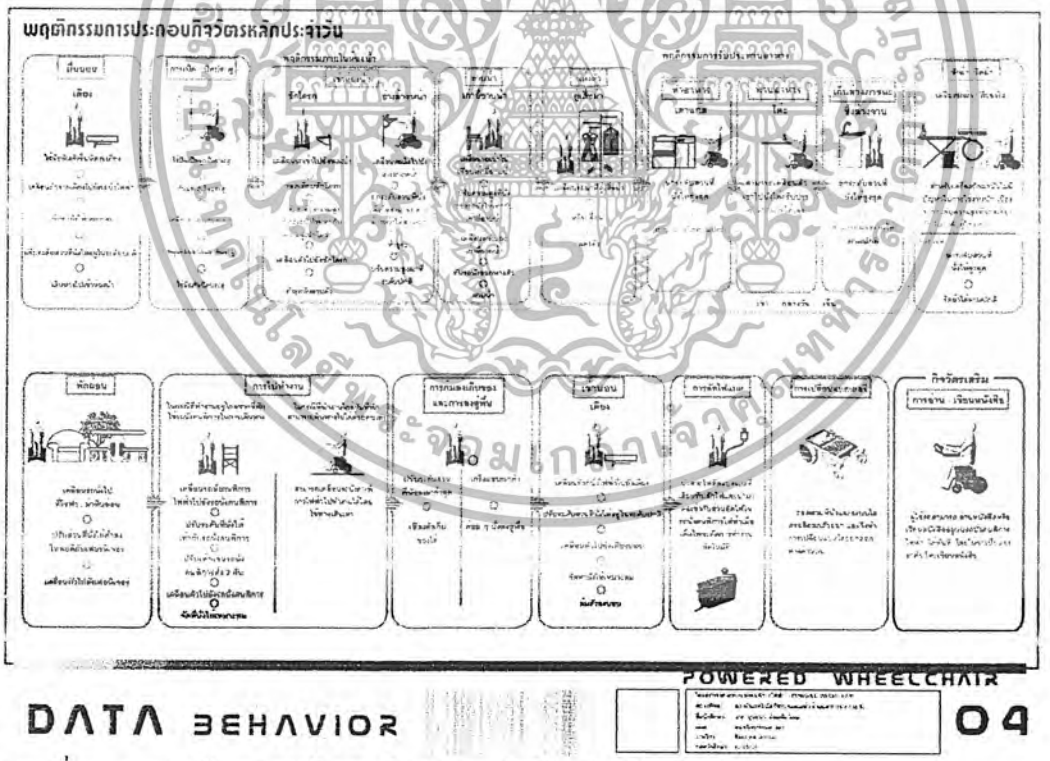


ภาพที่ A – 2 แสดงกลุ่มผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

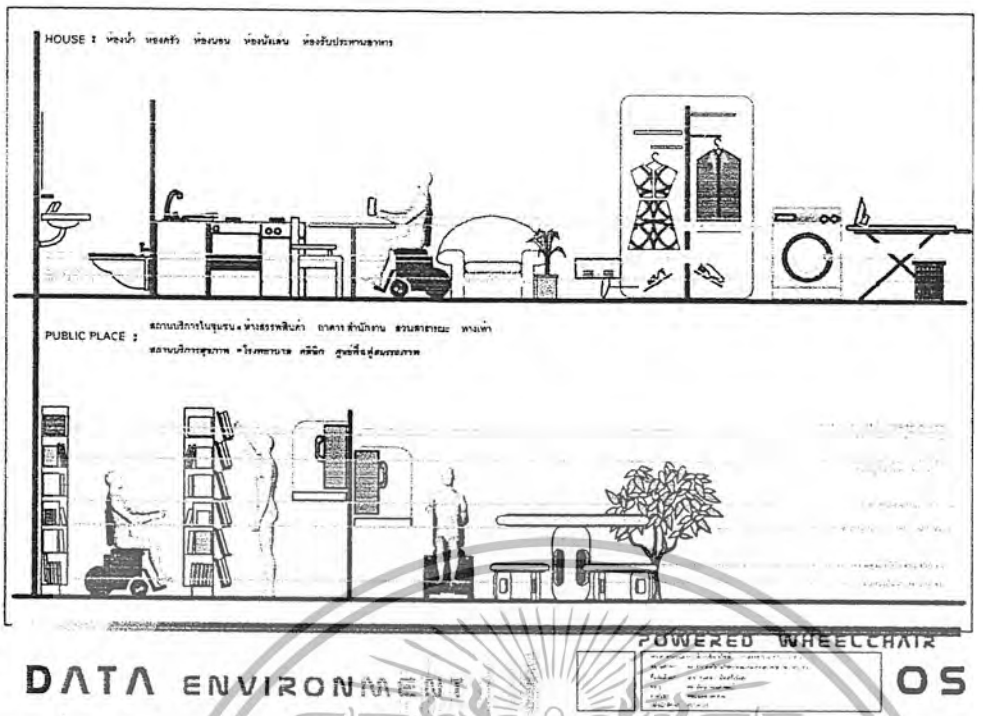


ภาพที่ A – 3 ภาพแสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง



ภาพที่ A - 4 แสดงข้อมูลทางด้านพฤติกรรมของผู้บริโภคในชีวิตประจำวัน

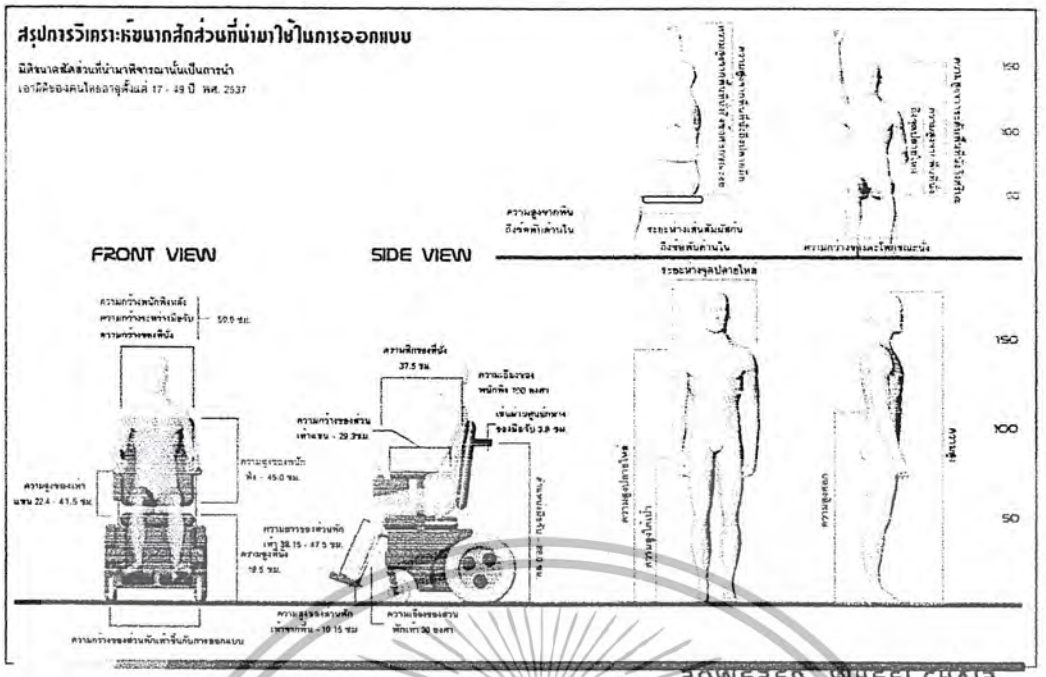
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



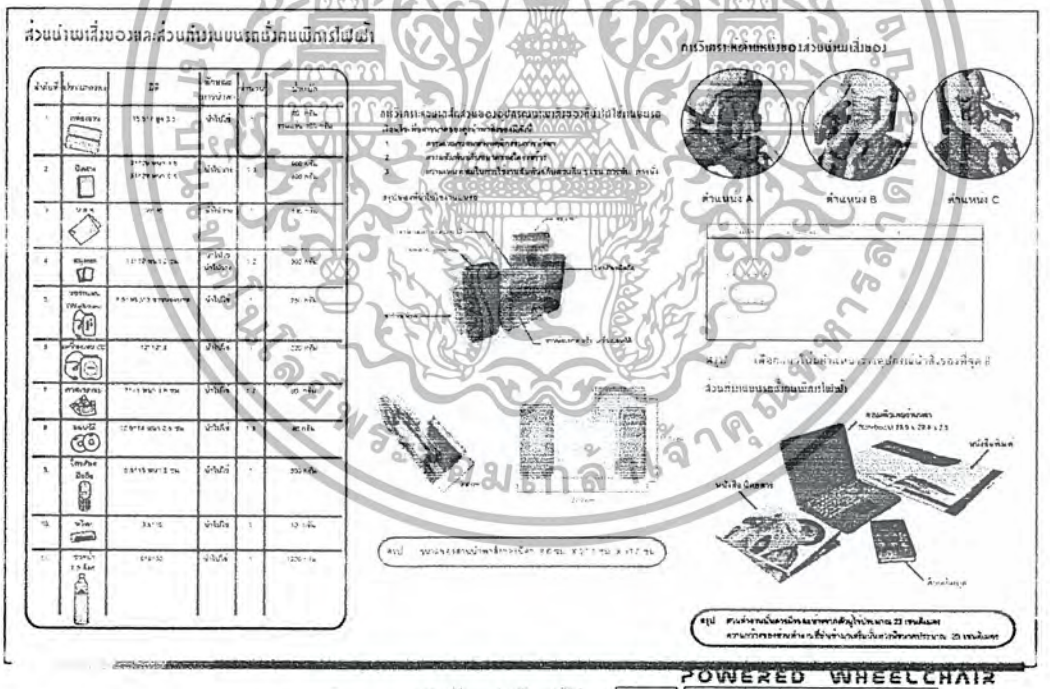
ภาพที่ A – 5 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบ

ภาพที่ A – 6 ภาพแสดงการสรุปข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

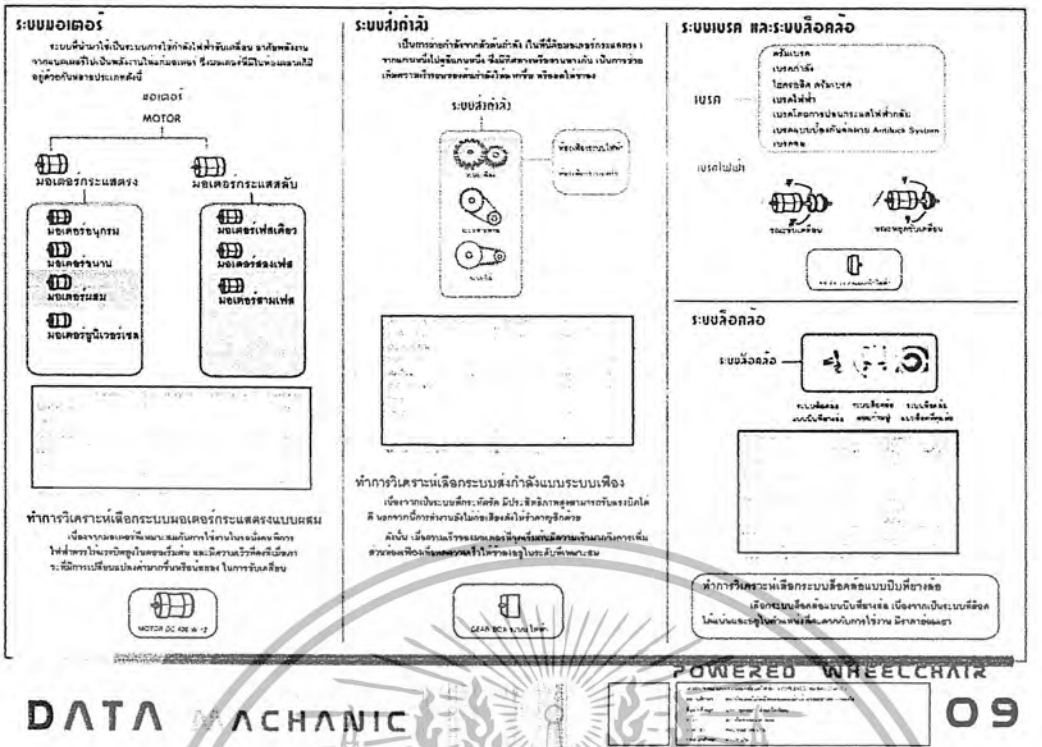


ภาพที่ A – 7 ภาพแสดงขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

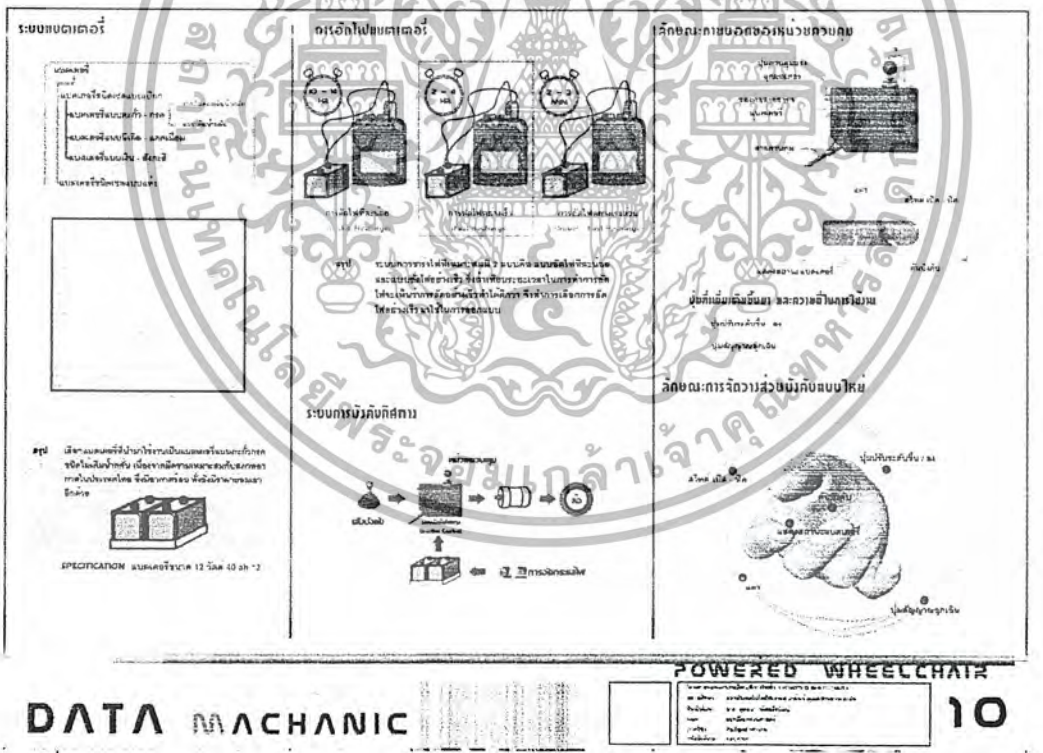


ภาพที่ A – 8 ภาพแสดงการวิเคราะห์พื้นที่ส่วนนำพาสิ่งของและส่วนทำงานบนรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

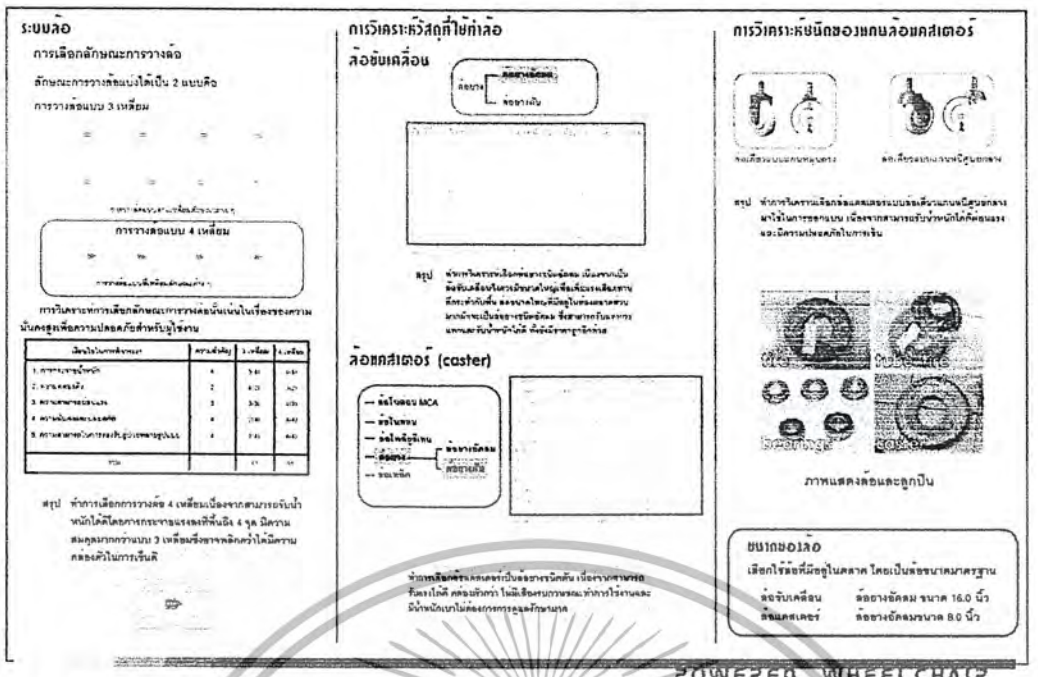


ภาพที่ A – 9 ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบ

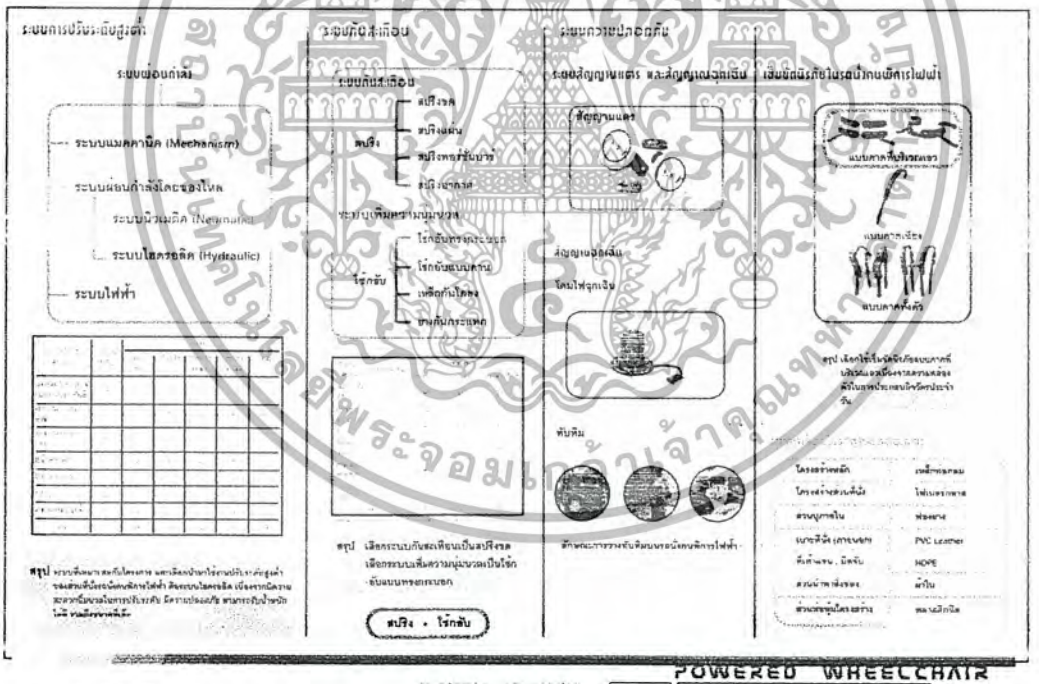


ภาพที่ A – 10 ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

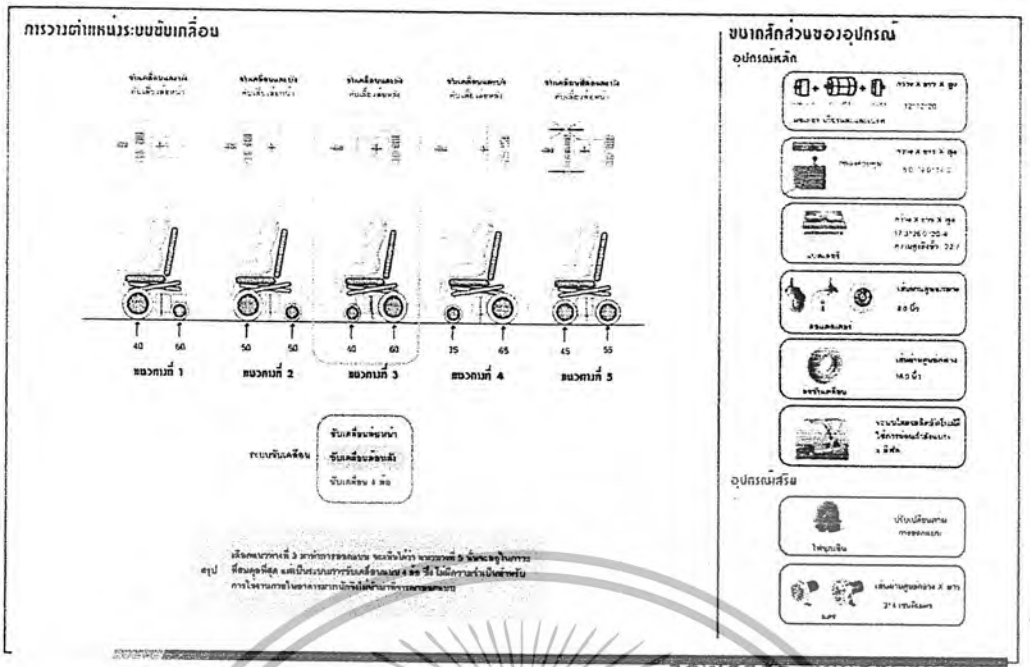


ภาพที่ A – 11 ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบล้อ

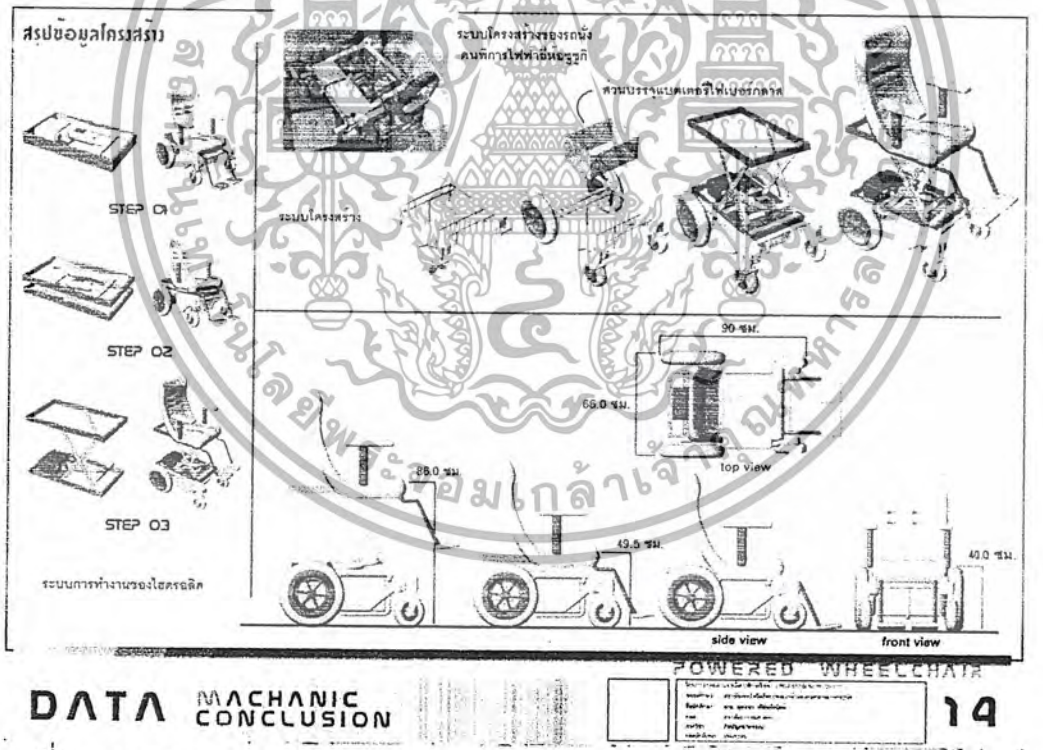


ภาพที่ A – 12 ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

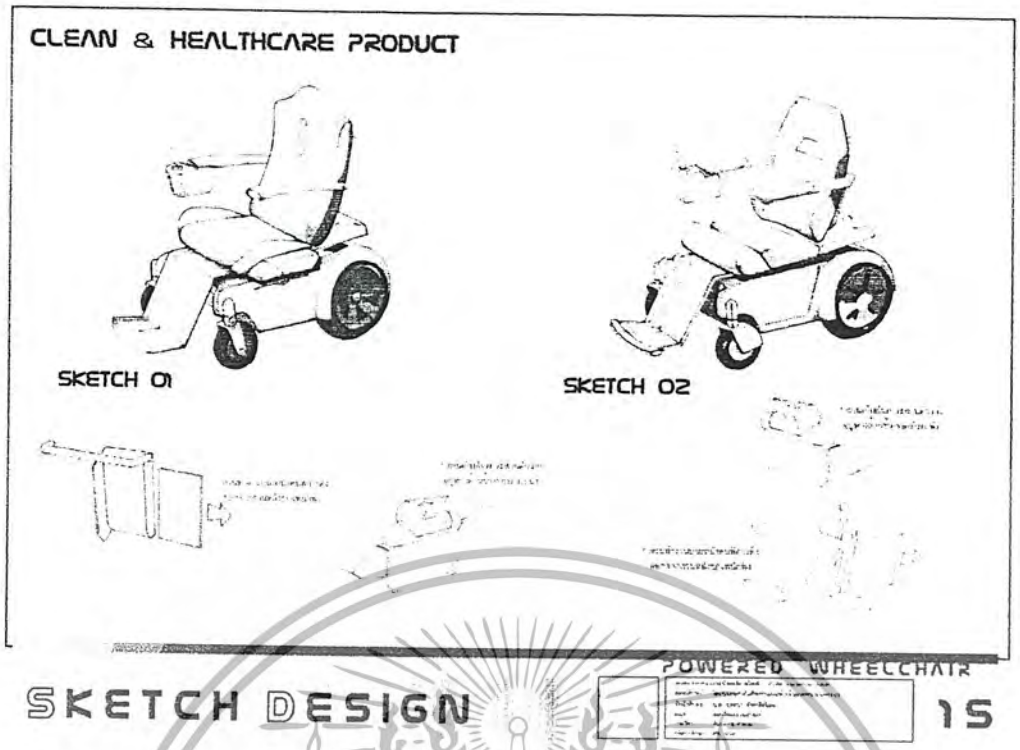


ภาพที่ A – 13 ภาพแสดงการวิเคราะห์เลือกการวาง

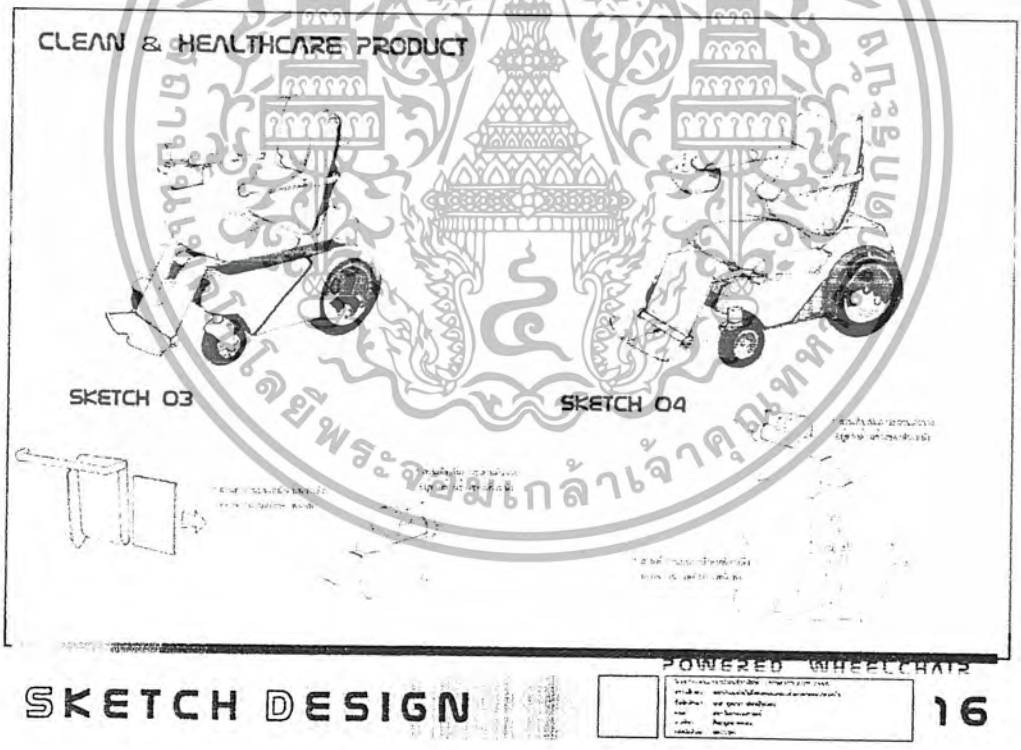


ภาพที่ A – 14 ภาพแสดงการจัดวางและระยะความสูงต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

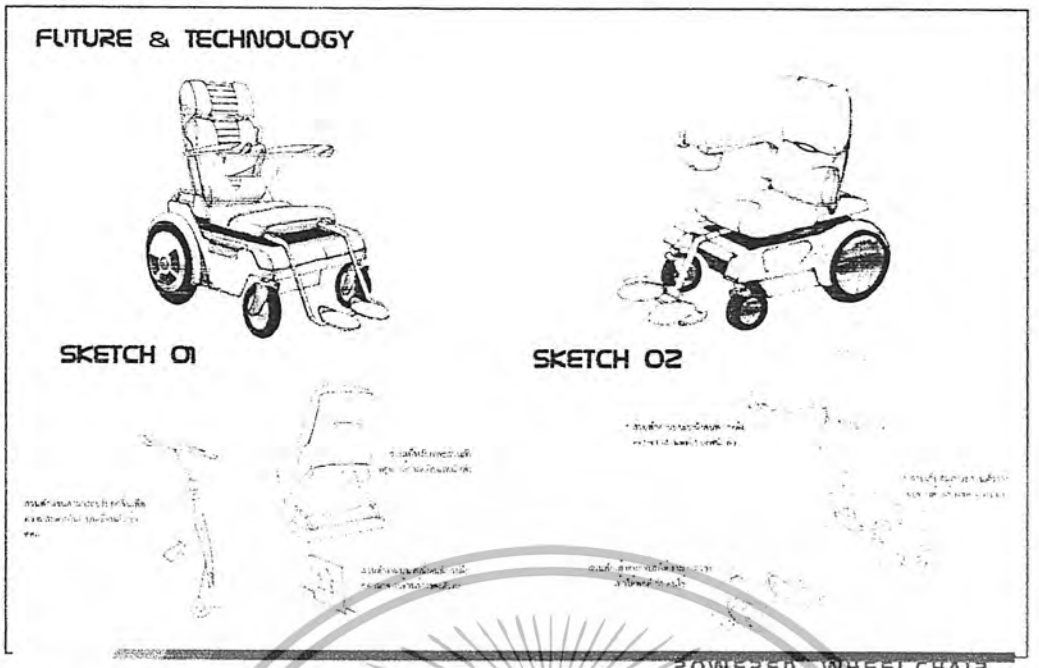


ภาพที่ A – 15 ภาพแสดงขั้นตอนการ Sketch แนวทางที่ 1

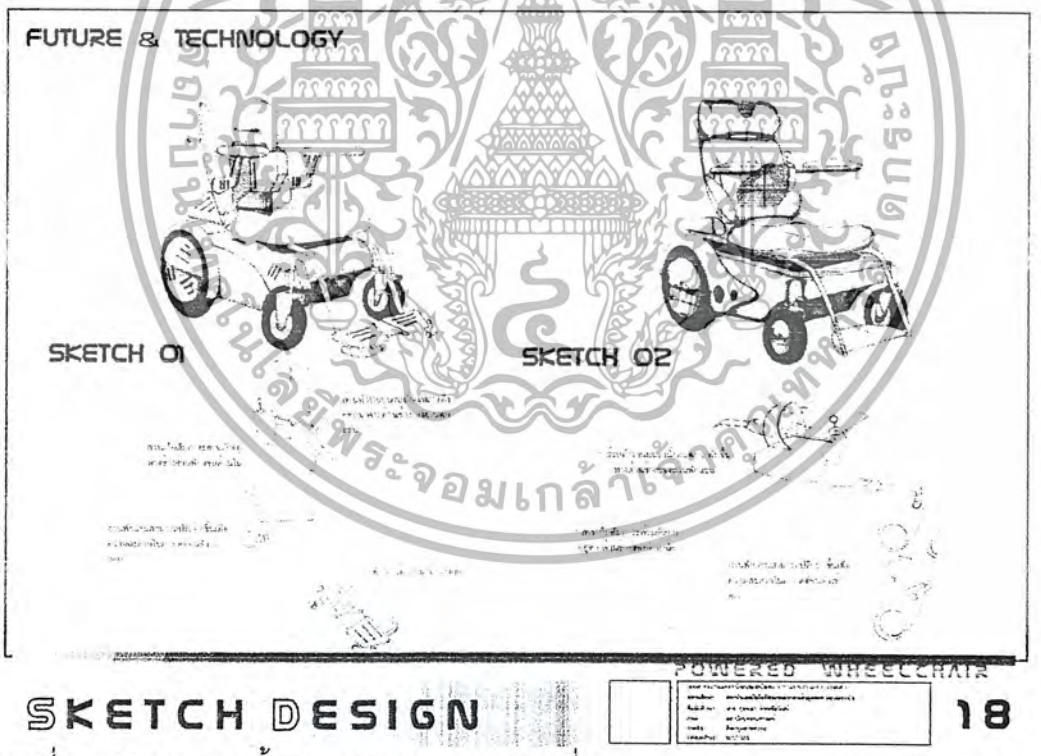


ภาพที่ A – 16 ภาพแสดงขั้นตอนการ Sketch แนวทางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

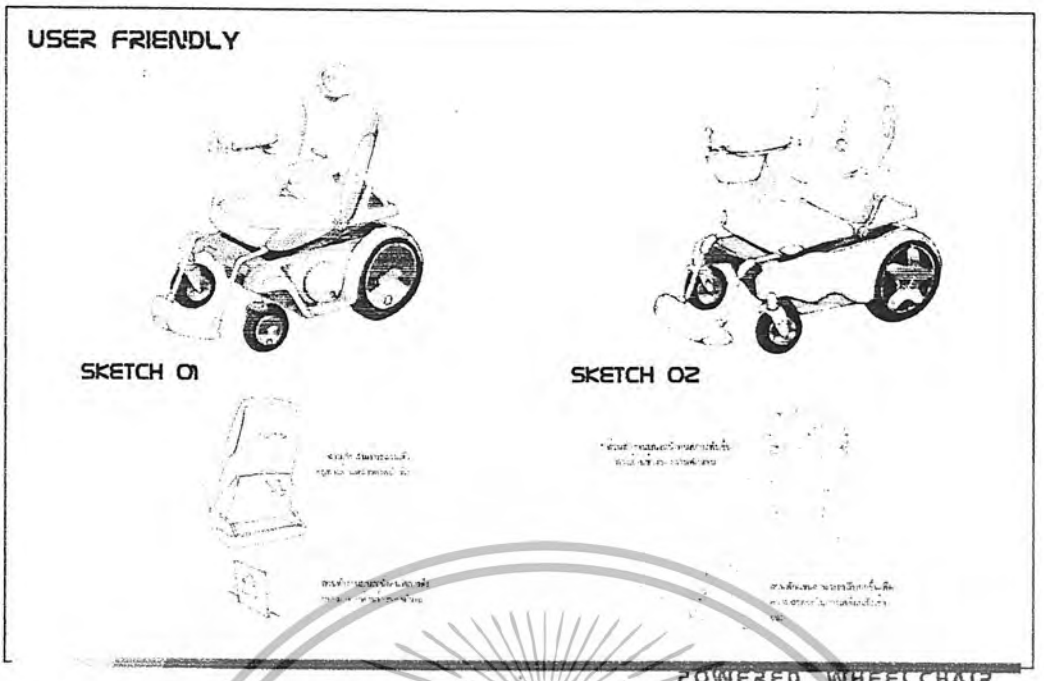


ภาพที่ A – 17 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 2

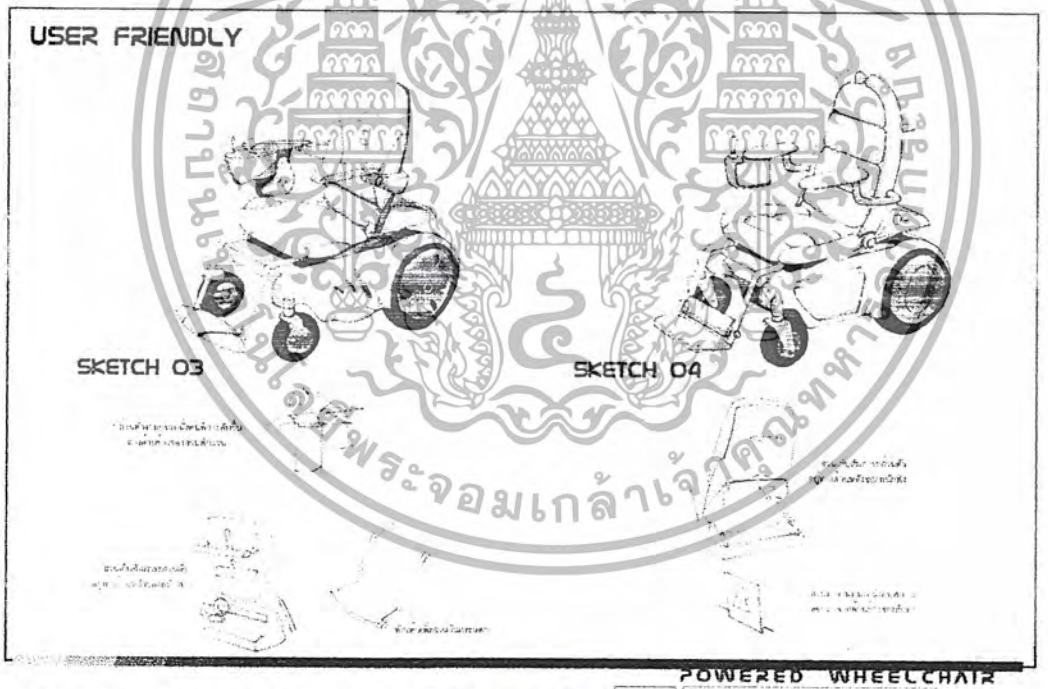


ภาพที่ A – 18 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

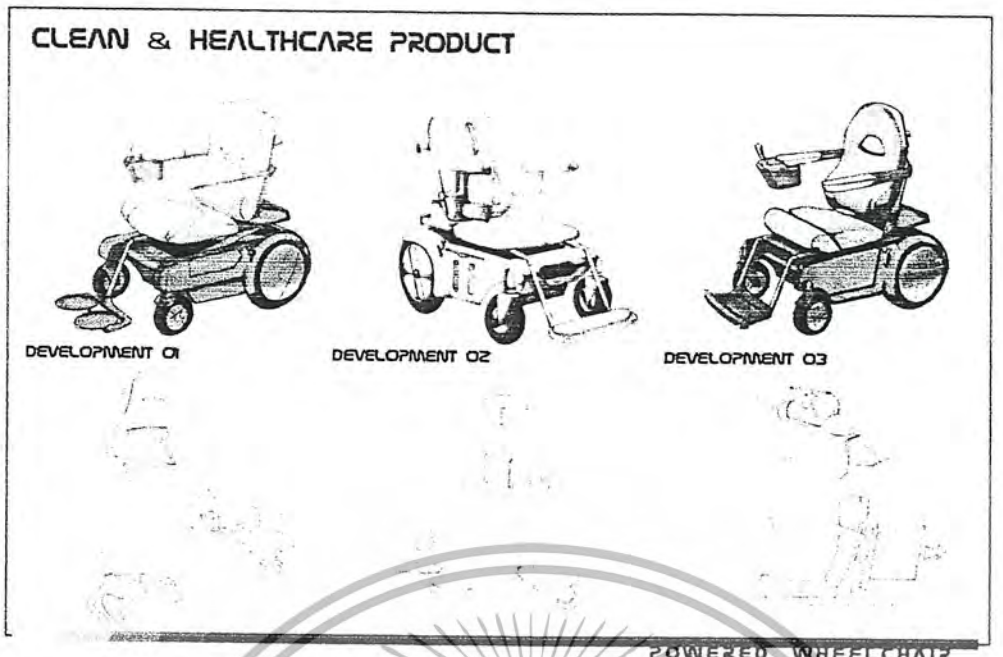


ภาพที่ A – 19 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 3

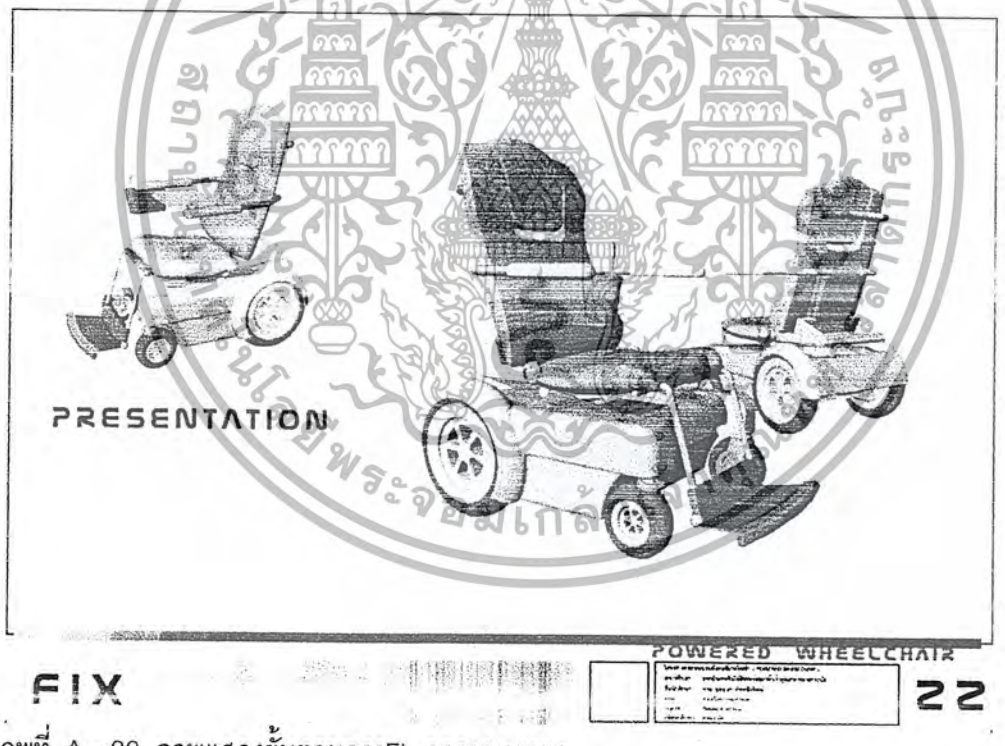


ภาพที่ A – 20 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

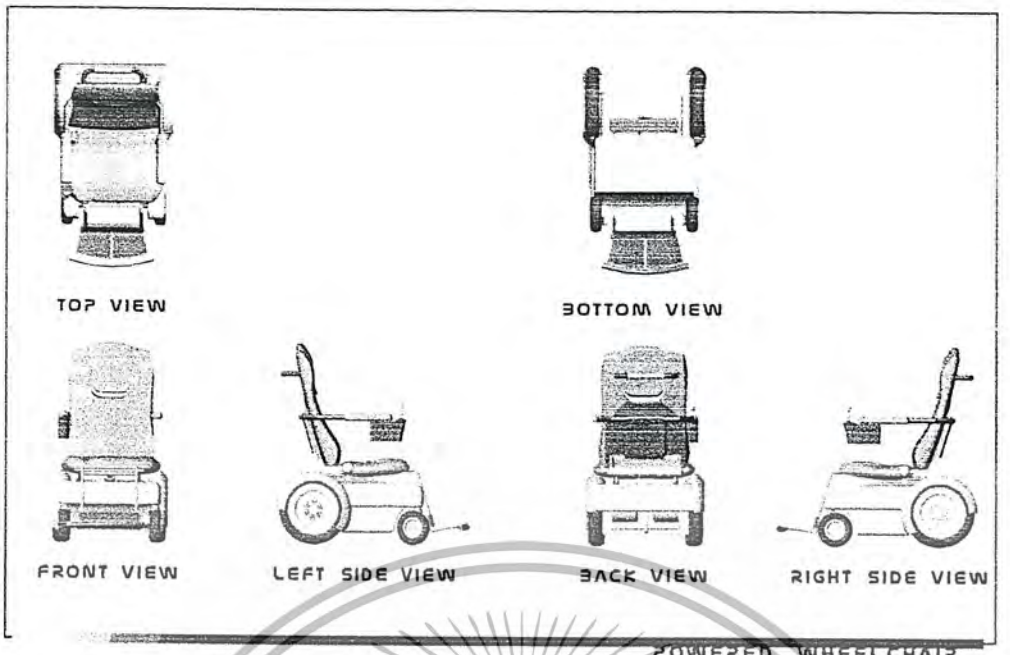


ภาพที่ A – 21 ภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบ

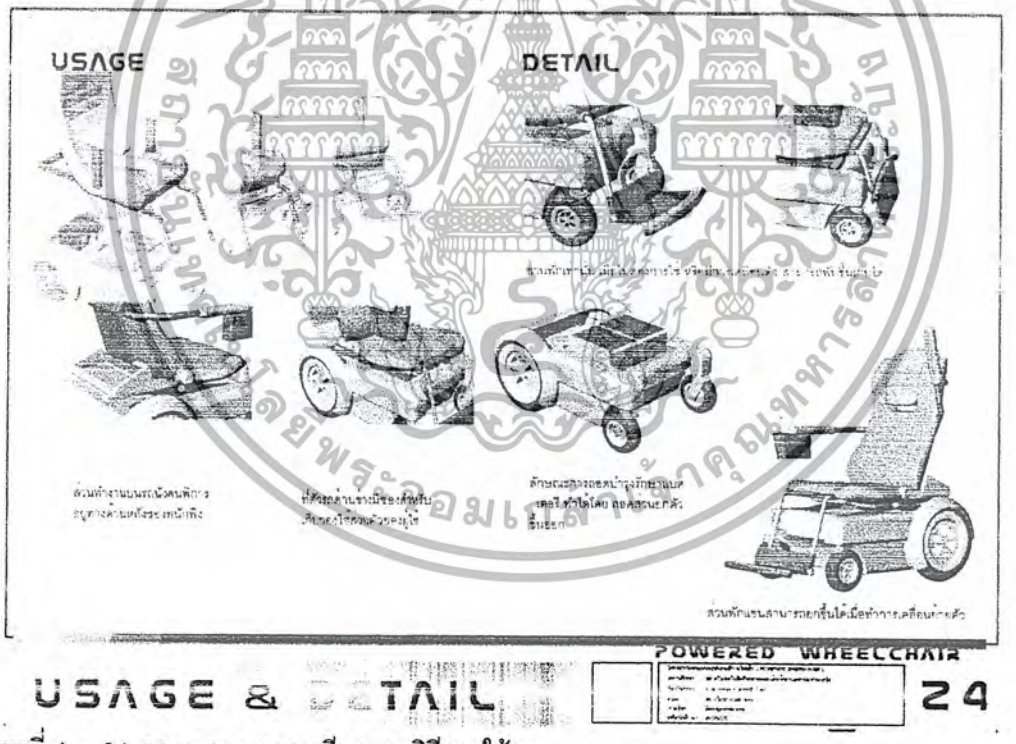


ภาพที่ A – 22 ภาพแสดงขั้นตอนการFix การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

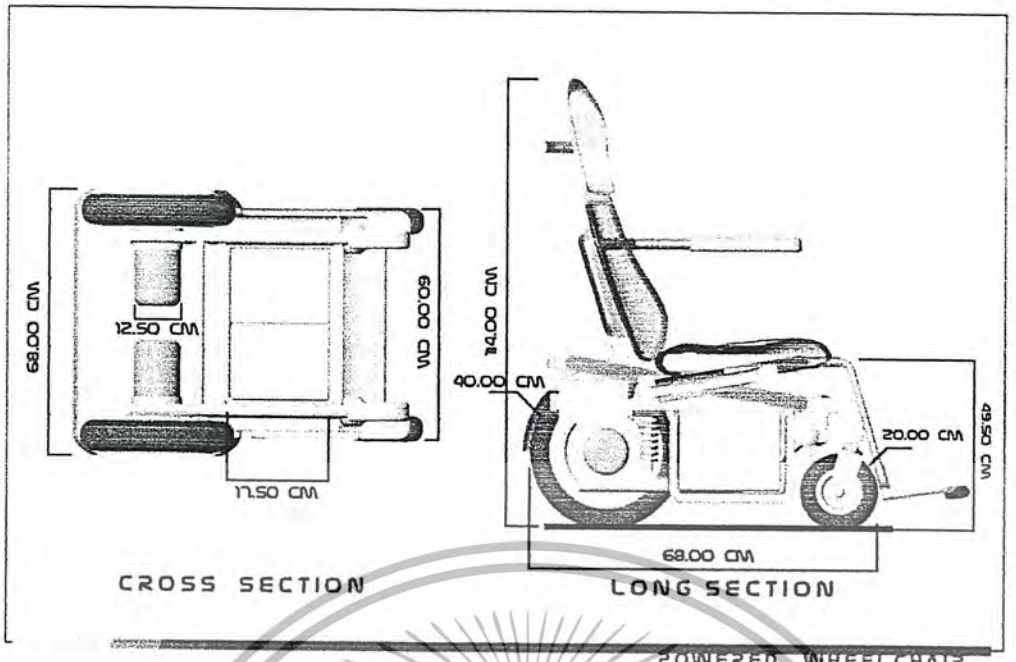


ภาพที่ A – 23 ภาพแสดงรูปด้านของผลิตภัณฑ์

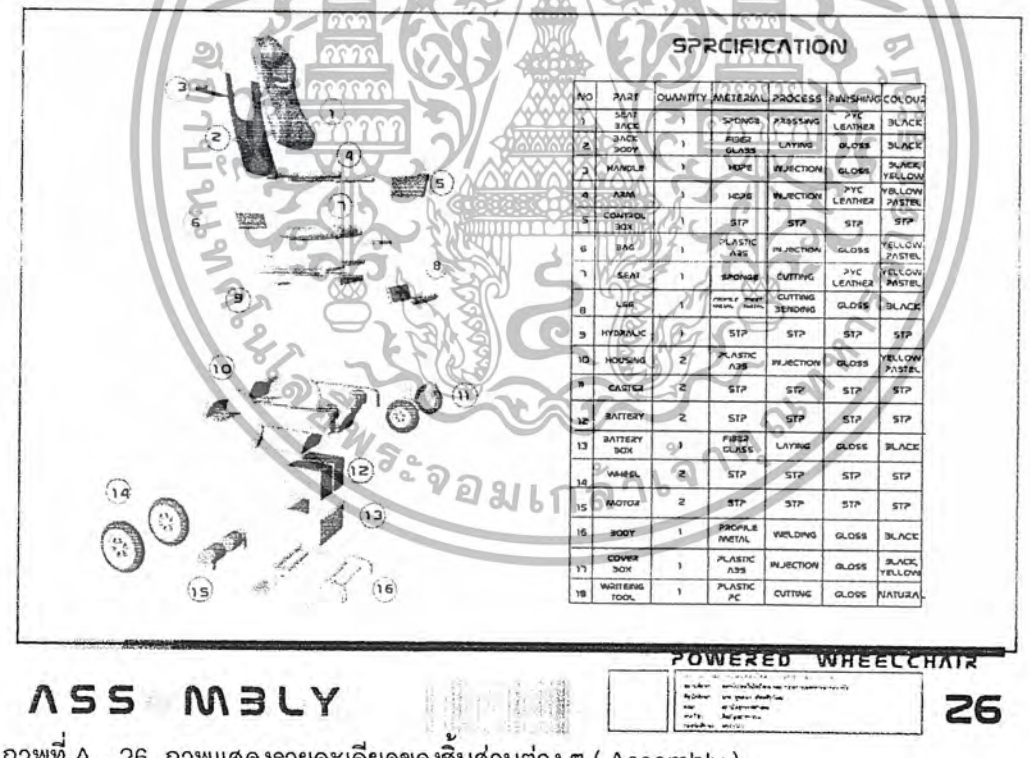


ภาพที่ A - 24 ภาพแสดงรายระเอียดและวิธีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

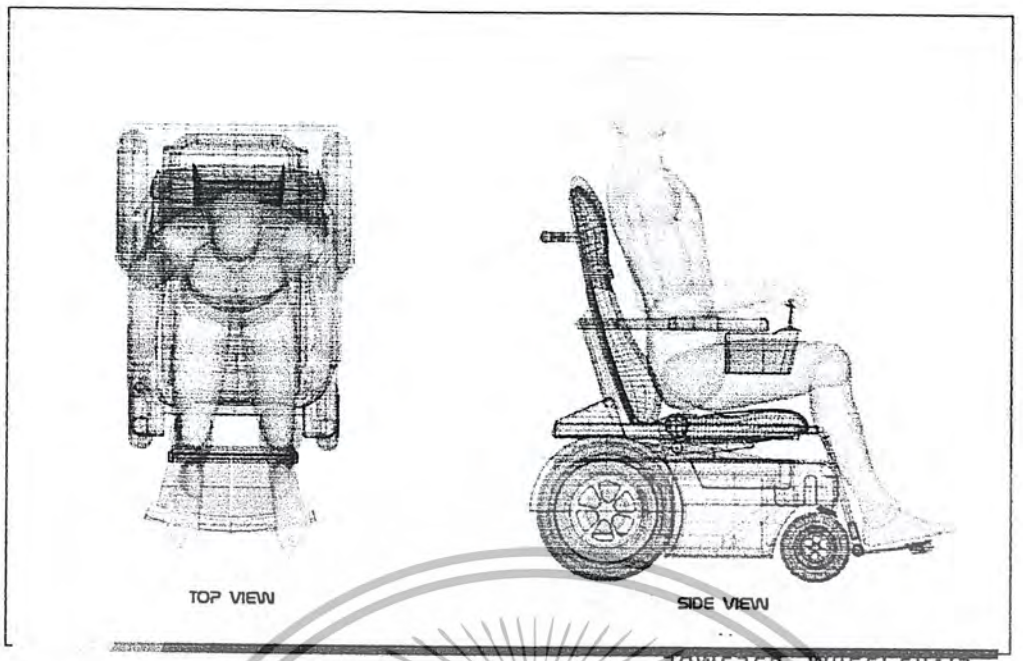


ภาพที่ A – 25 ภาพแสดงภาพตัดขวางของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ A – 26 ภาพแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนต่าง ๆ (Assembly)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

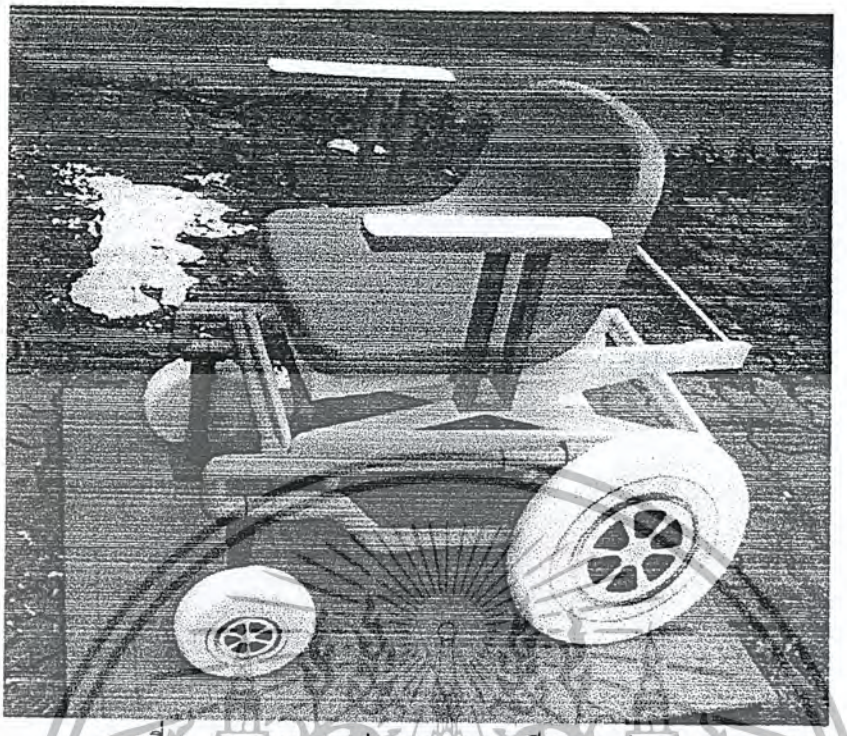


ภาพที่ A – 27 ภาพแสดงตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ บนรถนั่งคนพิการ (Layout Drawing)

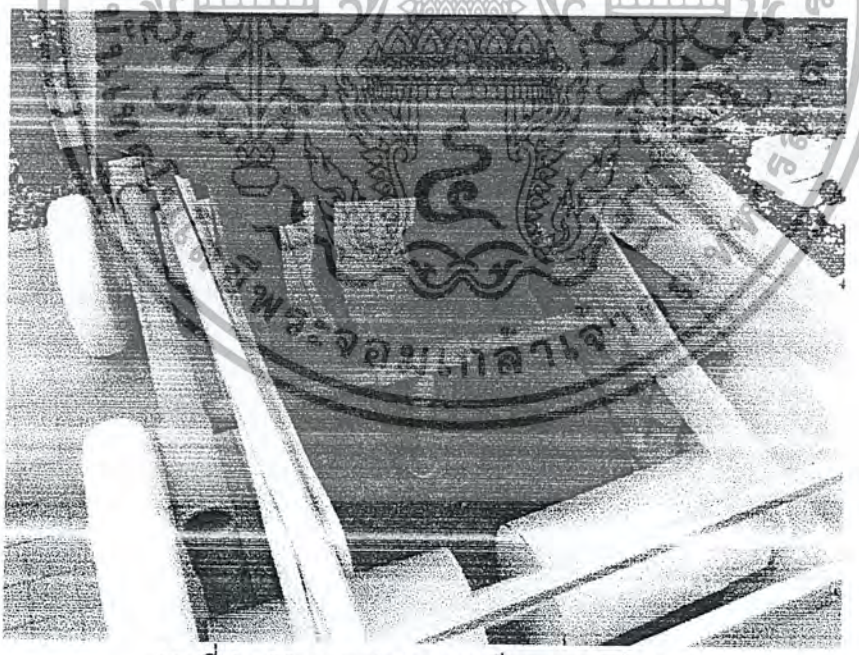
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพถ่ายหุ่นจำลอง

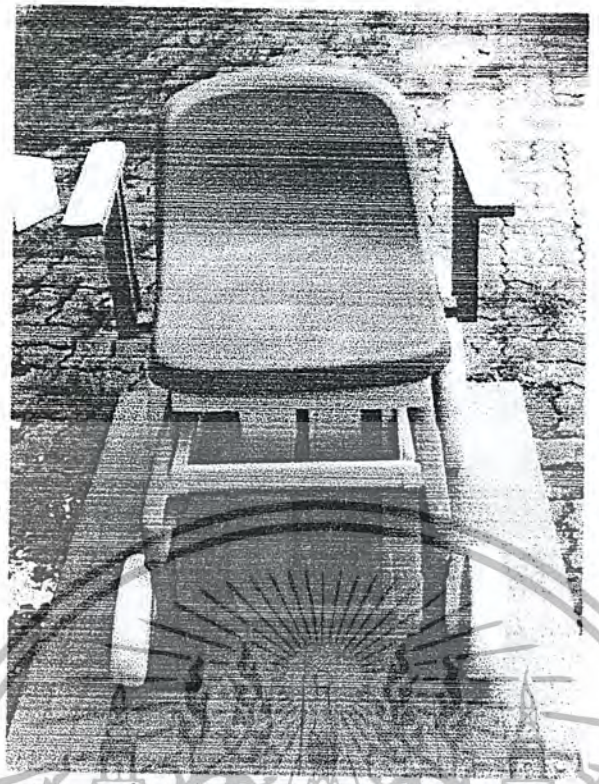


ภาพที่ A - 28 ภาพแสดงหุ่นแสดงรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ
(Detail Model)

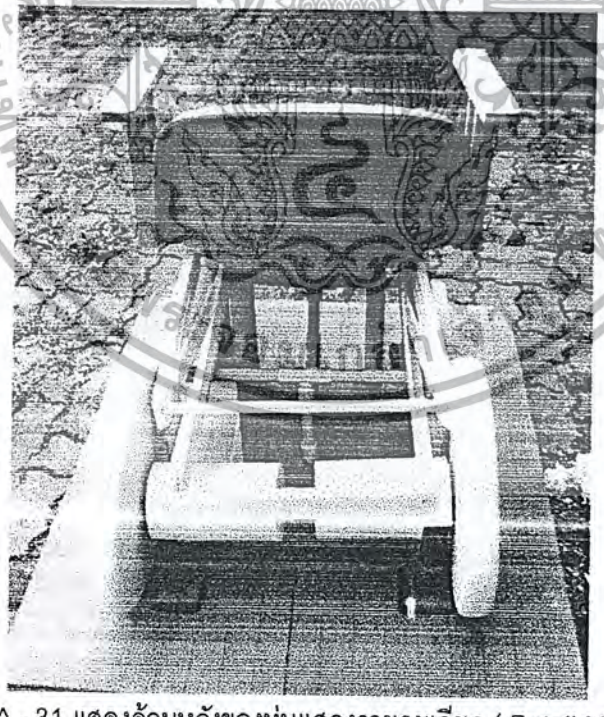


ภาพที่ A - 29 ภาพแสดงรายละเอียดของหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ A - 30 แสดงด้านหน้าของหุ่นแสดงรายละเอียด (Detail Model)



ภาพที่ A - 31 แสดงด้านหลังของหุ่นแสดงรายละเอียด (Detail Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1. ควรมีแผ่นเสนอรายละเอียดการยกระดับสูงสุด – ต่ำสุด
2. ควรมีแผ่นเสนอรายละเอียดและวิธีการใช้งานของส่วนเก็บสัมภาระ
3. ลักษณะของส่วนเก็บสัมภาระน่าจะเป็นช่องเปิด เพื่อสะดวกในการใช้งาน
4. การออกแบบตัวรถดูหนาเทาะทะ
5. ควรแสดงรายละเอียด ตำแหน่งของระบบไฟ ไฟฉุกเฉิน และแตร
6. ควรมีแผ่นเสนอรายละเอียดการออกแบบกล่องควบคุม
7. ส่วนพักเท้าควรสามารถปรับให้สั้นและยาวได้ เนื่องจากขาของผู้ใช้มีความยาวไม่เท่ากัน
8. ควรมีแผ่นเสนอรายละเอียดและตำแหน่งของเครื่องแปลงกระแสไฟ
9. ควรมีแผ่นเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับ สี กราฟฟิก
10. ลักษณะของส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการควรเป็นระบบที่ใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว

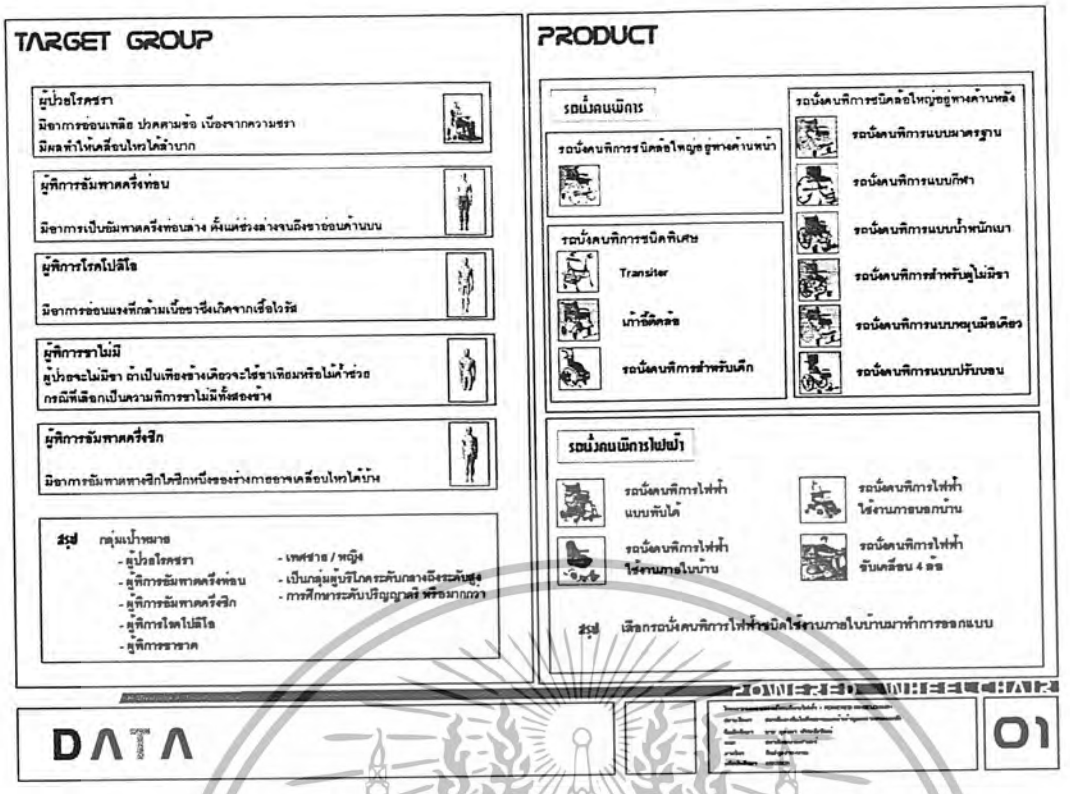
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

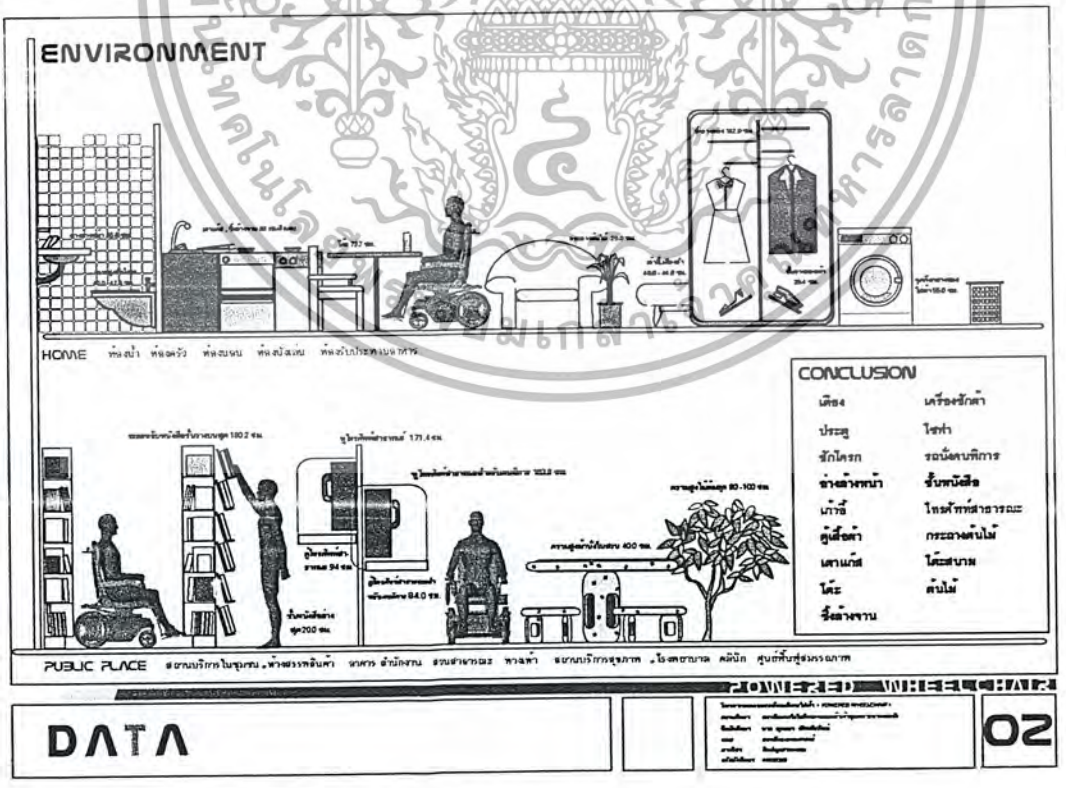
บทที่ 4

การเสนอผลงานการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

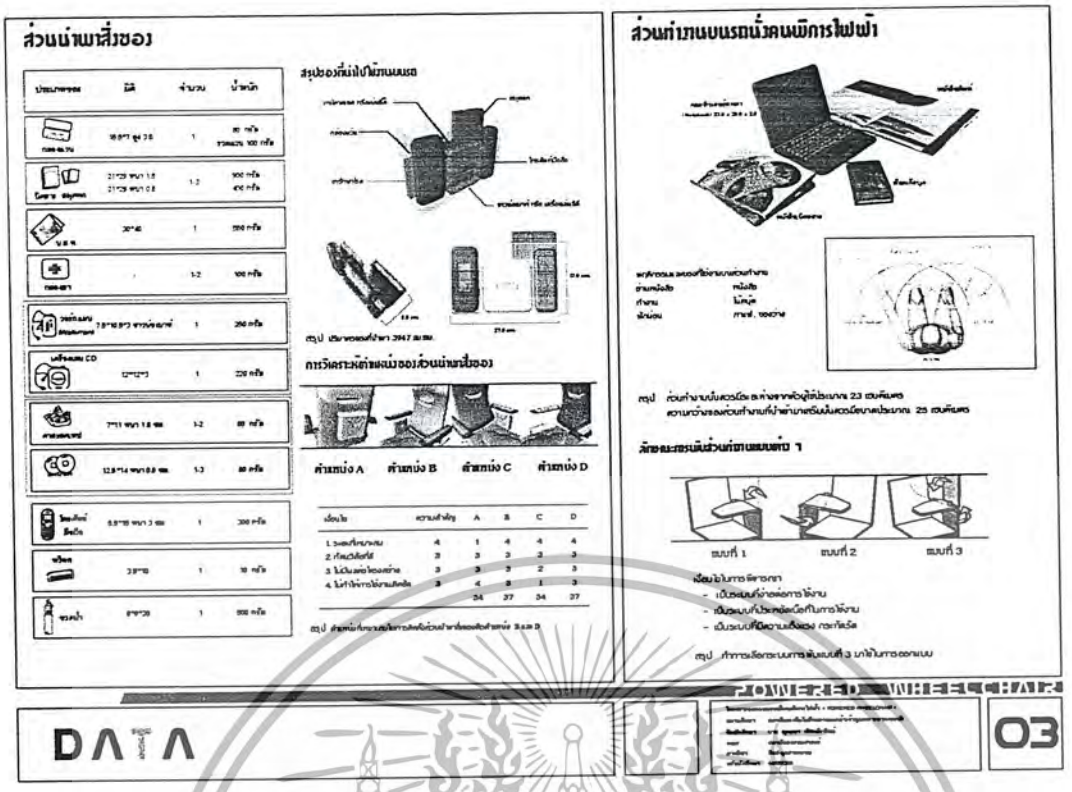


ภาพที่ B - 01 ภาพแสดงบทสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องกลุ่มเป้าหมาย และตัวผลิตภัณฑ์

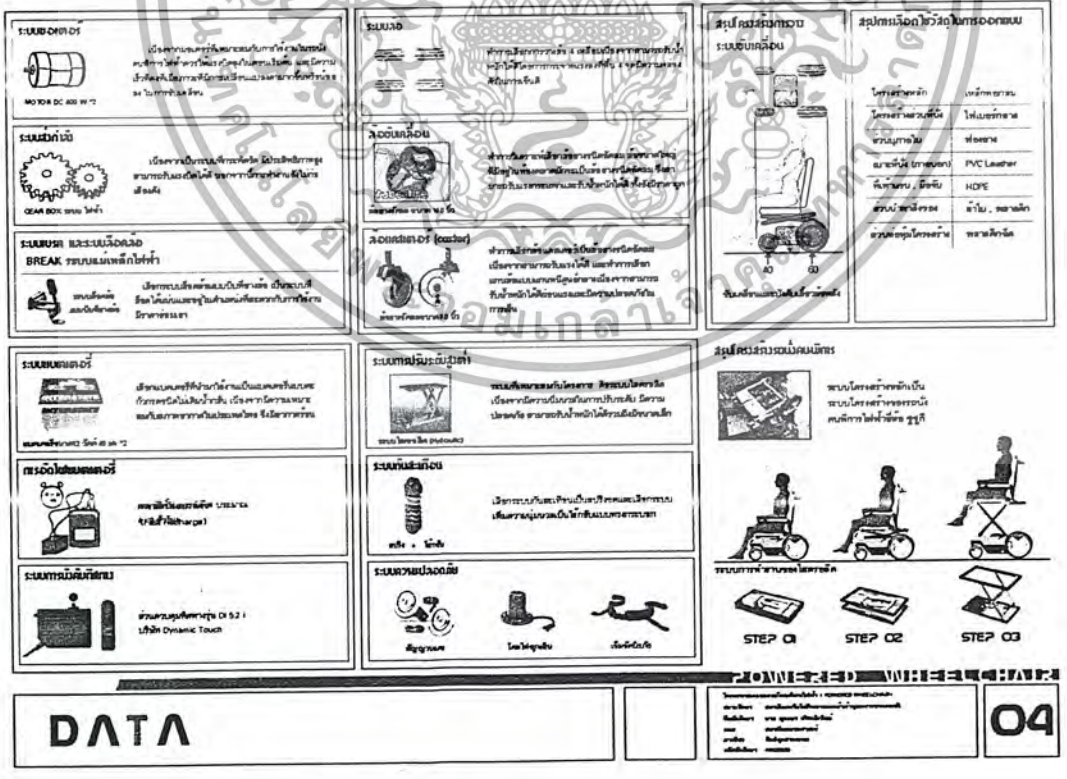


ภาพที่ B - 02 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

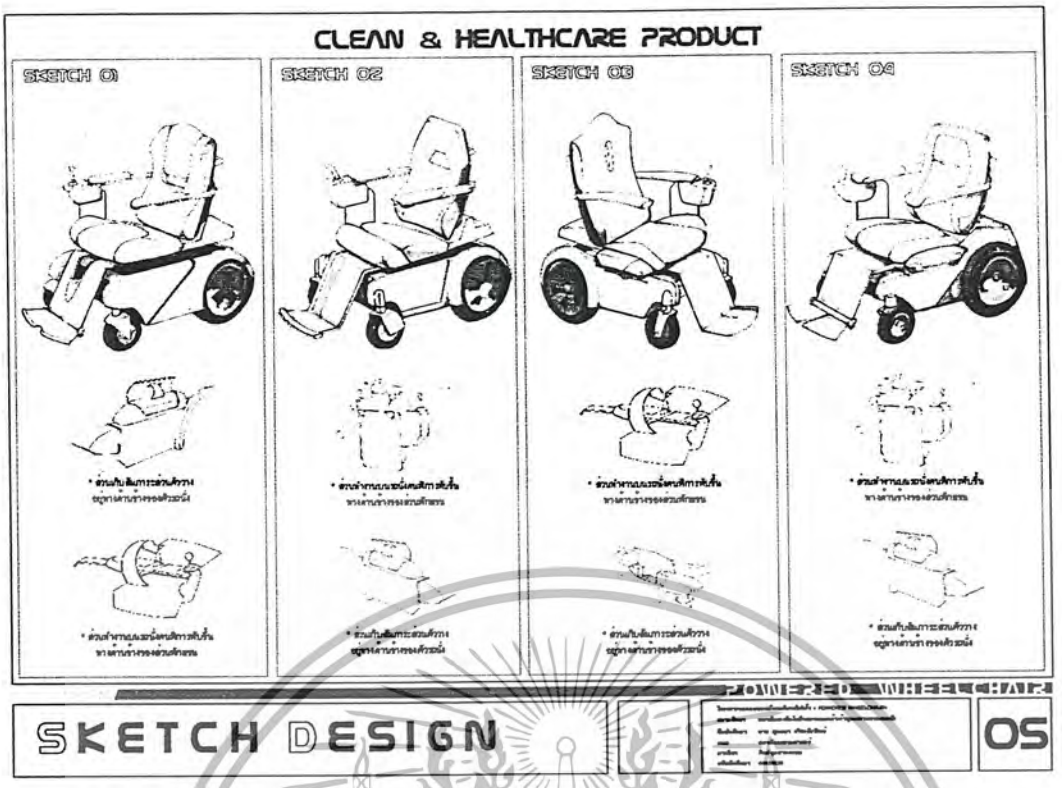


ภาพที่ B - 03 ภาพแสดงบทสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องส่วนนำพาสิ่งของและส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

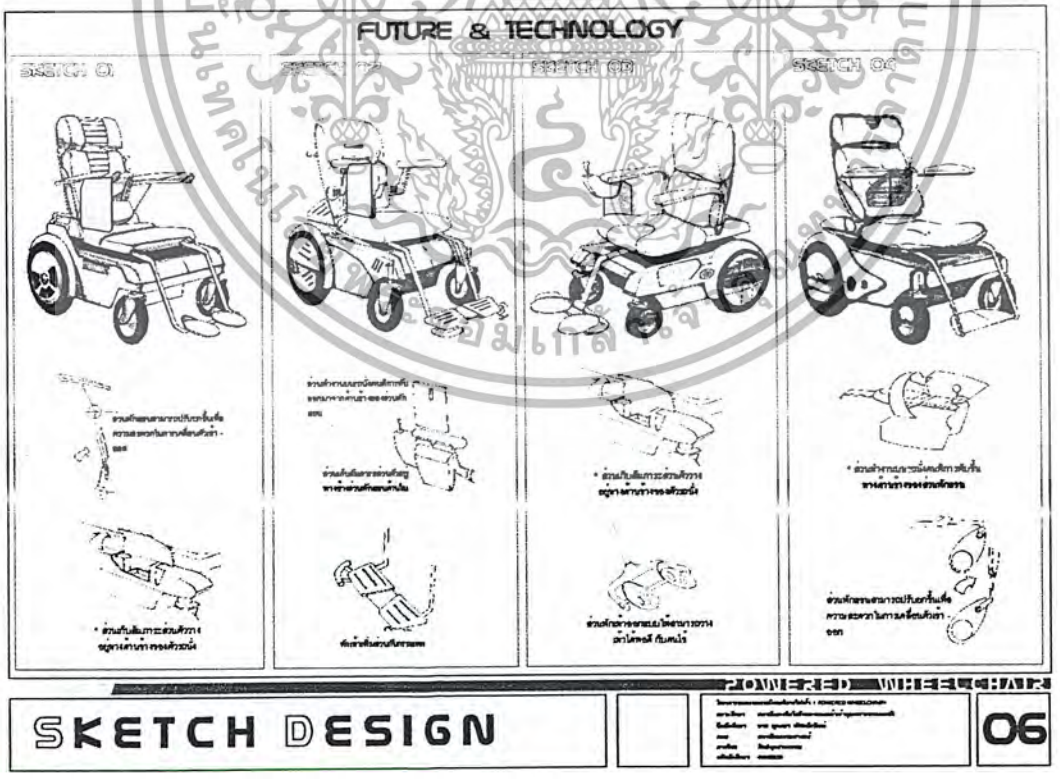


ภาพที่ B - 04 ภาพแสดงบทสรุปการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

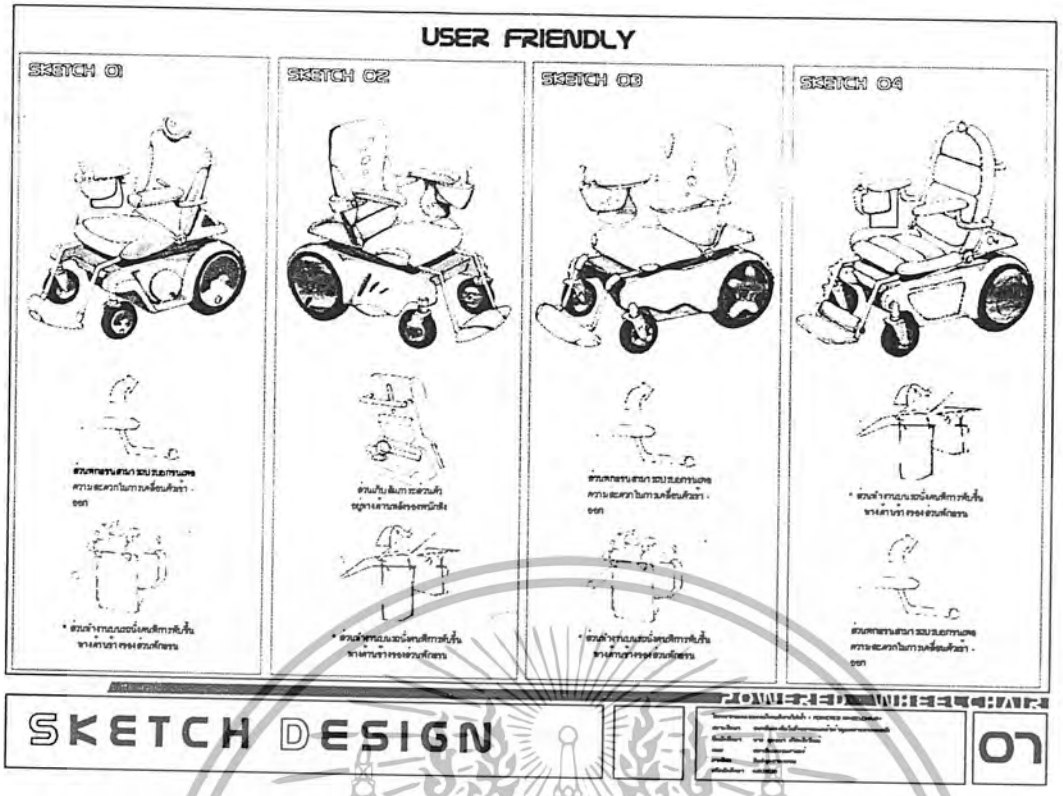


ภาพที่ B - 05 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 1

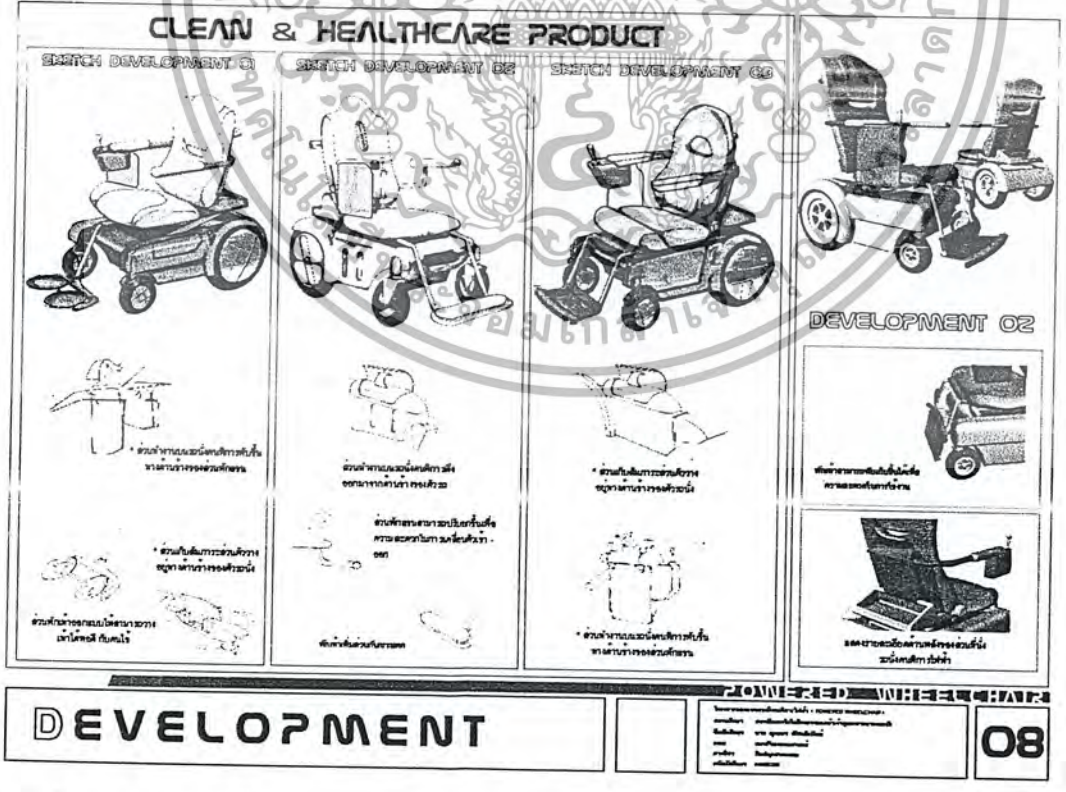


ภาพที่ B - 06 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

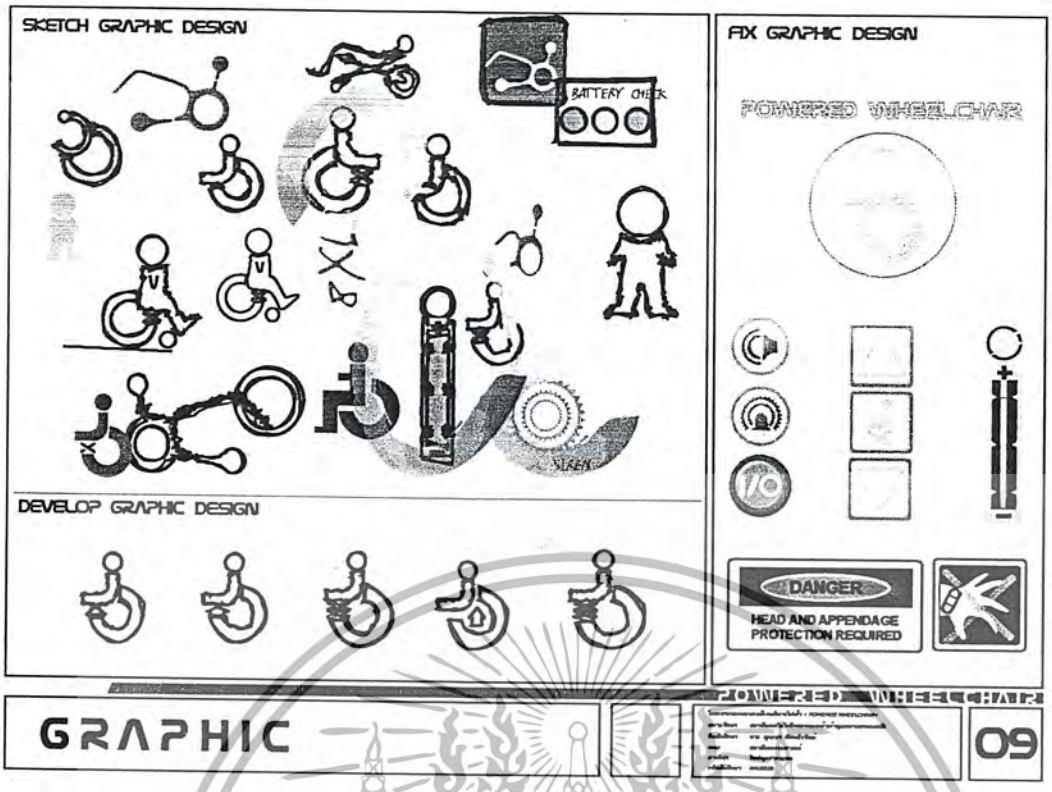


ภาพที่ B - 07 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบแนวทางที่ 3

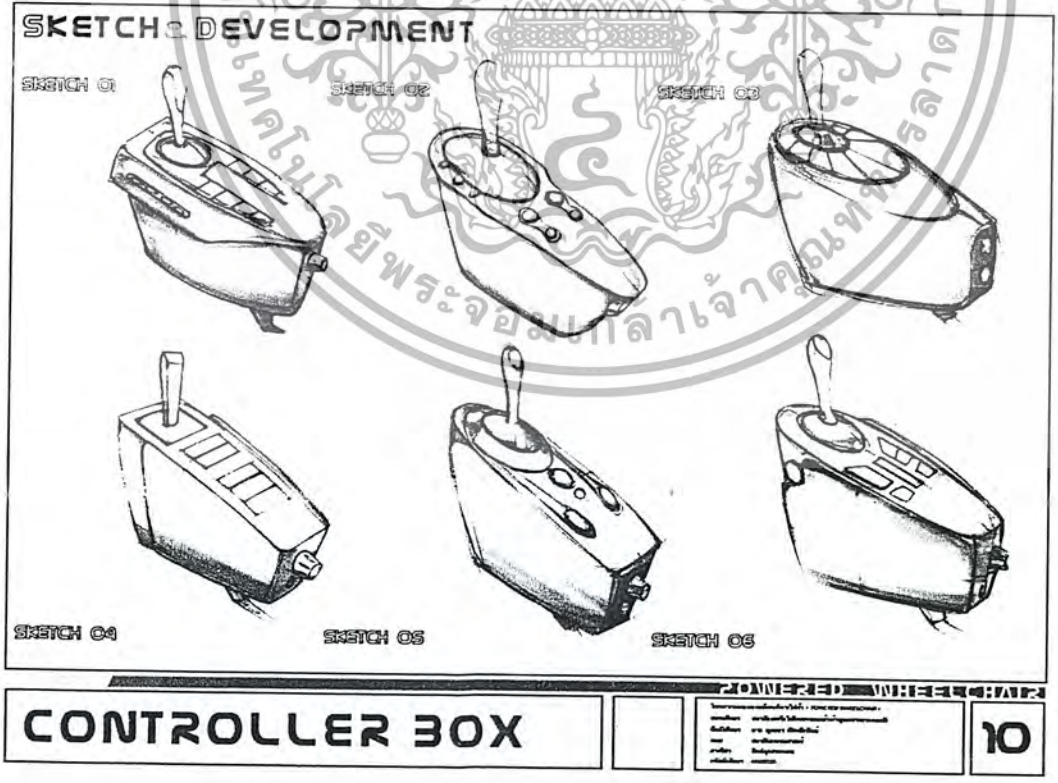


ภาพที่ B - 08 ภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

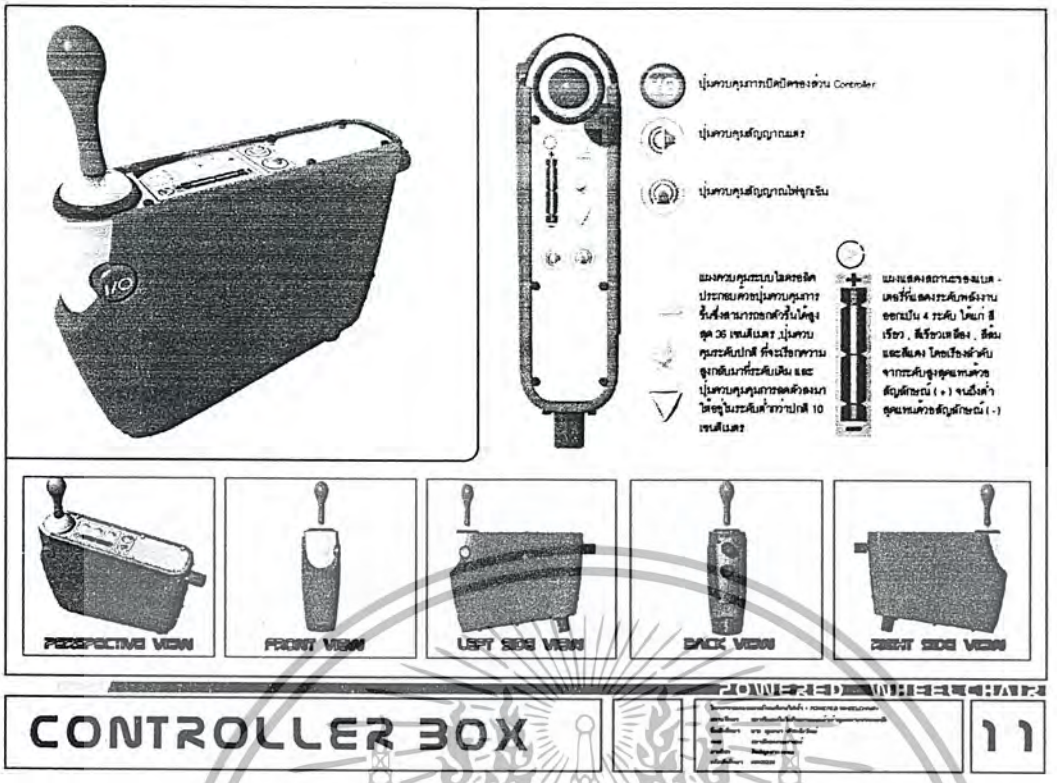


ภาพที่ B - 09 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบกราฟฟิคบนตัวผลิตภัณฑ์

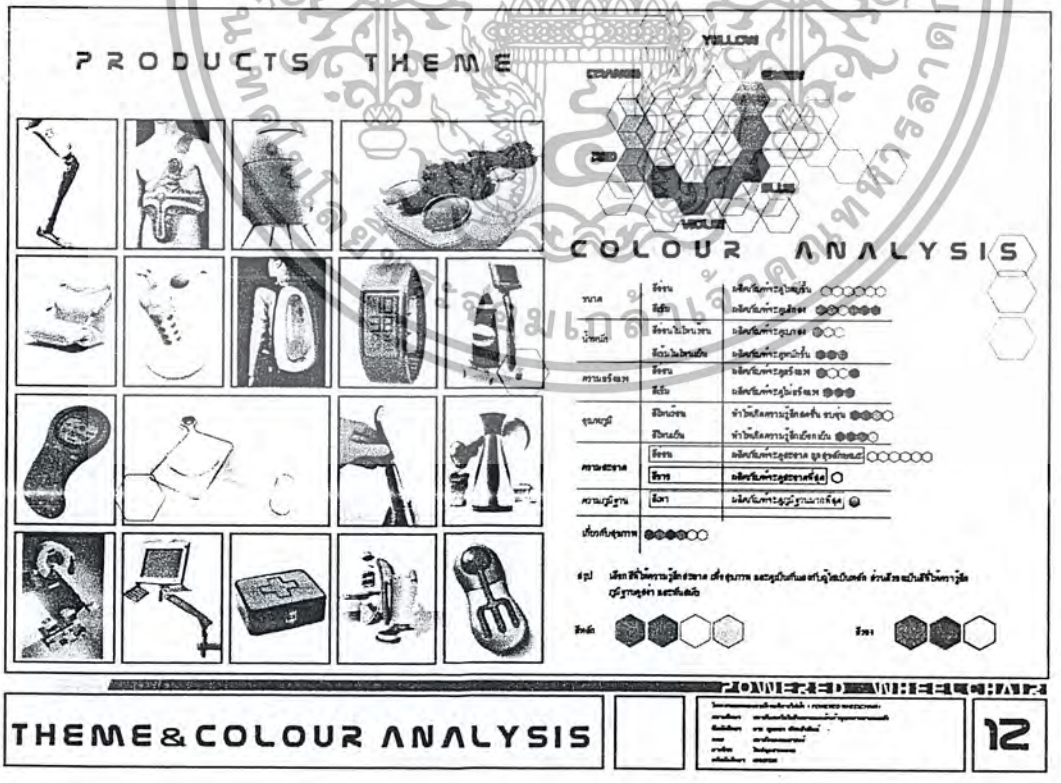


ภาพที่ B - 10 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบกล่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

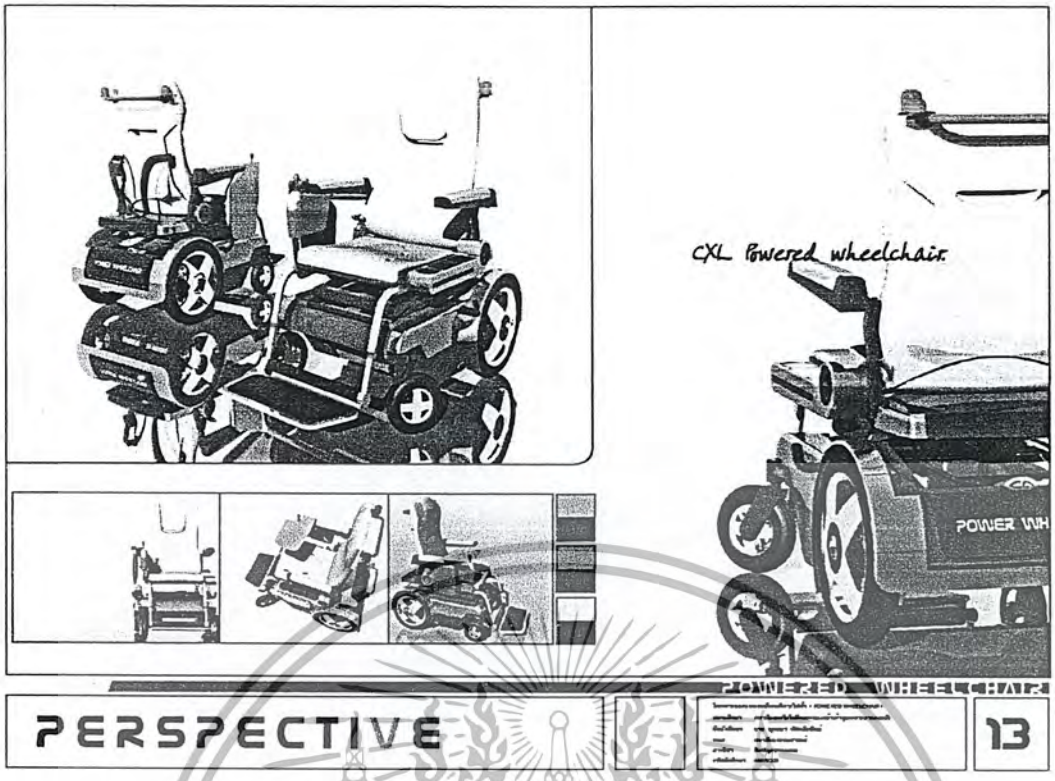


ภาพที่ B - 11 ภาพแสดงทัศนียภาพและรูปด้านของกล่องควบคุม

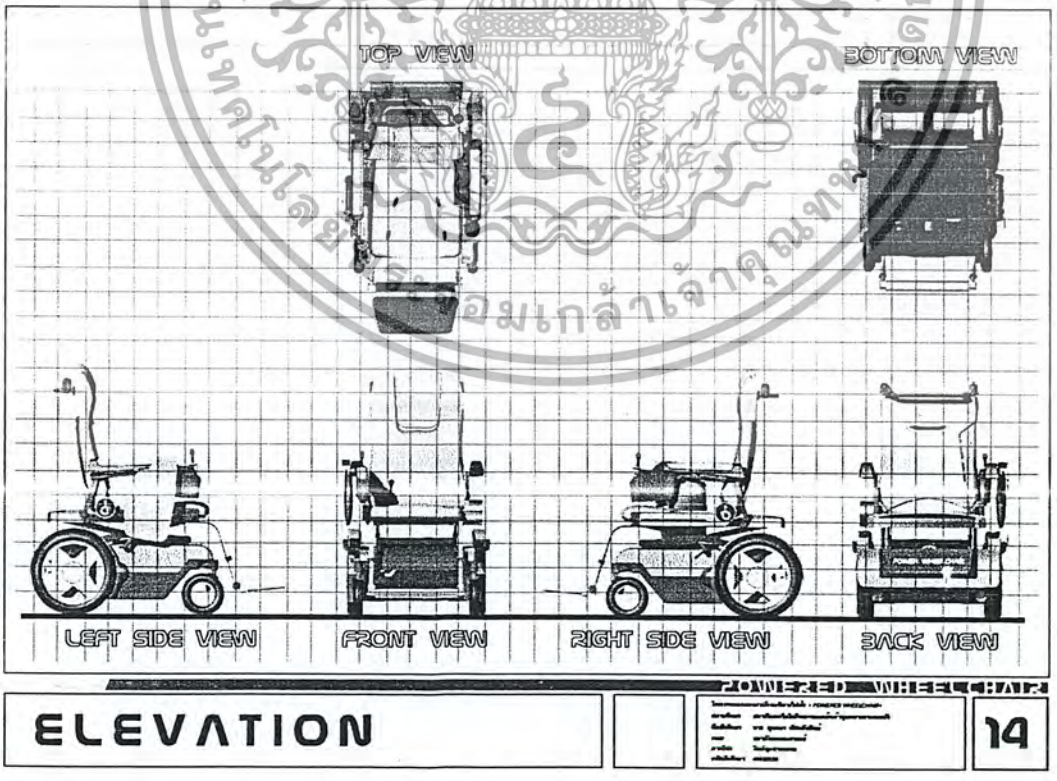


ภาพที่ B - 12 ภาพแสดงแผนภูมิวิเคราะห์การเลือกใช้สี และภาพผลิตภัณฑ์ร่วมในแนวทางการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

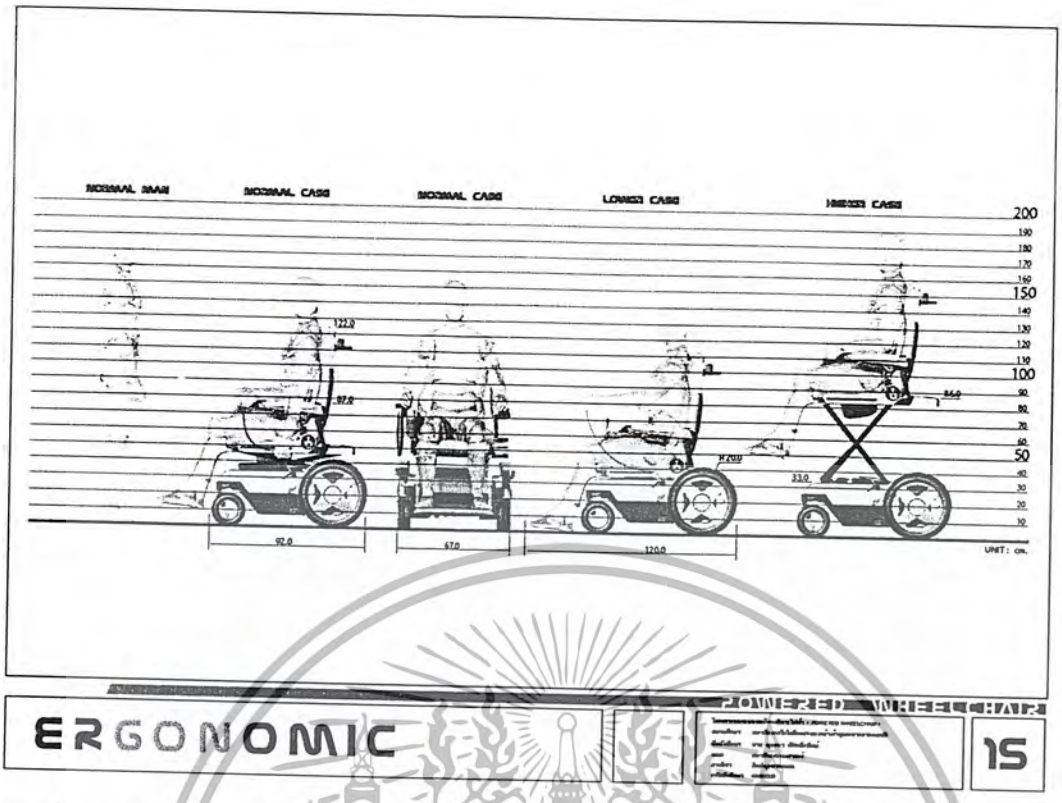


ภาพที่ B - 13 ภาพแสดงทัศนียภาพของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

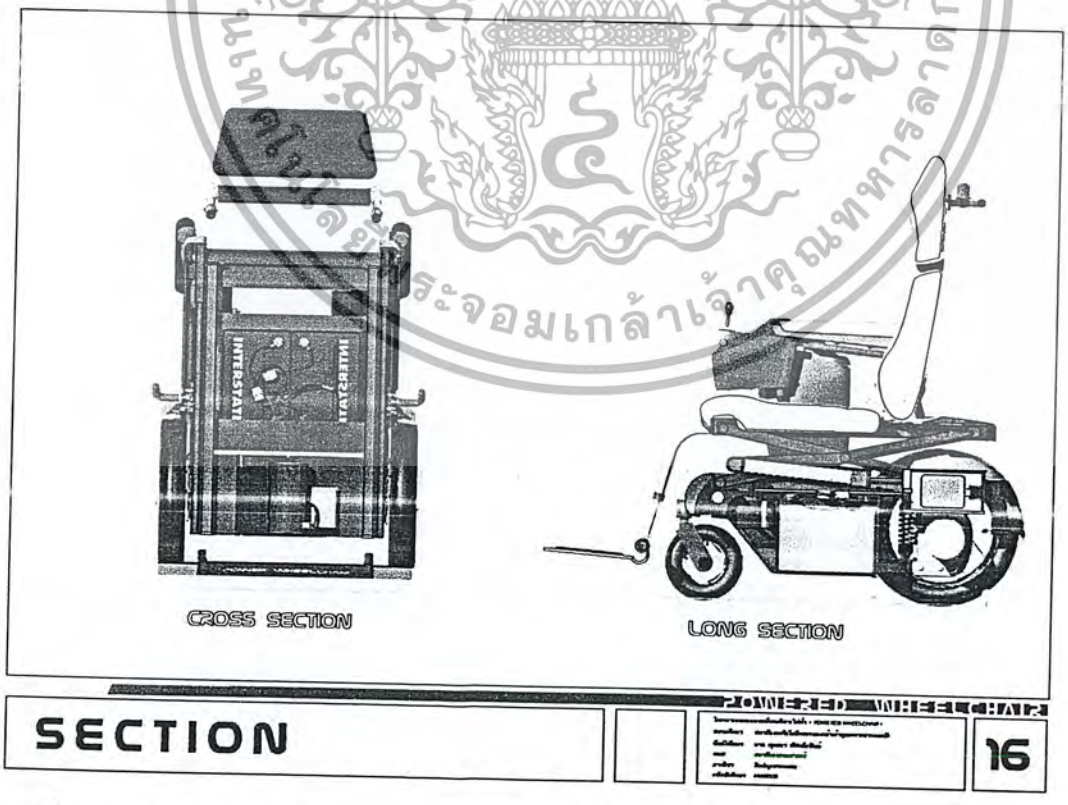


ภาพที่ B - 02 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

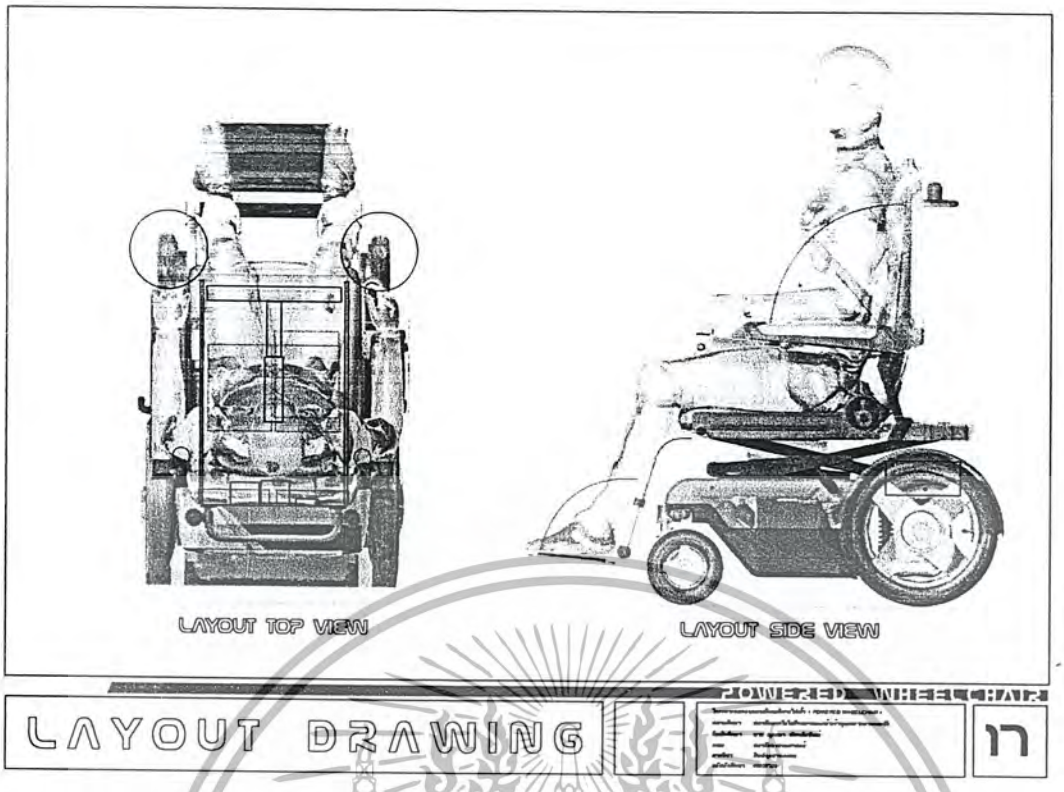


ภาพที่ B - 15 ภาพแสดงระดับความสูงในระดับต่าง ๆ เทียบกับความสูงคนปกติ

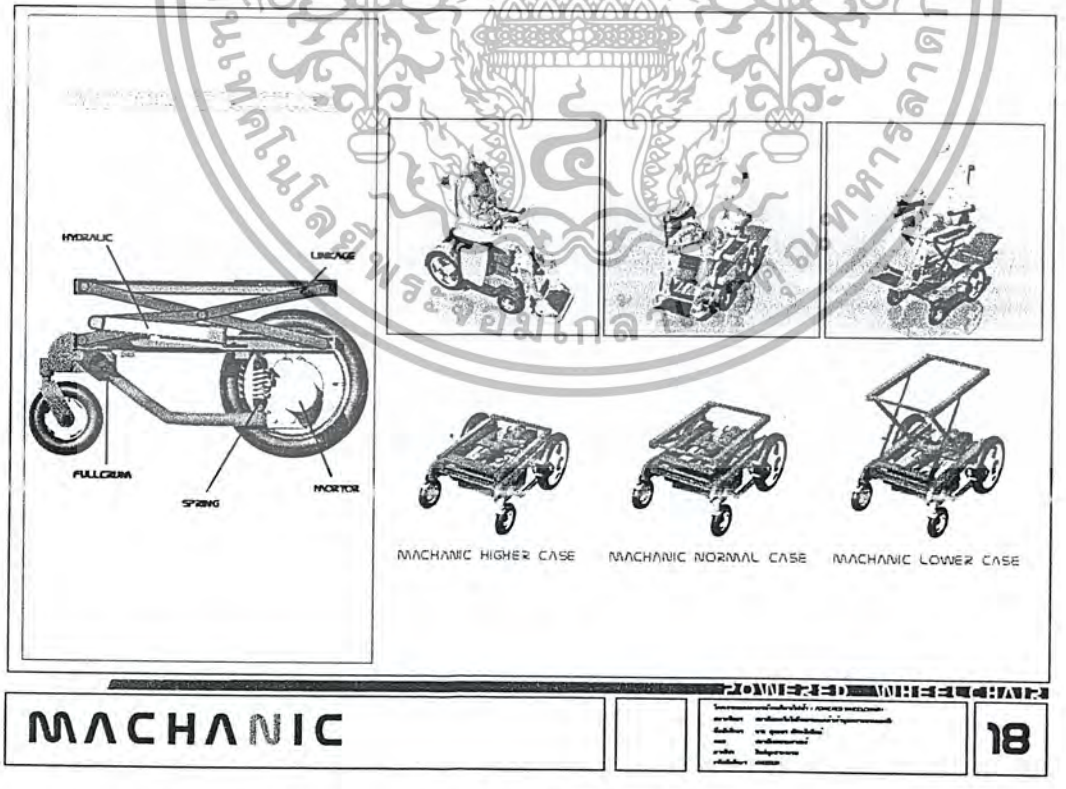


ภาพที่ B - 16 ภาพแสดงภาพตัดตามขวาง และภาพตัดตามยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

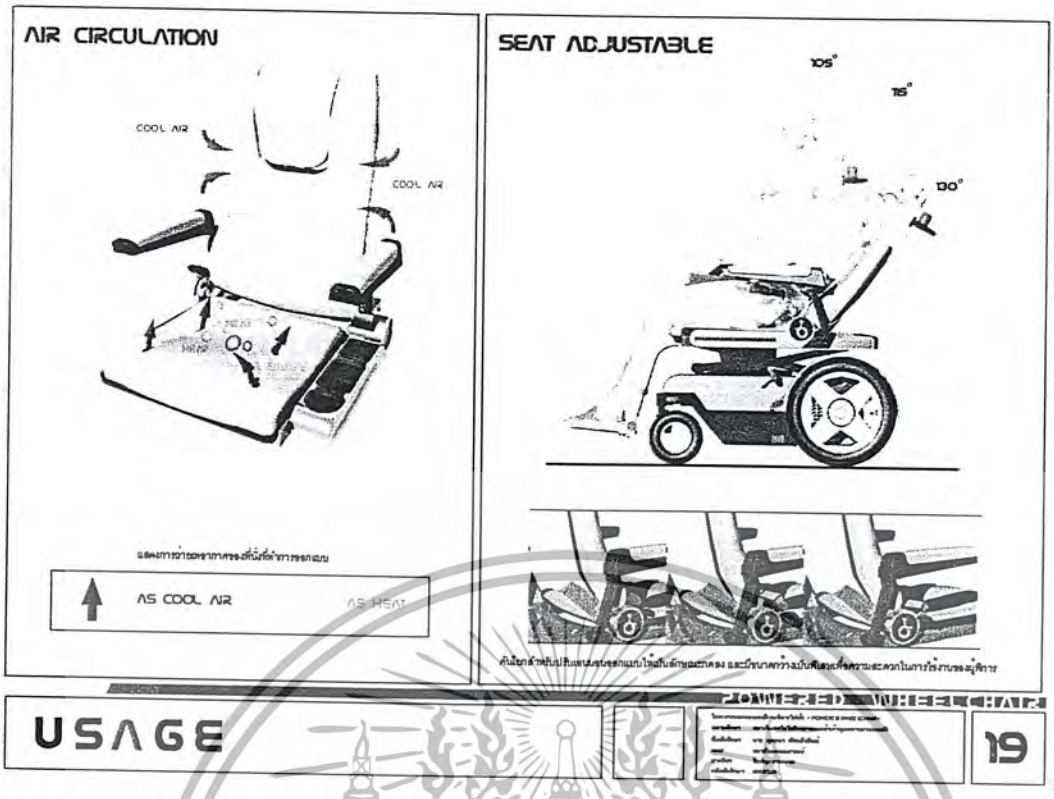


ภาพที่ B - 17 ภาพแสดง Layout ของรถนั่งคนพิการ

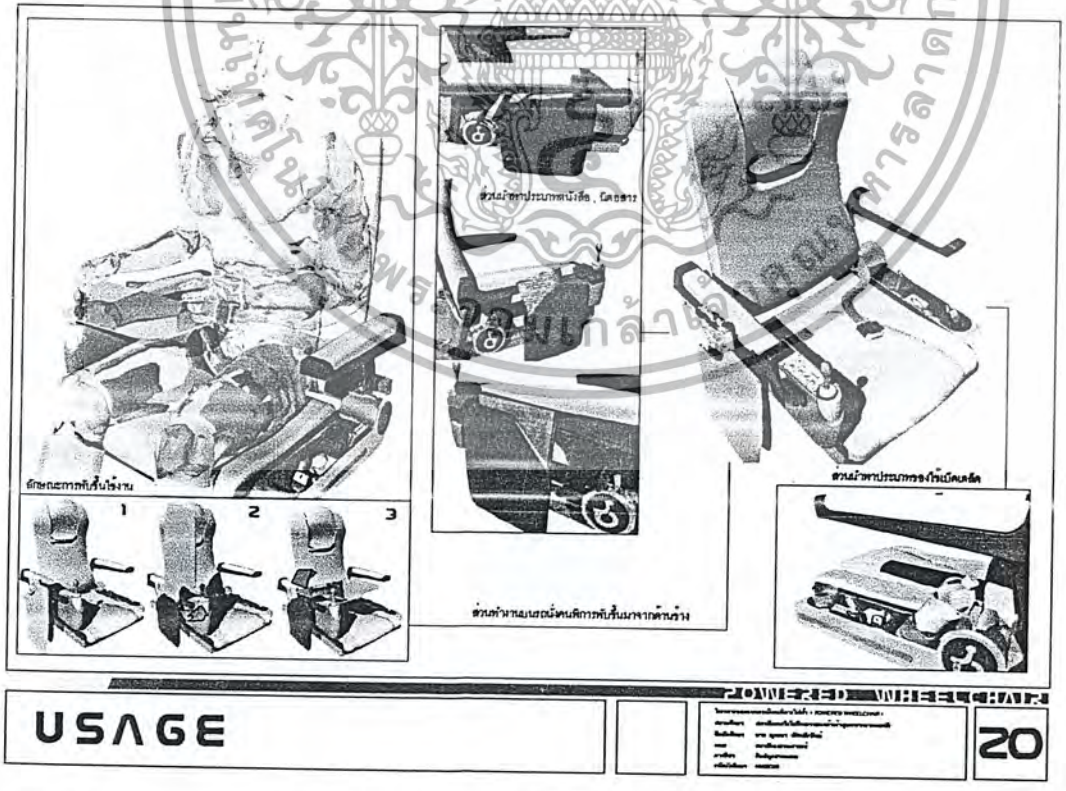


ภาพที่ B - 18 ภาพแสดงภาพตัดขวางของโครงสร้างรถนั่งคนพิการ และลักษณะโครงสร้างขณะยกตัวขึ้นและลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

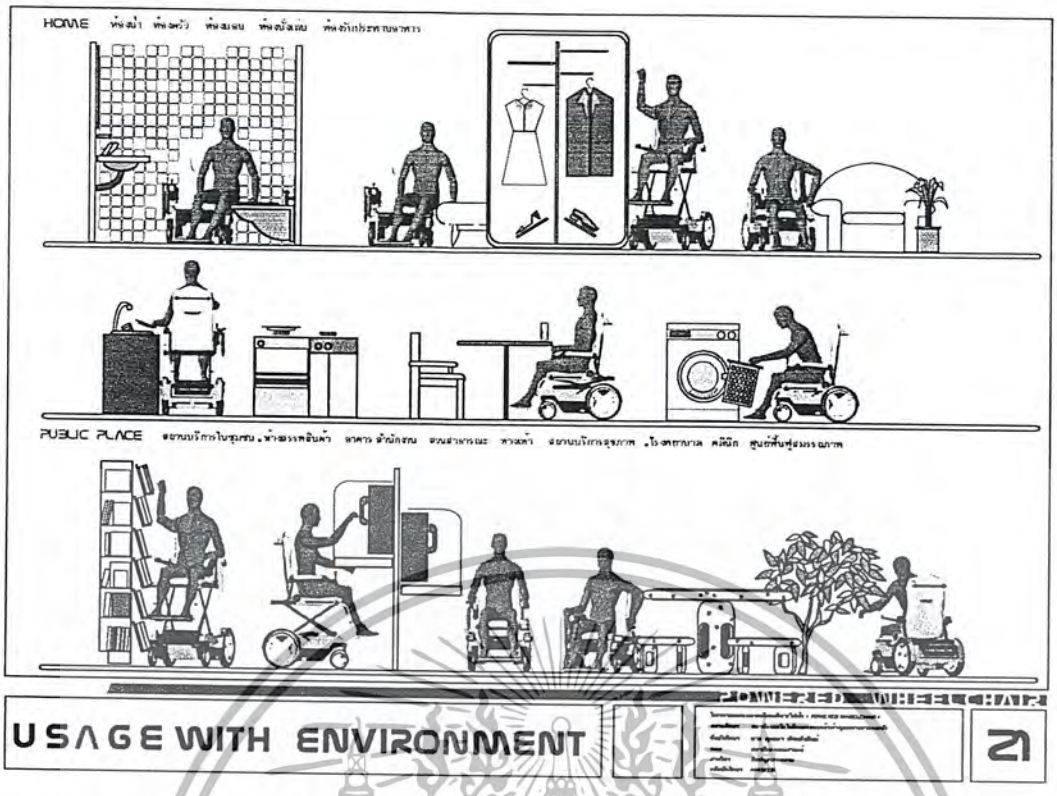


ภาพที่ B - 19 ภาพแสดงการระบายความร้อน และการปรับเอนนอนของส่วนที่นั่ง

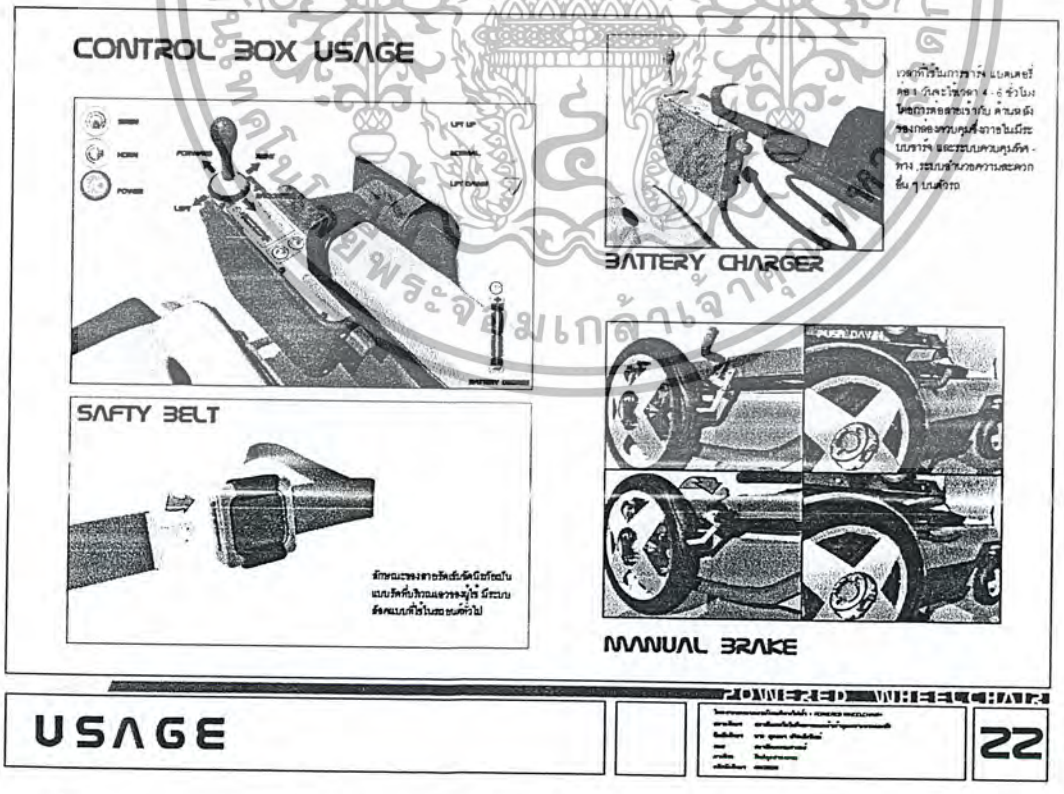


ภาพที่ B - 20 ภาพแสดงการใช้งานส่วนทำงานบนรถนั่งคนพิการ ,ส่วนนำพาสัมภาระ ,ส่วนวางหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

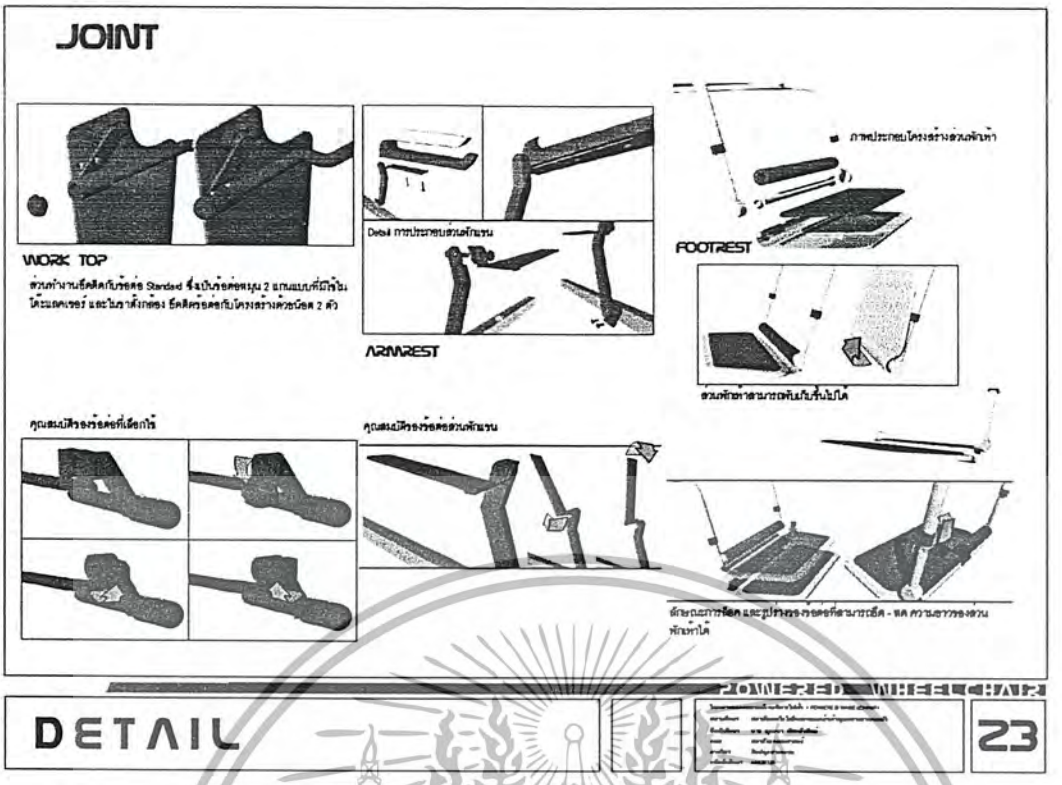


ภาพที่ B - 21 ภาพแสดงการใช้งานรถนั่งคนพิการแบบใหม่

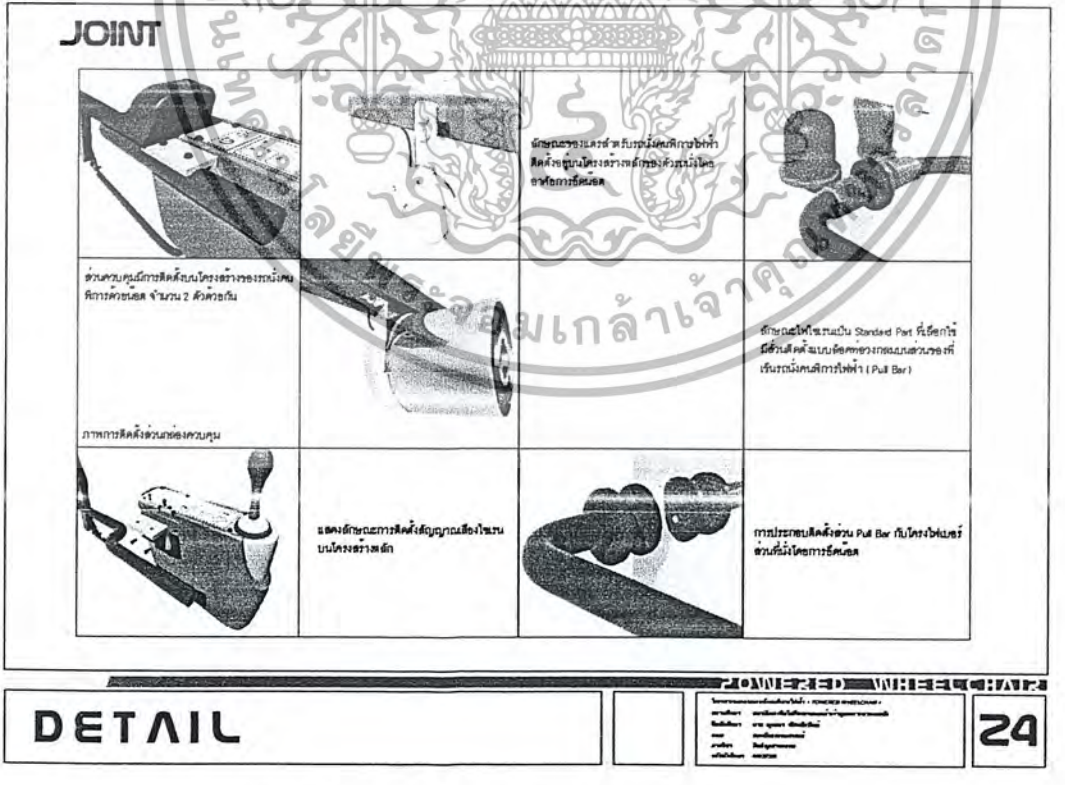


ภาพที่ B - 22 ภาพแสดงการใช้งานกล่องควบคุม ,เข็มขัดนิรภัย ,ส่วนล็อกล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

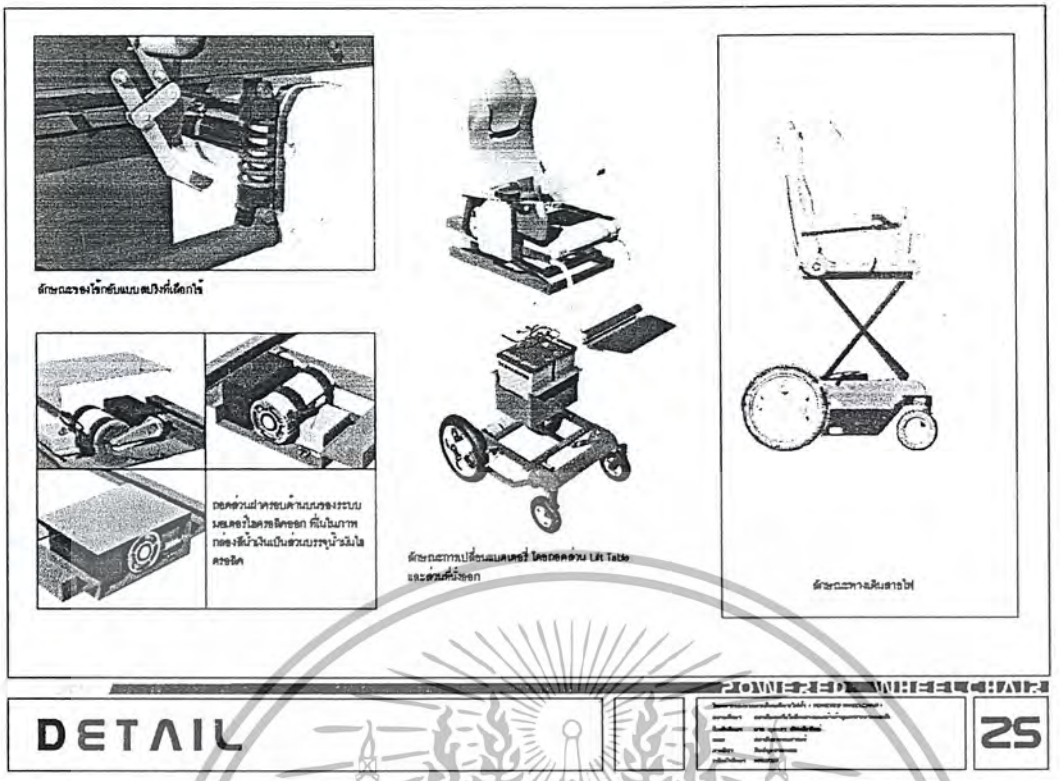


ภาพที่ B - 23 ภาพแสดงลักษณะข้อต่อ และข้อพับต่าง ๆ

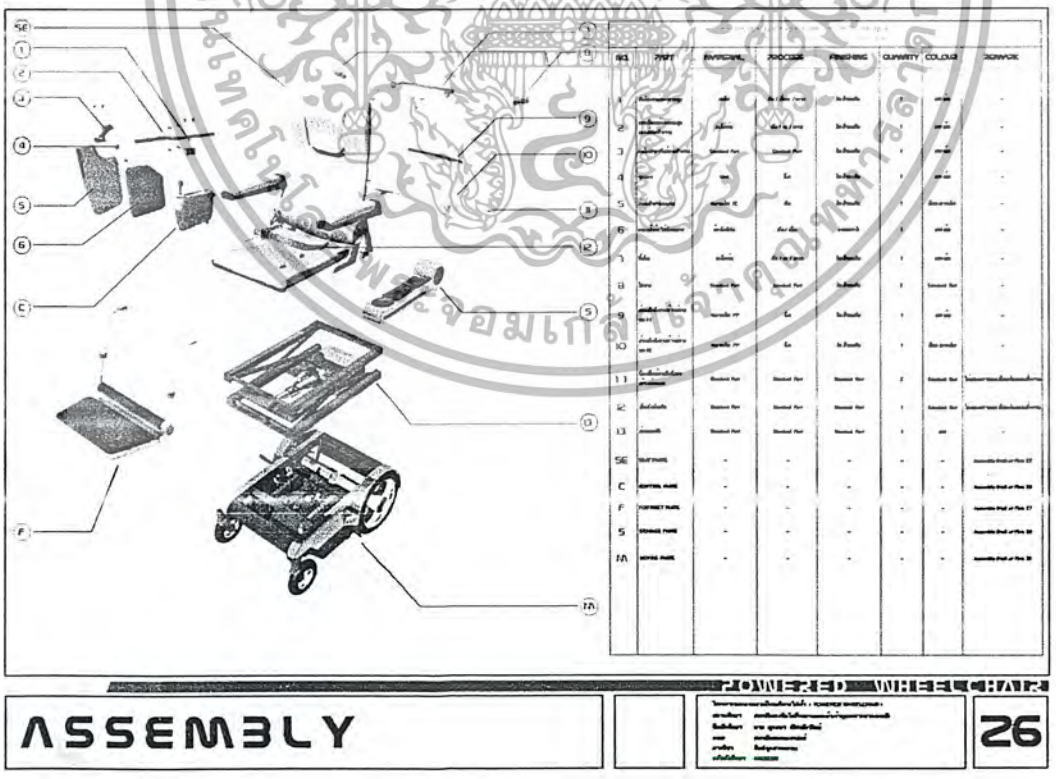


ภาพที่ B - 24 ภาพแสดงลักษณะข้อต่อ และข้อพับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

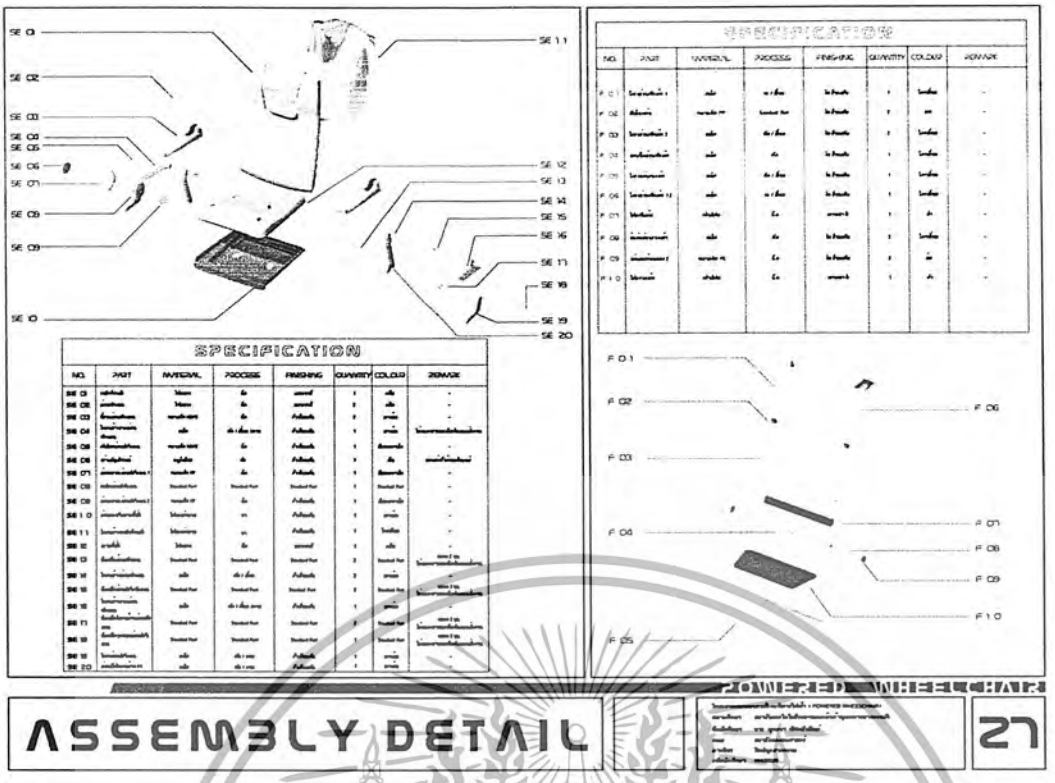


ภาพที่ B - 25 ภาพแสดงรายละเอียดต่าง ๆ บนรถนั่งคนพิการไฟฟ้า

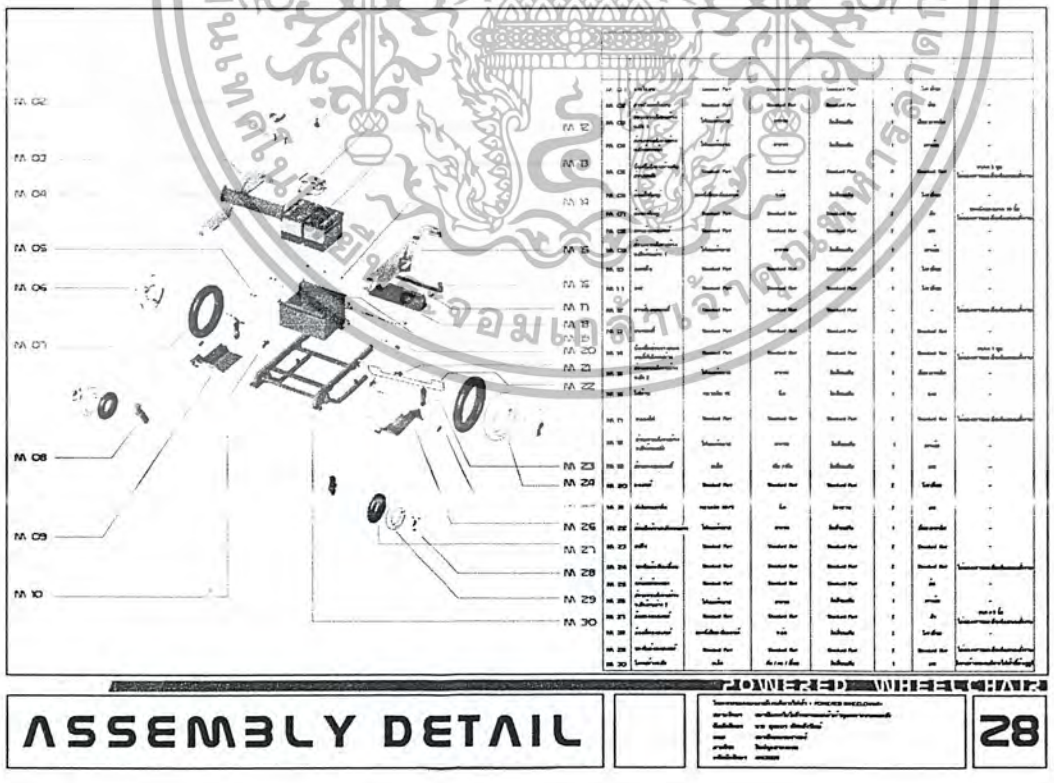


ภาพที่ B - 26 ภาพแสดงภาพระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

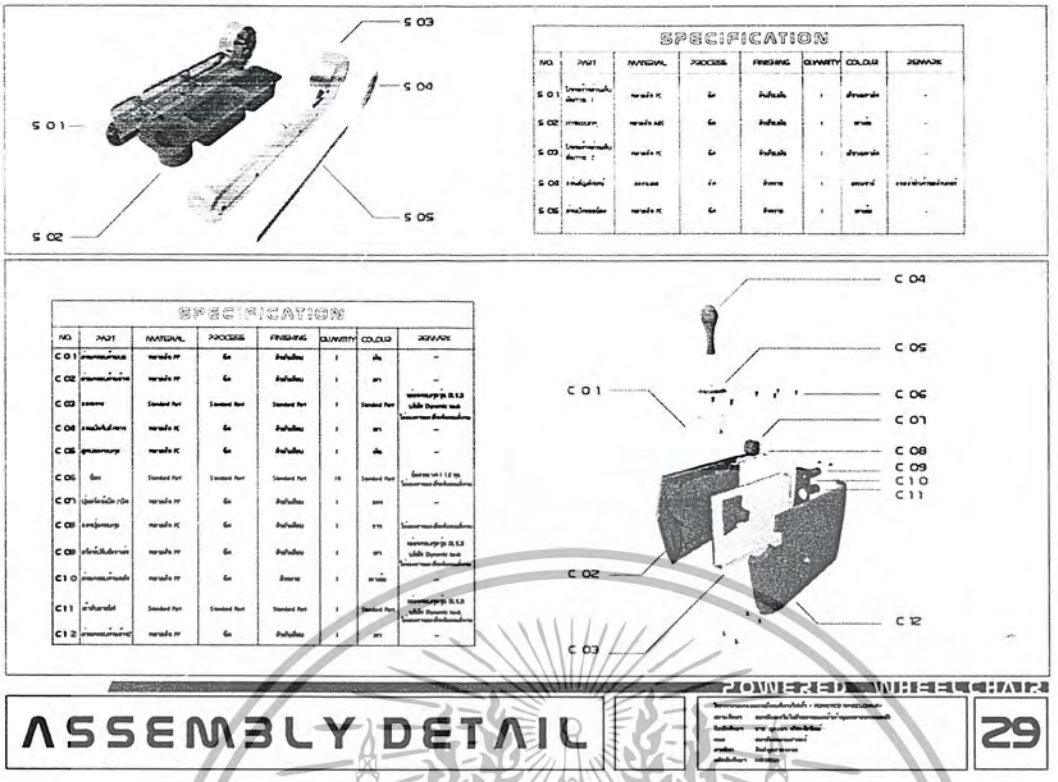


ภาพที่ B - 27 ภาพแสดงภาพระเบิดส่วนต่าง ๆ



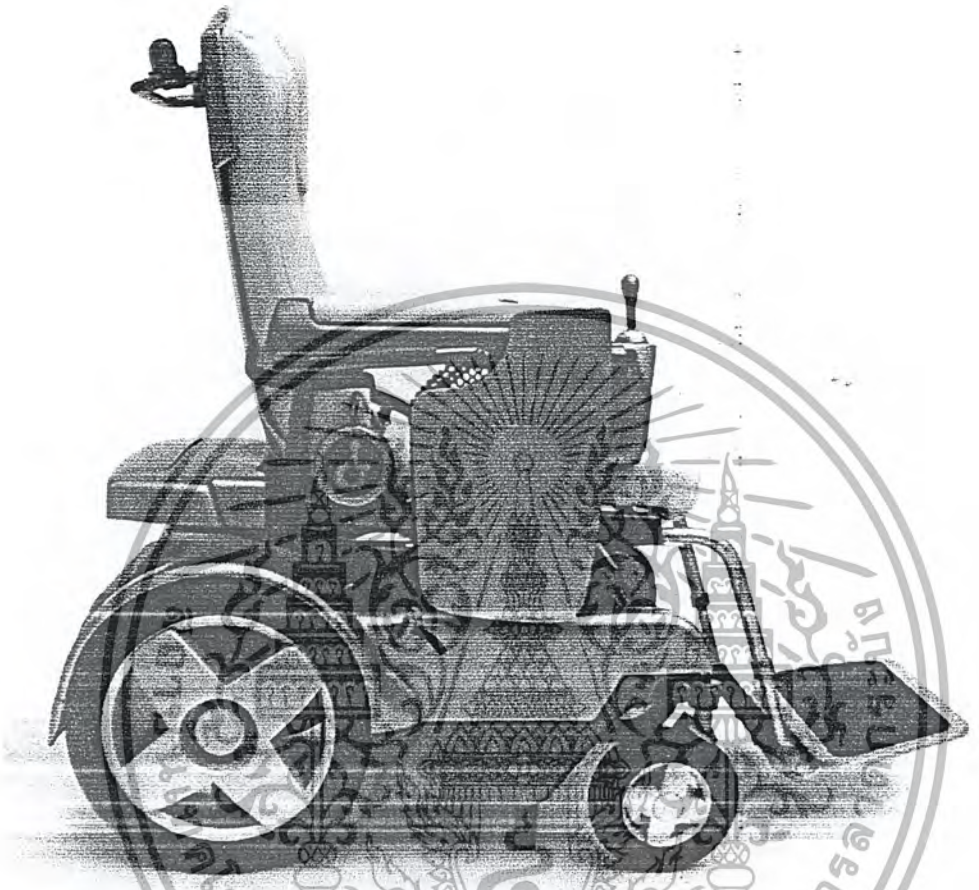
ภาพที่ B - 28 ภาพแสดงภาพระเบิดส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ B - 29 ภาพแสดงภาพระเบิดส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

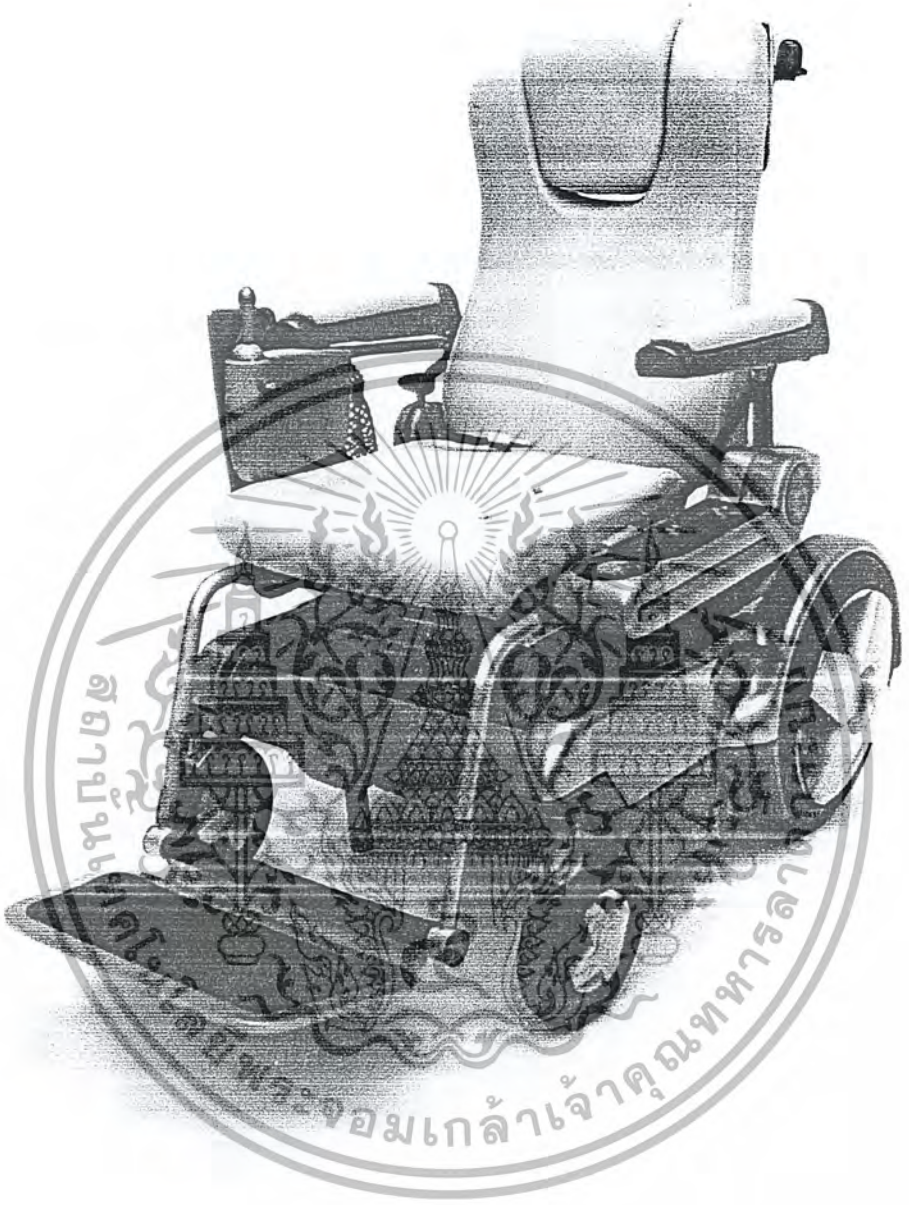


ภาพที่ B – 30 ภาพแสดงโมเดลขนาดย่อ 1 : 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

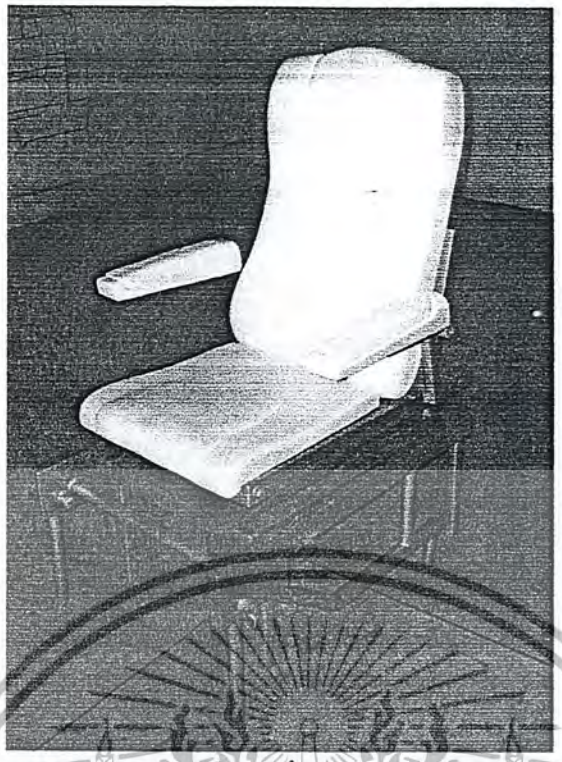
ภาพที่ B – 31 ภาพแสดงโมเดลขนาดย่อ 1 : 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ B – 32 ภาพแสดงโมเดลขนาดย่อ 1 : 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ B – 33 ภาพแสดงโมเดลศึกษาขนาด ความสูง (ระดับปกติ)

ภาพที่ B – 34 ภาพแสดงโมเดลศึกษาขนาด ความสูง (ระดับต่ำสุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ B – 35 ภาพแสดงโมเดลศึกษาขนาด ความสูง (ระดับสูงสุด)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะของนักศึกษา

- กรณีที่เกิดการเข็นขึ้นช่วงความยาวของตัวรถนั่งคนพิการไฟฟ้ามีผลให้เกิดความไม่สะดวกในการเข็นของผู้ช่วยเหลือ
- การเปลี่ยนแบตเตอรี่ทำได้ยุ่งยากเกินไป
- ลักษณะ และขนาดของล้อใหญ่ทำให้การเคลื่อนที่ในส่วนที่ขรุขระทำได้ไม่สมบูรณ์

ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

- ตำแหน่งของไฟฉุกเฉินควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้รอบด้าน
- ควรมีสัญลักษณ์ หรือกราฟฟิคแสดงคุณสมบัติ ความสามารถของรถนั่งคนพิการไฟฟ้า
- ก้านโยกสำหรับล็อคล้อควรอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่านี้
- โครงสร้างรองรับส่วนพนักพิงหลังควรมี rib เพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้าง
- ส่วนวางสัมภาระไม่สามารถวางขวดน้ำดื่มได้มั่นคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสั่งงาน (Working Drawing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน). แบตเตอรี่ และ เครื่องชาร์จ, แบตเตอรี่ขอแนะนำตัวเอง 1และ 2, พ.ศ. 2538
- บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน).เทคนิครถยนต์สำหรับประชาชนฉบับเพิ่มเติม, แบตเตอรี่
- บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน).เทคนิครถยนต์สำหรับประชาชนฉบับเพิ่มเติม, รถไฟฟ้า รถสำหรับปัจจุบันและอนาคต
- ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. วิธีการใส่เสื้อผ้าในผู้ป่วยอัมพาตจากโรคหลอดเลือดสมอง
- กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม . จุลสารฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคา – เมษายน 2541 , รายการสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ. ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
- รองศาสตราจารย์สุรศักดิ์ ศรีสุข , รองศาสตราจารย์แพทย์หญิงเล็ก ปริวิสุทธิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์นวลอนงค์ ชัยปิยะพร . คู่มือรักตนเองชุด ปวดข้อ ปวดหลัง , สาเหตุของหารปวดหลัง .สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน ,2531
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,การสำรวจโครงสร้างร่างกายคนไทย , 2541
- แผนกวิชาช่างยนต์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตกรุงเทพย์ ศอ. บ.(เครื่องกล) เล่ม 1 ,ระบบเบรครถยนต์ เรียบเรียงโดย จำนง ถนอม
- ทศพร บรรยมาก. ,เอกสารประกอบการสอน การเคลื่อนย้ายตัว ,คณะเทคนิกการแพทย์ สาขากิจกรรมบำบัด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. การดัดแปลงห้องน้ำ ห้องส้วม สำหรับผู้ป่วยอัมพาตจากโรคหลอดเลือดสมอง
- กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม . จุลสารฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 1-3 เดือน มกราคา – ธันวาคม 2538 , การพิจารณาเลือกใช้รถนั่งคนพิการ ,ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
- แพทย์หญิงสุกัญญา ศรีปรัชญาอนันต์ และคณะ.คู่มือปฏิบัติงานด้านเวชกรรมฟื้นฟูสำหรับแพทย์เกี่ยวกับการป้องกันและการฟื้นฟูสมรรถภาพบุคคลที่มีความพิการ เล่มที่ 4 แนวทางปฏิบัติต่อบุคคลที่มีความผิดปกติทางกายหรือการเคลื่อนไหว,ศูนย์สิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.โรงพิมพ์ ร.ส.พ. ,2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไชยชาญ หินเกิด. เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง (Direct current machine) ,มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง .สำนักพิมพ์ สส.ส.ท (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย – ญี่ปุ่น))
- กิ่งแก้ว ปาจรีย์. การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้พิการจากไขสันหลังบาดเจ็บ,โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์.โครงการตำรา-ศิริราช คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล,2538
- อาจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล.การออกแบบเฟอร์นิเจอร์เบื้องต้น,สัดส่วนและความปลอดภัยสำหรับงานเฟอร์นิเจอร์
- นายธีรยุทธ พงษ์ศิริ และคณะ.ปริญญานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเรื่อง "รถเข็นไฟฟ้า" ,หลักการทำงานของวงจร ,2540
- นางสาวดวงฤดี อิ่มสินสกุลและคณะ . ปริญญานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเรื่อง " รถคนพิการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ " ,2539
- แพทย์หญิงสุกัญญา ศรีปรัชญาอนันต์ และคณะ.คู่มือปฏิบัติงานด้านเวชกรรมฟื้นฟูสำหรับแพทย์เกี่ยวกับการป้องกันและการฟื้นฟูสมรรถภาพบุคคลที่มีความพิการ เล่มที่ 1 แนวทางปฏิบัติต่อบุคคลที่มีความผิดปกติทางกายหรือการเคลื่อนไหว,การวินิจฉัยคนพิการ. ศูนย์ศิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.โรงพิมพ์ ร.ส.พ. ,2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ก. ประวัติการศึกษา

ชื่อ นาย ยุทธนา นามสกุล ทัฬหธีรวัฒน์

วุฒิการศึกษา ระดับอนุบาล โรงเรียนดาราสมุทรภูเก็ต

วุฒิการศึกษา ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญ ลำปาง
ปีที่สำเร็จการศึกษา พศ. 2532

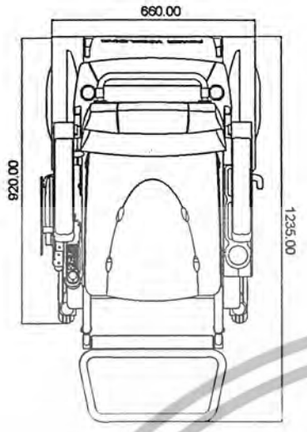
วุฒิการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญ ลำปาง
ปีที่สำเร็จการศึกษา พศ. 2538

วุฒิการศึกษา ระดับอุดมศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีที่สำเร็จการศึกษา พศ.2545

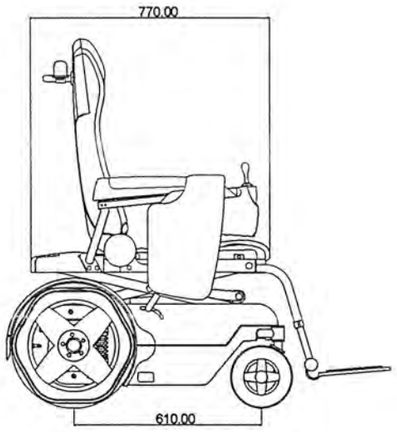
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

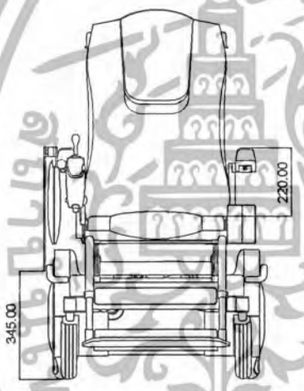


TOP VIEW

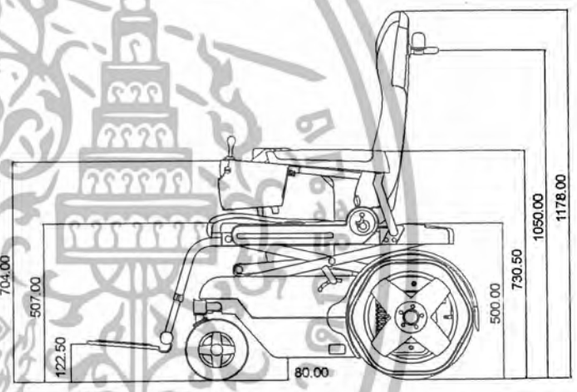
PERSPECTIVE VIEW



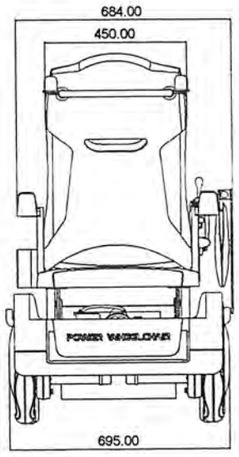
LEFT SIDE VIEW



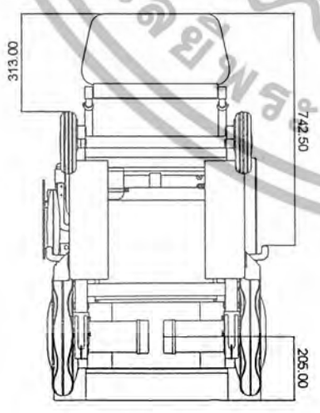
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



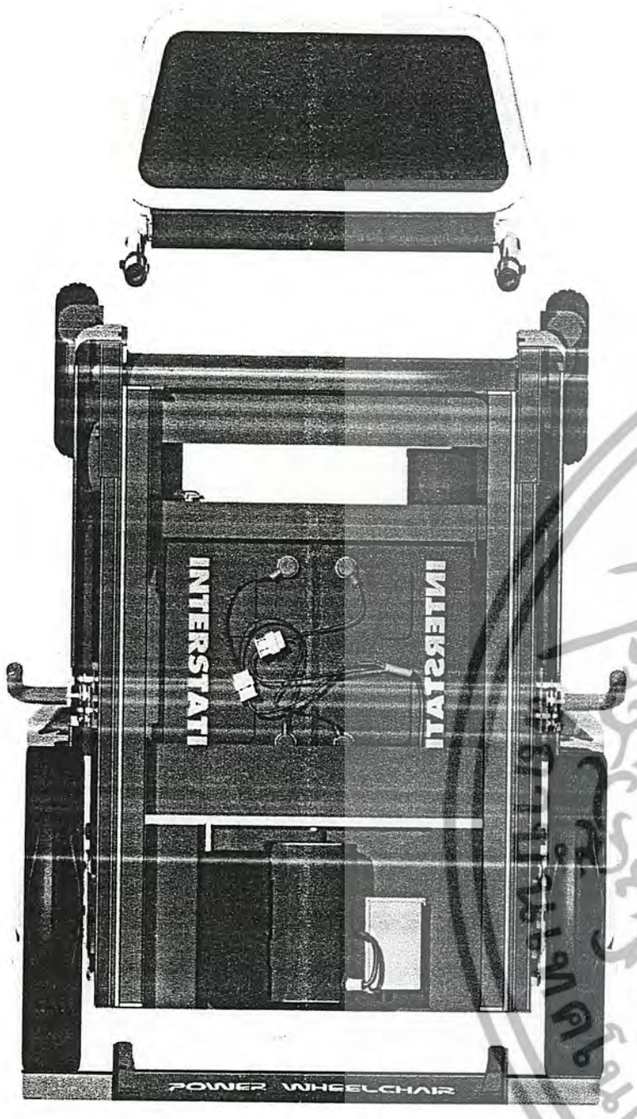
BACK VIEW



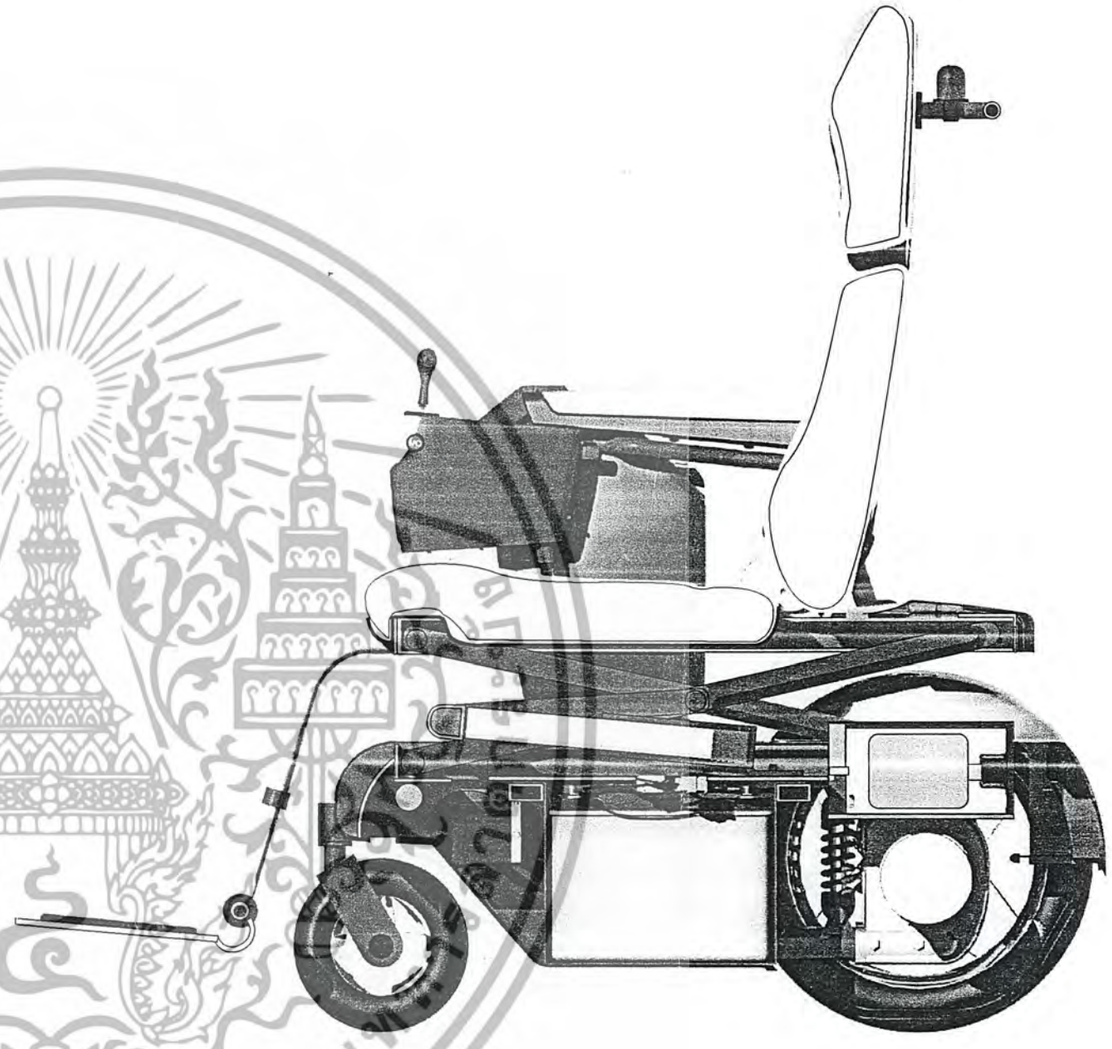
BOTTOM VIEW

PAGE	ELEVATION			
PART	- - -	SUB - PART	- - -	TYPE - - -
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEE			SCALE 1 : 2 0
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT NO . 40025326				๑ UNIT : mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CROSS SECTION



LONG SECTION

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	- - -	SUB - PART	- - -	TYPE - - -

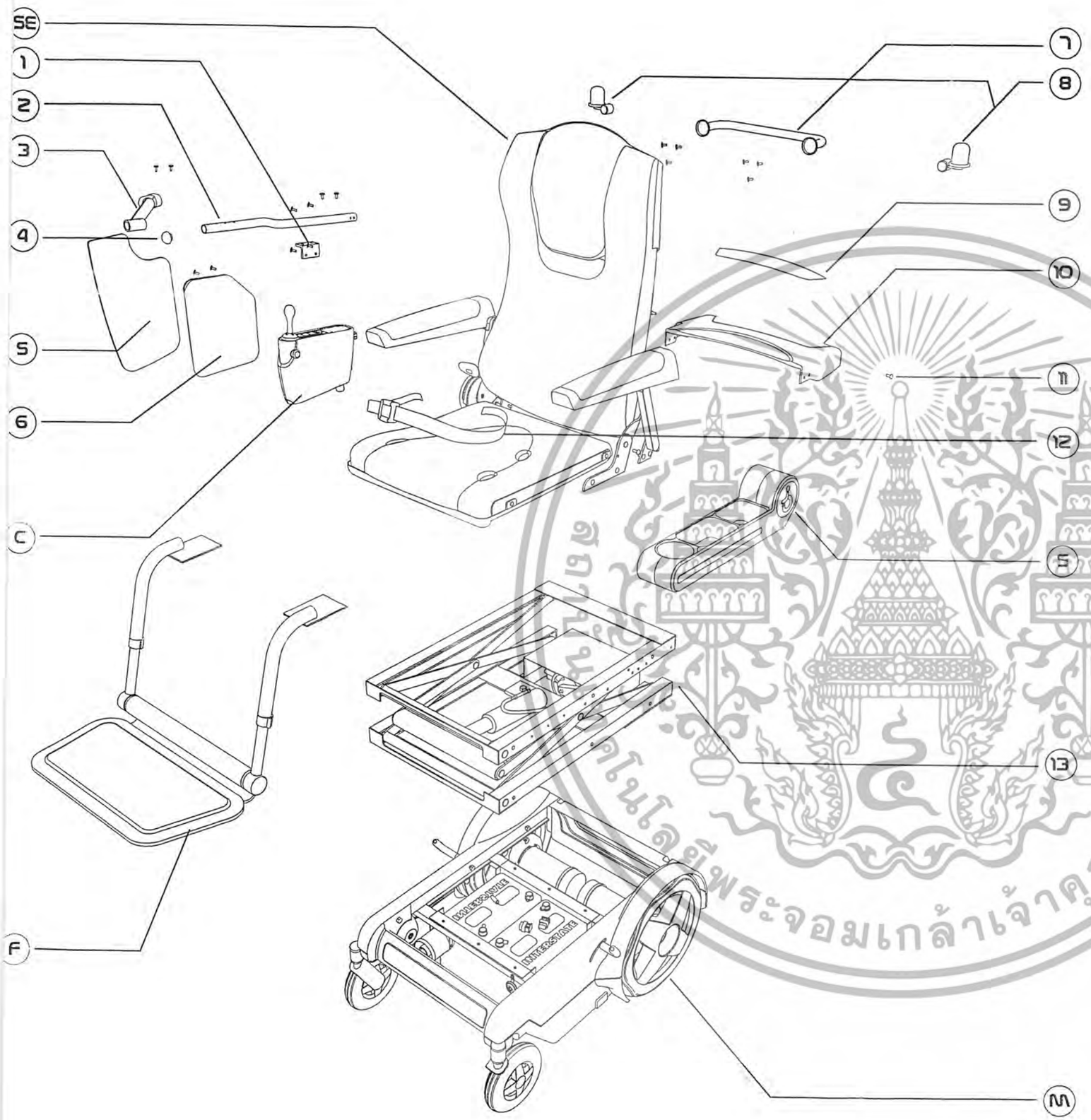
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT: POWERED WHEELCHAIR

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SPECIFICATION

NO.	PART	MATERIAL	PROCESS	FINISHING	QUANTITY	COLOUR	REMARK
1	ตัวล็อคกล่องควบคุม	เหล็ก	ตัด / เชื่อม / เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
2	แกนยึดกล่องควบคุมและส่วนทำงาน	เหล็กท่อ	ตัด / งอ / เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
3	กลไกการพับส่วนทำงาน	Standard Part	Standard Part	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
4	จุกยาง	ยาง	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
5	ส่วนทำงานบนรถ	พลาสติก PC	ตัด	ผิวเรียบมัน	1	เขียวแกมดำ	-
6	กระเป๋าผ้าใส่ของสาร	ผ้าอัดโฟม	ตัด / เย็บ	ธรรมชาติ	1	เทาเข้ม	-
7	ที่เข็น	เหล็กท่อ	ตัด / งอ / เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
8	โช่เส้น	Standard Part	Standard Part	ผิวเรียบมัน	2	Standard Part	-
9	ส่วนปิดโครงสร้างส่วนยก 01	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
10	ส่วนปิดโครงสร้างส่วนยก 02	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	เขียวแกมดำ	-
11	น็อตยึดส่วนปิดโครงสร้างส่วนยก	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
12	เข็มขัดนิรภัย	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	Standard Part	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
13	ห่วงแขวนถุง	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	เทา	-
SE	SEAT PARTS	-	-	-	-	-	Assembly Drawing at Plate 27
C	CONTROL PARTS	-	-	-	-	-	Assembly Drawing at Plate 29
F	FOOTREST PARTS	-	-	-	-	-	Assembly Drawing at Plate 27
S	STORAGE PARTS	-	-	-	-	-	Assembly Drawing at Plate 29
M	MOVING PARTS	-	-	-	-	-	Assembly Drawing at Plate 28

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART - - - SUB - PART - - - TYPE - - -

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR

FACULTY OF ARCHITECTURE

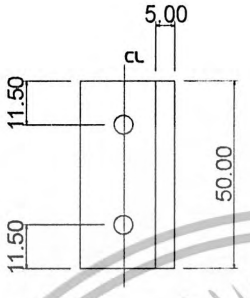
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

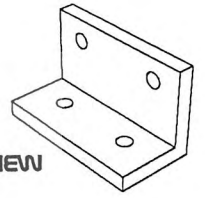
NO . 40025326

3

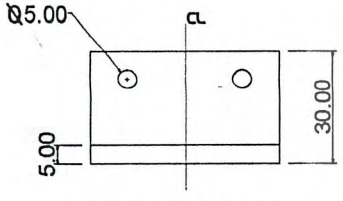
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



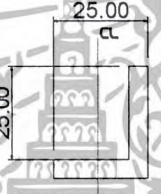
TOP VIEW



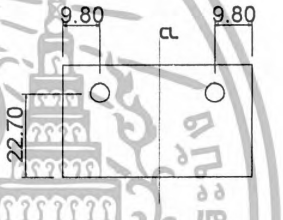
PERSPECTIVE VIEW



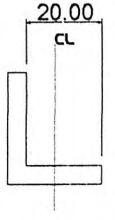
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW

BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART 01 SUB - PART - - - TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

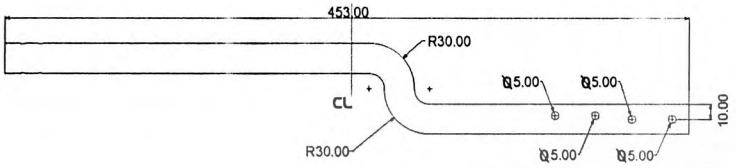
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

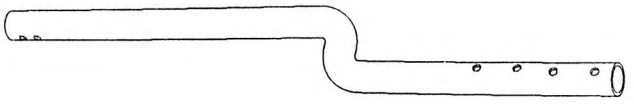
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

4

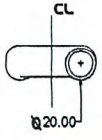
UNIT : MM.



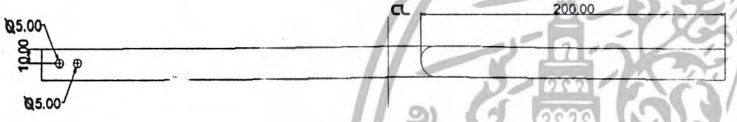
TOP VIEW



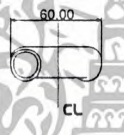
PERSPECTIVE VIEW



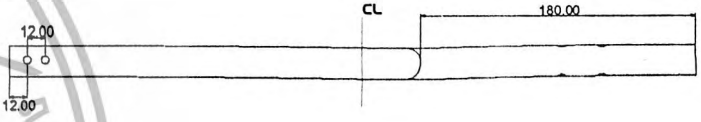
LEFT SIDE VIEW



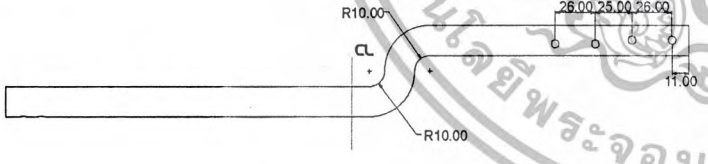
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	0 2	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

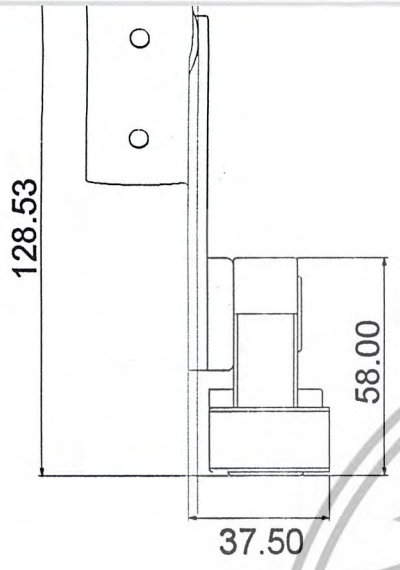
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

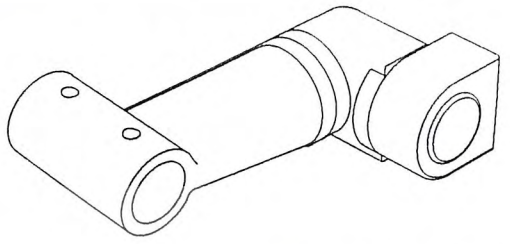
NO. 4000S326

S

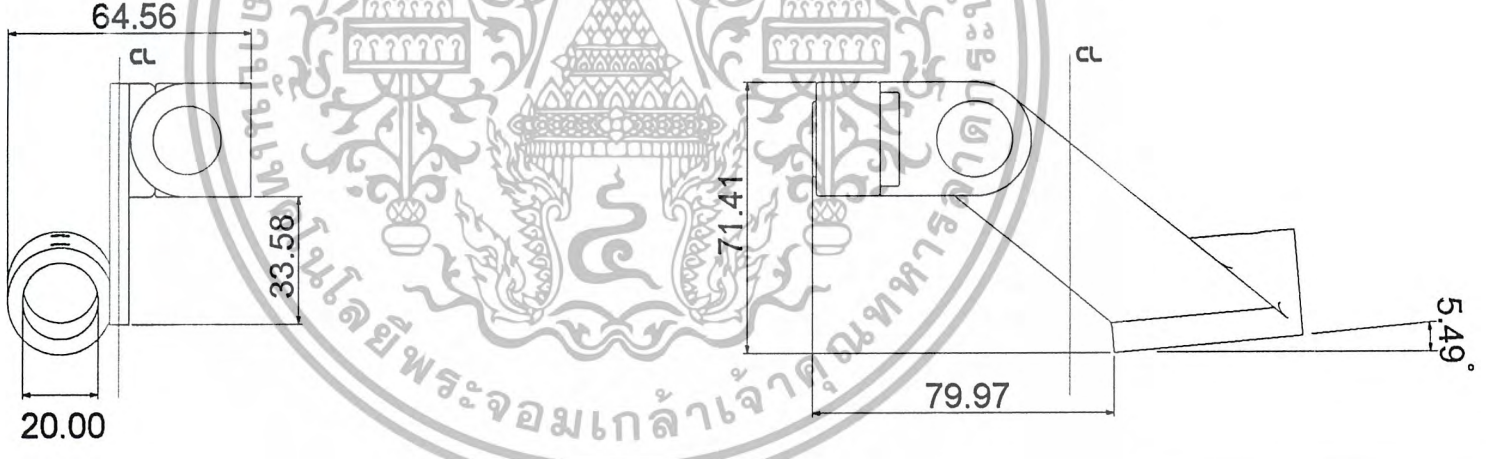
UNIT : MM.



TOP VIEW



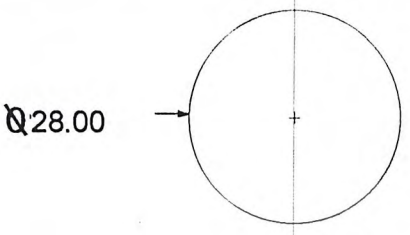
PERSPECTIVE VIEW



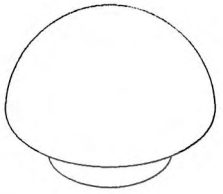
FRONT VIEW

SIDE VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	0 3	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 2
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				6
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.

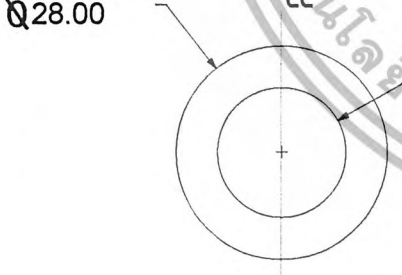


TOP VIEW



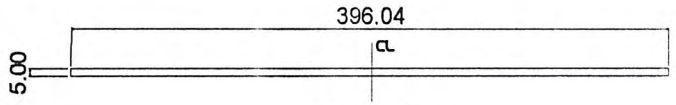
PERSPECTIVE VIEW

FRONT VIEW BACK VIEW SIDE VIEW

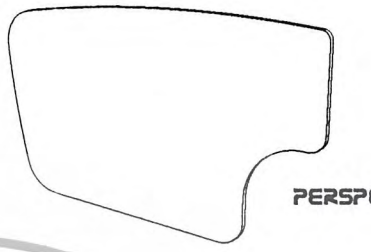


BOTTOM VIEW

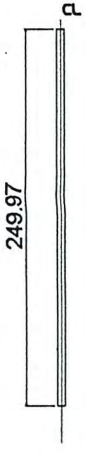
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	0 4	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 5
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



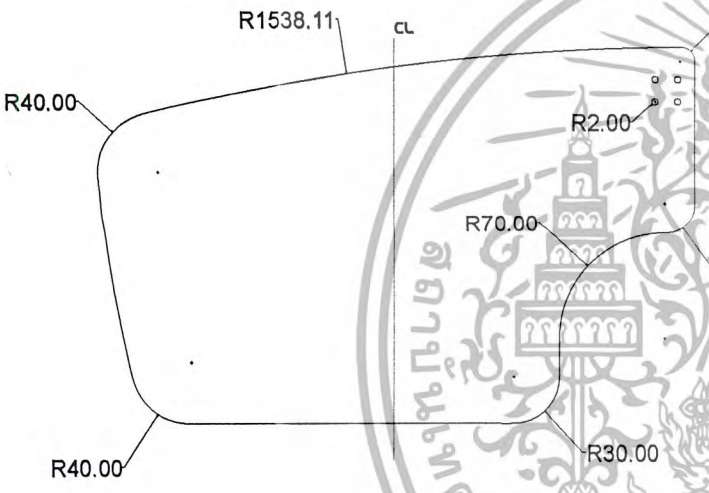
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

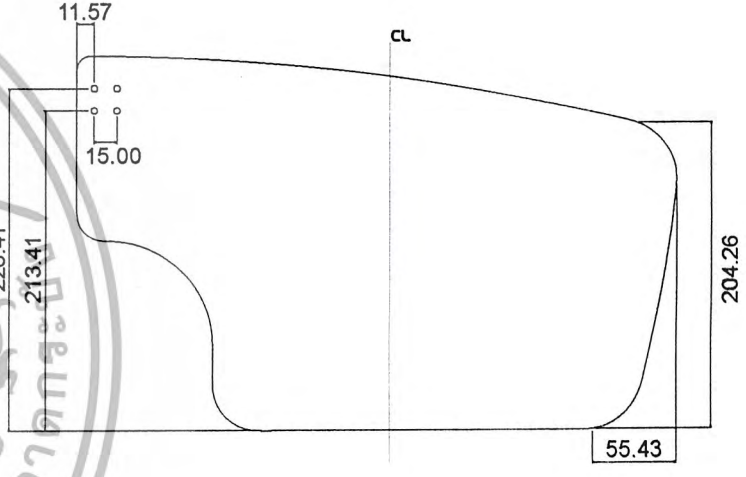


RIGHT SIDE VIEW

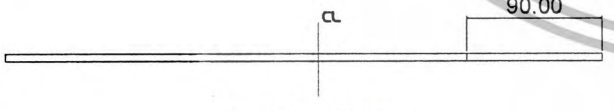


FRONT VIEW

LEFT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART 0 5 SUB - PART - - - TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

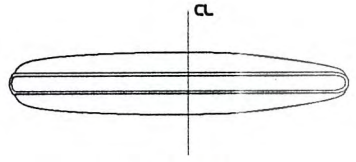
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326

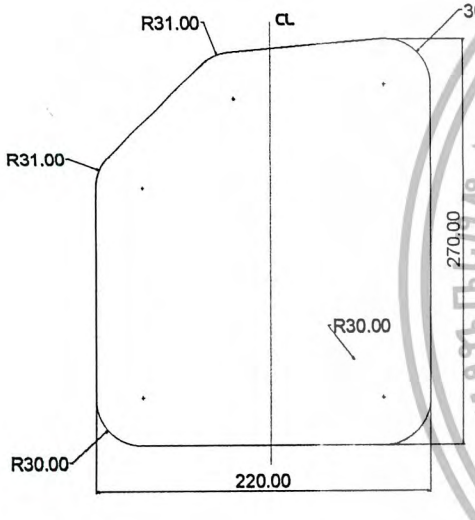
8

UNIT : MM.

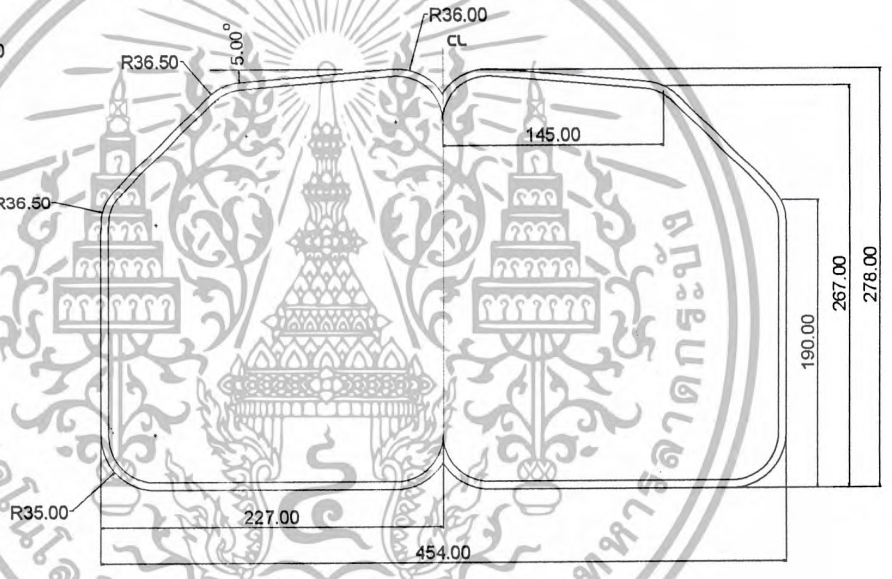


TOP VIEW

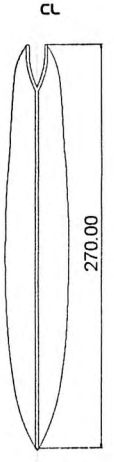
PERSPECTIVE VIEW



FRONT VIEW



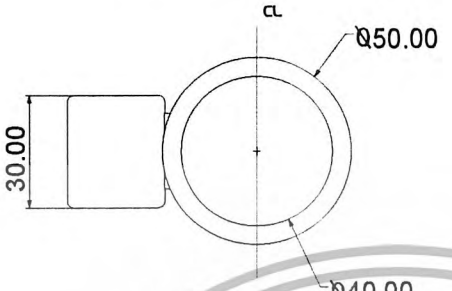
AUTHOGRAPHY



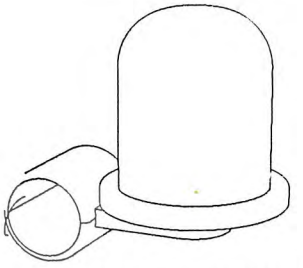
SIDE VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

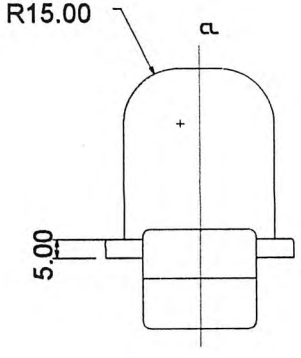
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	0 6	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 5
FACULTY OF ARCHITECTURE				9
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



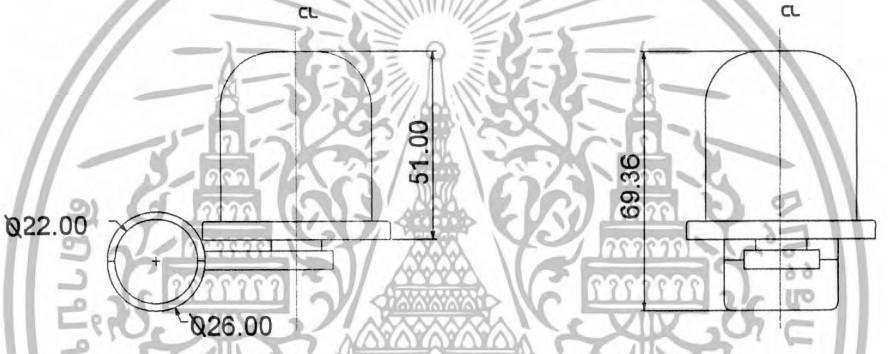
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

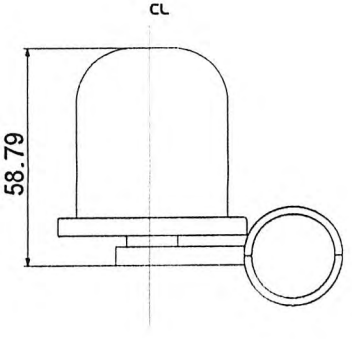


LEFT SIDE VIEW

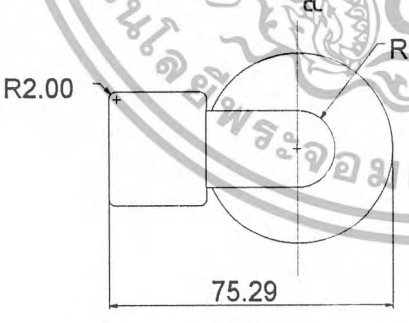


FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	0 8	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

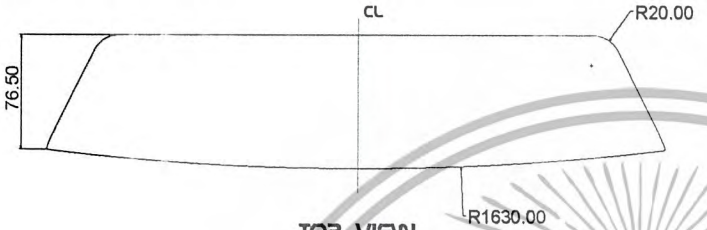
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

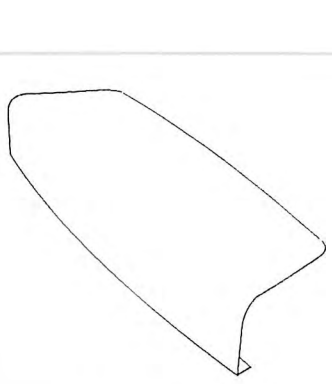
NO . 40025326

10

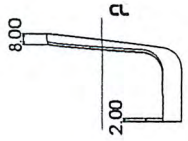
UNIT : MM.



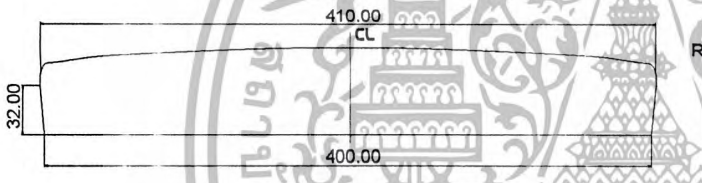
TOP VIEW



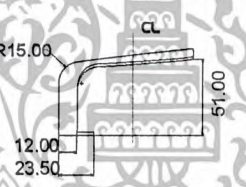
PERSPECTIVE VIEW



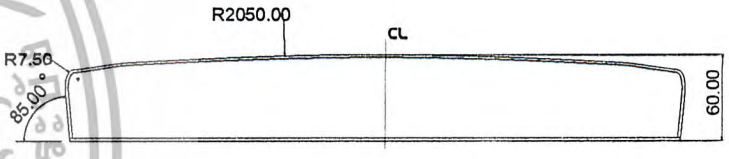
LEFT SIDE VIEW



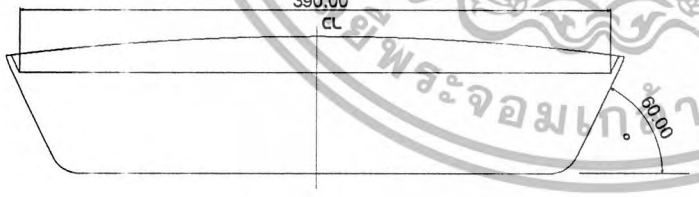
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	0 9	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

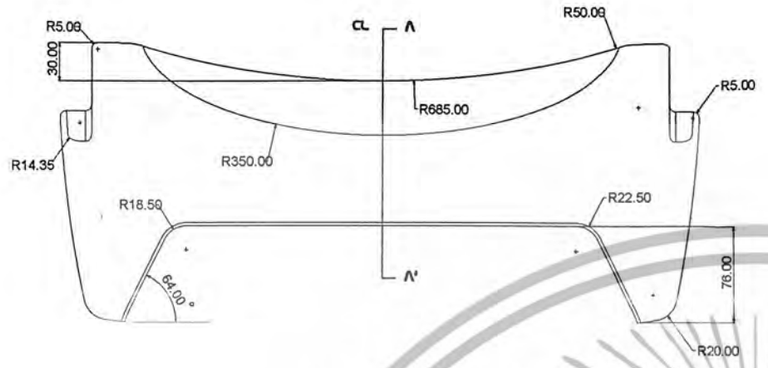
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

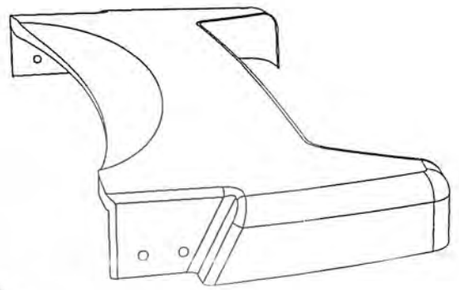
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

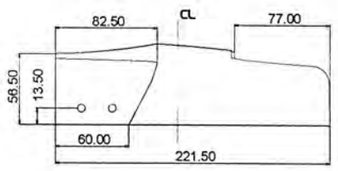
11



TOP VIEW

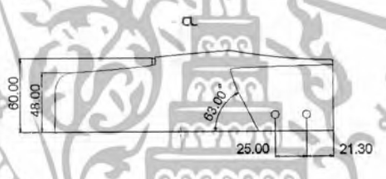


PERSPECTIVE VIEW

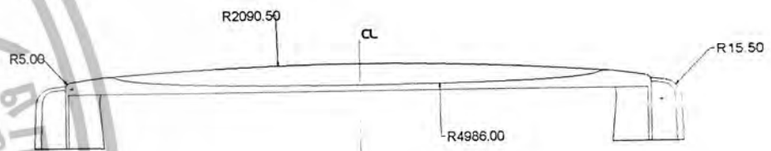


LEFT SIDE VIEW

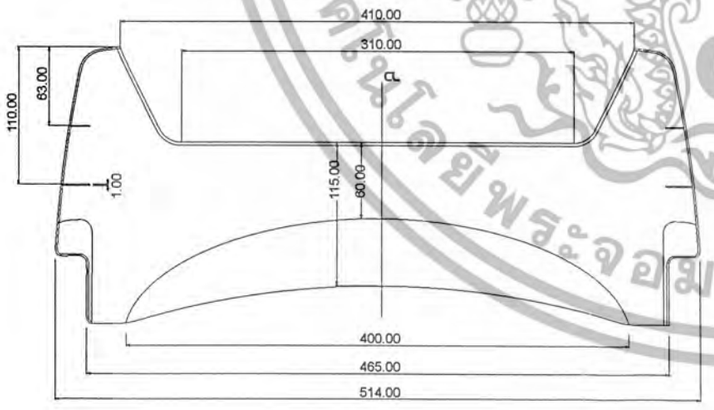
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

SECTION Λ – Λ'

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART 10 SUB – PART – – – TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

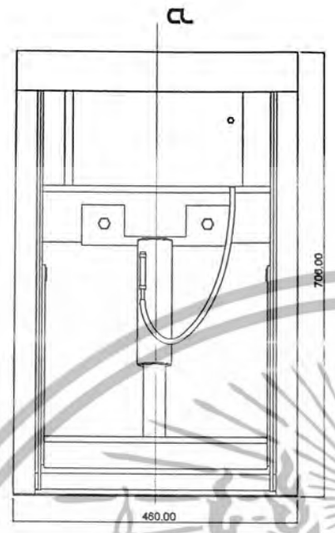
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326

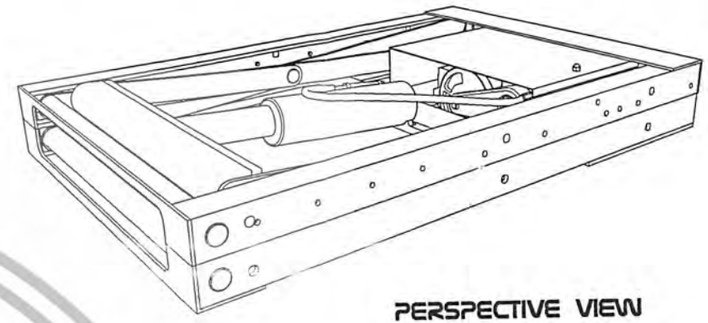
12

UNIT : MM.

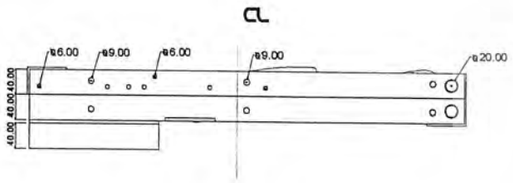
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



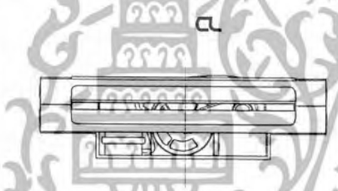
TOP VIEW



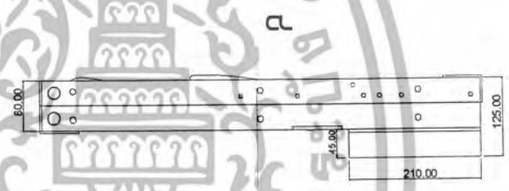
PERSPECTIVE VIEW



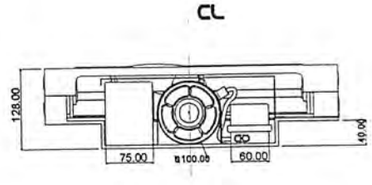
LEFT SIDE VIEW



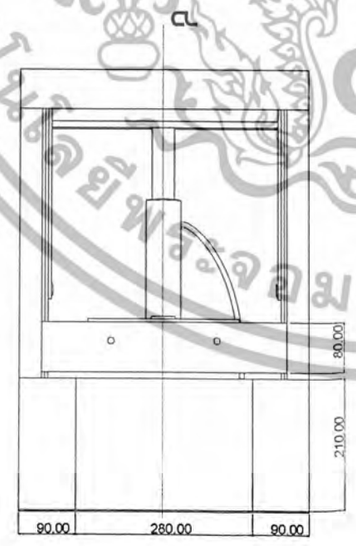
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



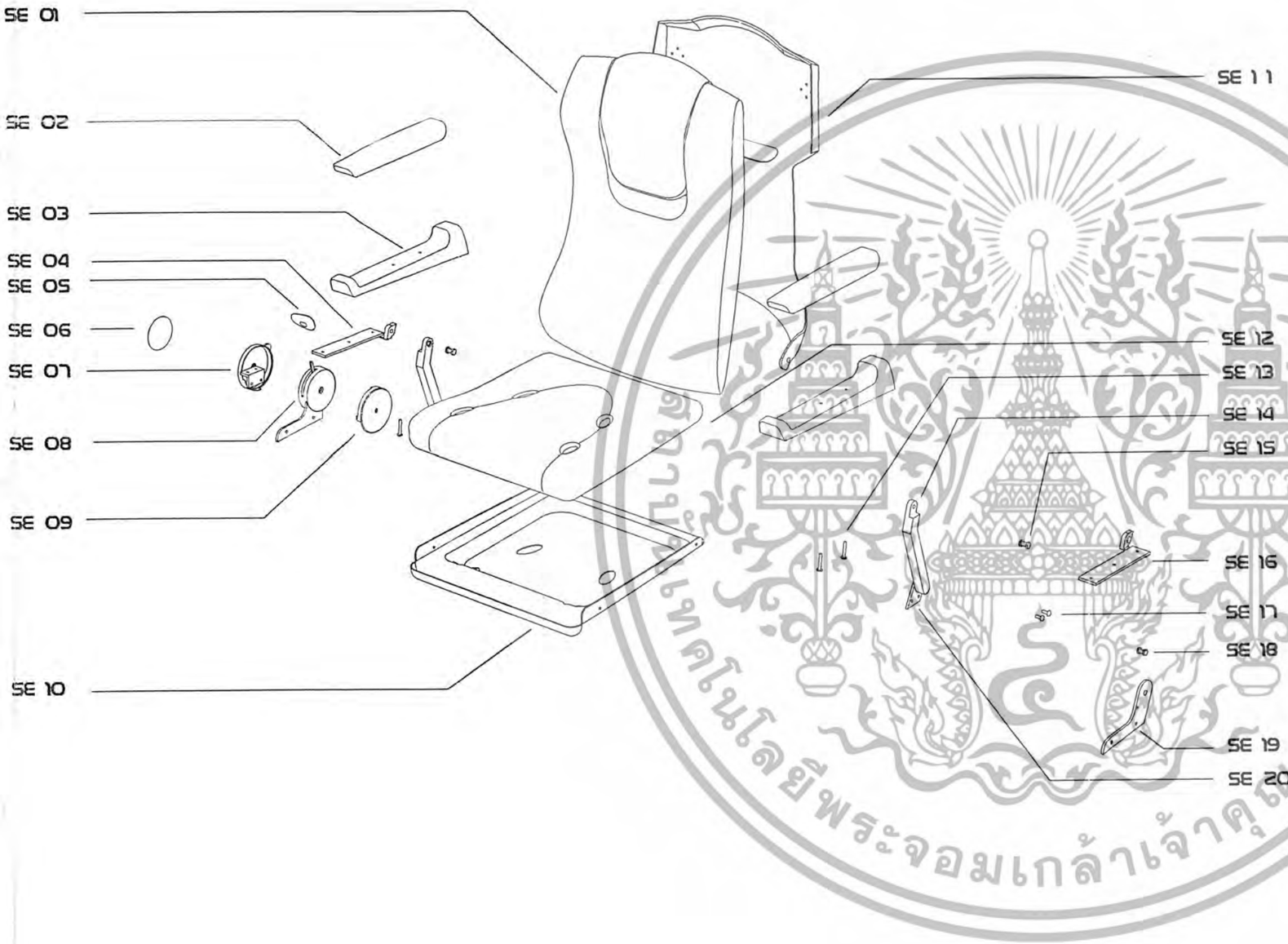
BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	13	SUB - PART	- - -	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 10
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT NO . 40025326		REMARK	13	UNIT : MM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SPECIFICATION

NO.	PART	MATERIAL	PROCESS	FINISHING	QUANTITY	COLOUR	REMARK
SE 01	พนักพิงหลัง	โฟมยาง	ขึ้นรูป	ธรรมชาติ	1	ครีม	-
SE 02	ส่วนพักแขน	โฟมยาง	ขึ้นรูป	ธรรมชาติ	2	ครีม	-
SE 03	ที่รองส่วนพักแขน	พลาสติก HDPE	ขึ้นรูป	ผิวเรียบมัน	2	เทาเข้ม	-
SE 04	โครงสร้างรองส่วนพักแขน	เหล็ก	ดัด / เชื่อม /เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
SE 05	คันโยกส่วนปรับแขน	พลาสติก HDPE	ขึ้นรูป	ผิวเรียบมัน	1	เรียบเทาดำ	-
SE 06	แผ่นล็อกมุมองศา	อลูมิเนียม	ตัด	ผิวเรียบมัน	1	ผิน	ตกแต่งผิวด้วยสีดำเกรดอุตสาหกรรม
SE 07	ชิ้นควบคุมส่วนปรับแขน 1	พลาสติก PP	ขึ้นรูป	ผิวเรียบมัน	1	เรียบเทาดำ	-
SE 08	กลไกส่วนปรับแขน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	Standard Part	-
SE 09	ส่วนควบคุมส่วนปรับแขน 2	พลาสติก PP	ขึ้นรูป	ผิวเรียบมัน	1	เรียบเทาดำ	-
SE 10	ส่วนของที่รองเท้าที่ไม่	ไฟเบอร์กลาส	ทา	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
SE 11	โครงสร้างพนักพิงหลัง	ไฟเบอร์กลาส	ทา	ผิวเรียบมัน	1	โครเมียม	-
SE 12	เบาะที่นั่ง	โฟมยาง	ขึ้นรูป	ธรรมชาติ	1	ครีม	-
SE 13	น็อตยึดส่วนพักแขน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ขนาด 2 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
SE 14	โครงสร้างส่วนพักแขน	เหล็ก	ดัด / เชื่อม	ผิวเรียบมัน	2	เทาเข้ม	-
SE 15	น็อตยึดส่วนปรับพับแขน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ขนาด 2 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
SE 16	โครงสร้างรองส่วนพักแขน	เหล็ก	ดัด / เชื่อม /เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
SE 17	น็อตยึดโครงสร้างส่วนพักแขน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ขนาด 2 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
SE 18	น็อตยึดจุดหมุนส่วนปรับแขน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	Standard Part	ขนาด 2 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบชิ้นงาน
SE 19	โครงส่วนปรับแขน	เหล็ก	ดัด / เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
SE 20	ก้านยึดโครงสร้าง 01	เหล็ก	ดัด / เจาะ	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART SE SUB - PART - - - TYPE - - -

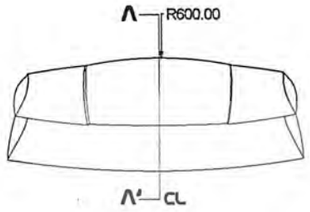
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR

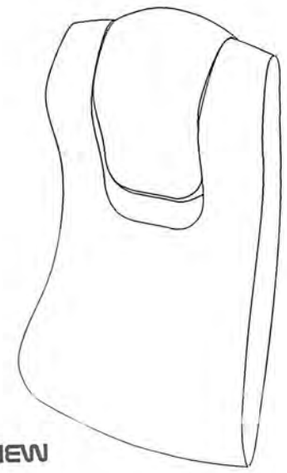
FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
INR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 60025326

14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

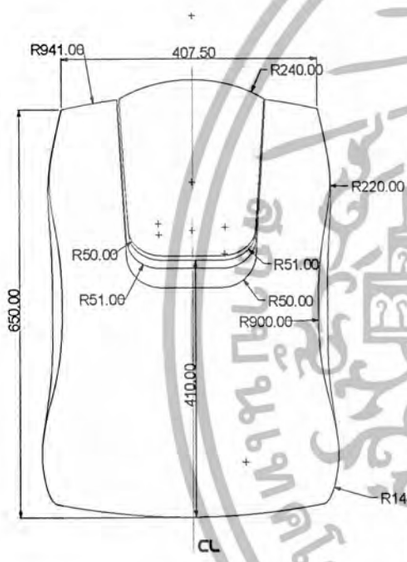


TOP VIEW

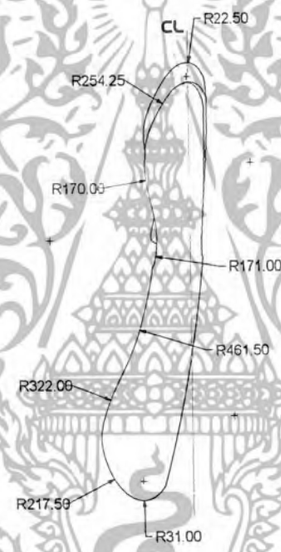


PERSPECTIVE VIEW

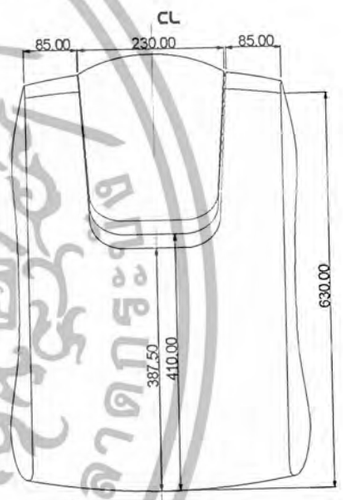
LEFT SIDE VIEW



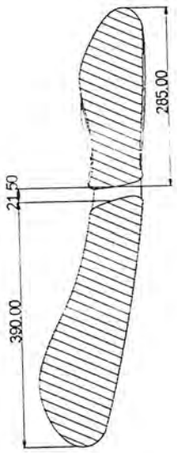
FRONT VIEW



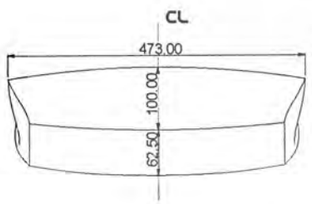
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION A – A'



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB – PART	SE 0 1	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 10

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO. 40025326

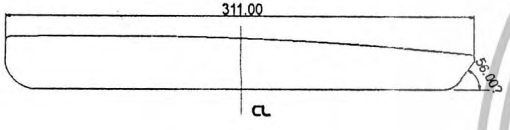
15

UNIT : mm

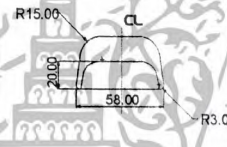
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERSPECTIVE VIEW

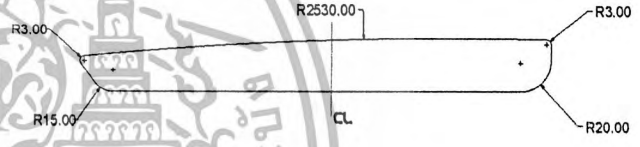
TOP VIEW



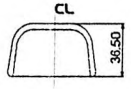
LEFT SIDE VIEW



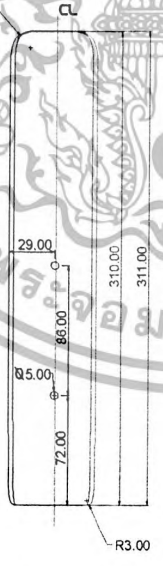
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

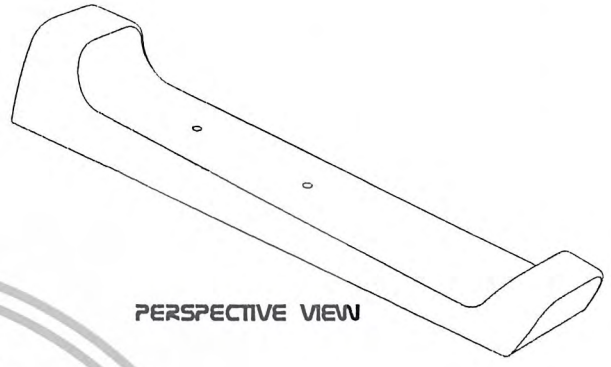


BACK VIEW

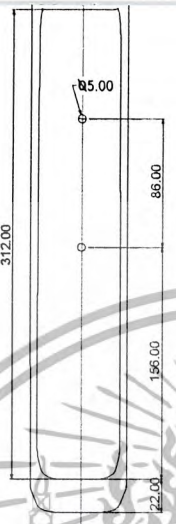


BOTTOM VIEW

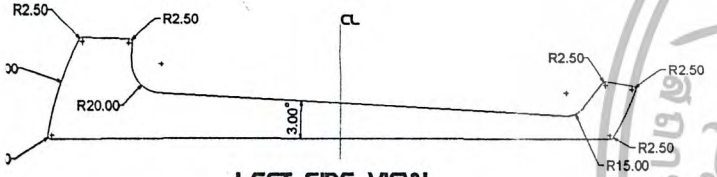
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB - PART SE 0 2	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 5
FACULTY OF ARCHITECTURE				16
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



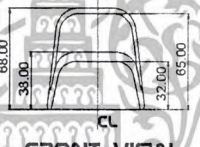
PERSPECTIVE VIEW



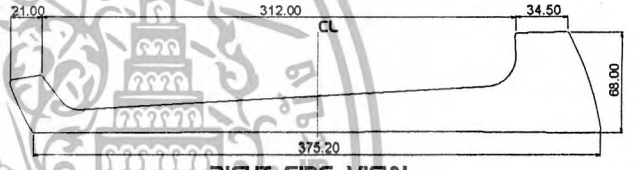
TOP VIEW



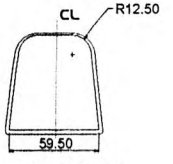
LEFT SIDE VIEW



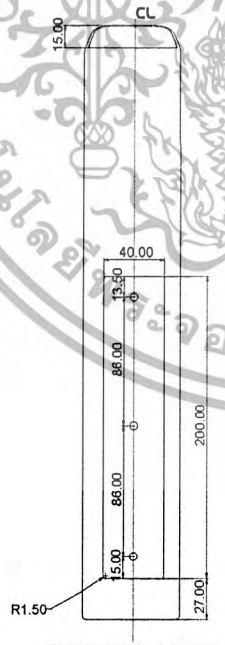
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE	○ DRAWING	○ ASSEMBLY	○ SECTION	○ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB - PART	SE 0 3	TYPE ○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

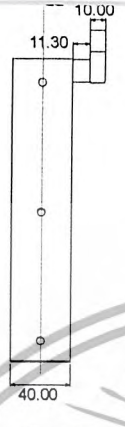
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

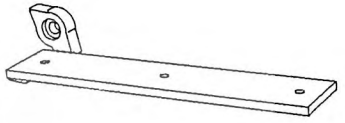
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326

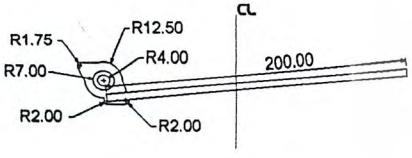
UNIT : MM.



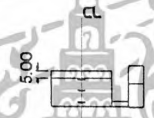
TOP VIEW



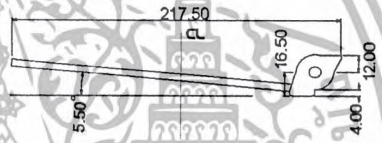
PERSPECTIVE VIEW



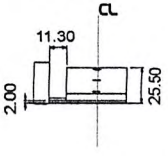
LEFT SIDE VIEW



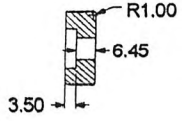
FRONT VIEW



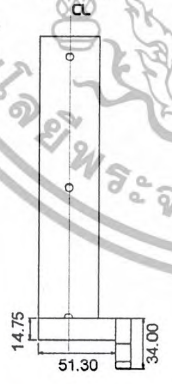
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION C – C'
SCALE 1 : 2.5



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART 56 SUB - PART SE 0 4 TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

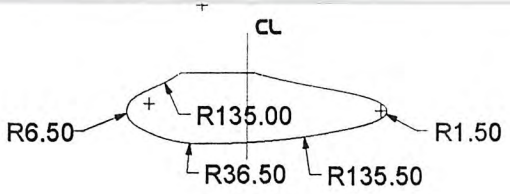
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

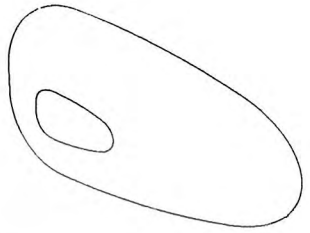
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

18

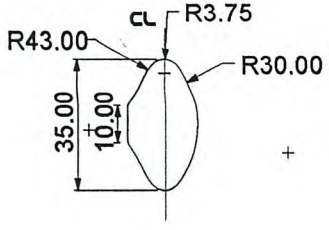
UNIT : MM



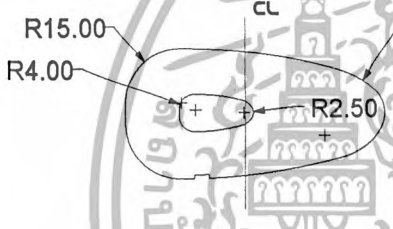
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

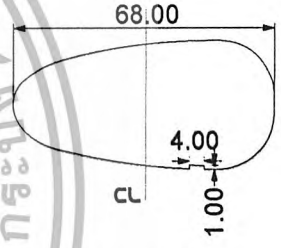


LEFT SIDE VIEW

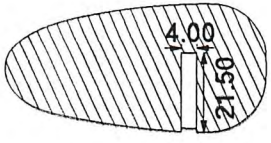


FRONT VIEW

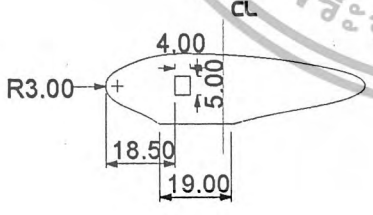
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION 3 - 3'



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART SE SUB - PART SE 0 5 TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

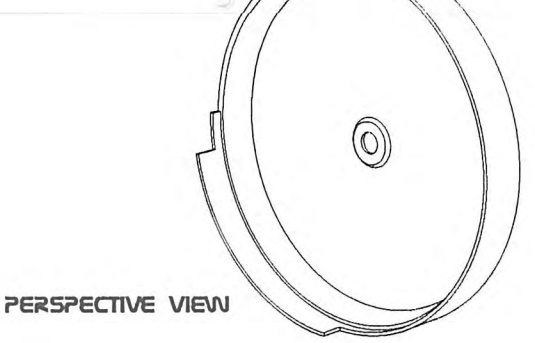
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

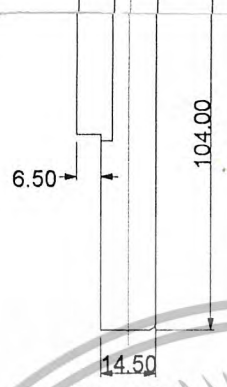
NO . 40025326

19

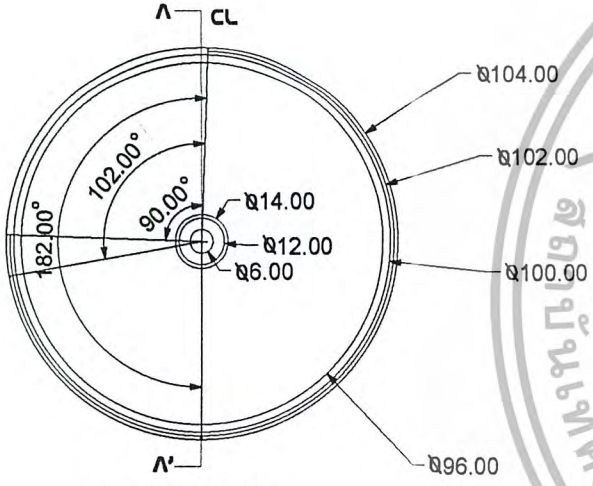
UNIT : MM.



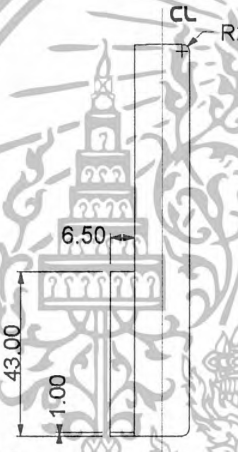
PERSPECTIVE VIEW



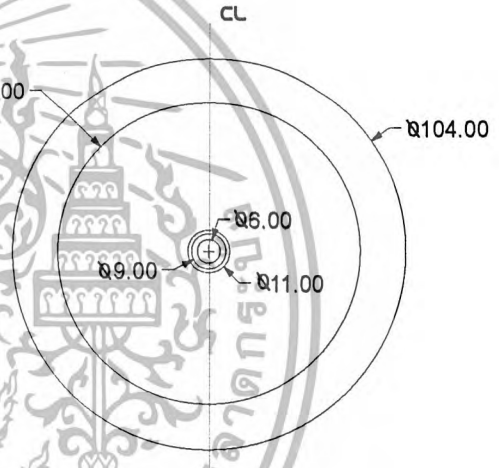
TOP VIEW



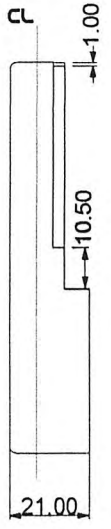
LEFT SIDE VIEW



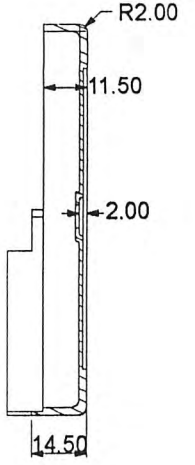
FRONT VIEW



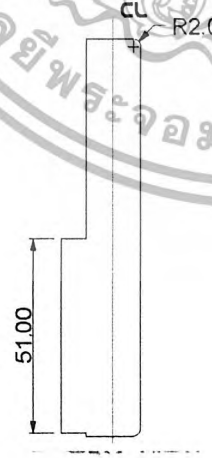
RIGHT SIDE VIEW



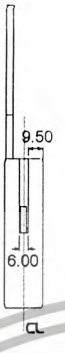
BACK VIEW



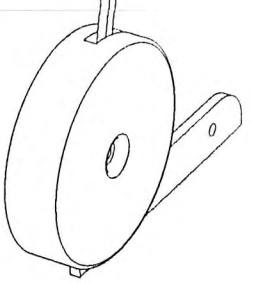
SECTION A – A'



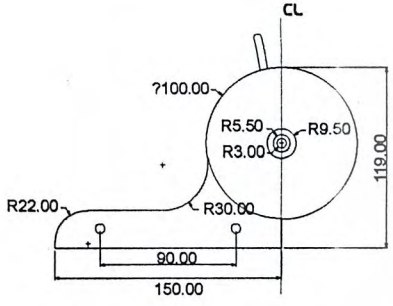
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB – PART SE 0 7	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE 1 : 2	
FACULTY OF ARCHITECTURE			20	
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO. 40025326			UNIT : MM.	



TOP VIEW



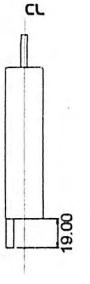
PERSPECTIVE VIEW



LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW

BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART SE SUB - PART SE 0 8 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

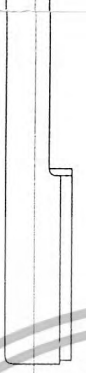
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

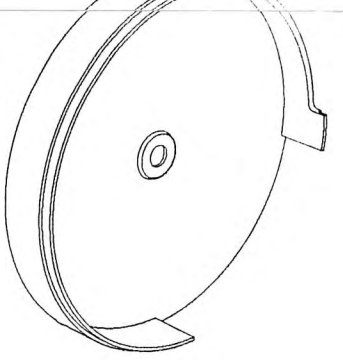
NO . 40025326

21

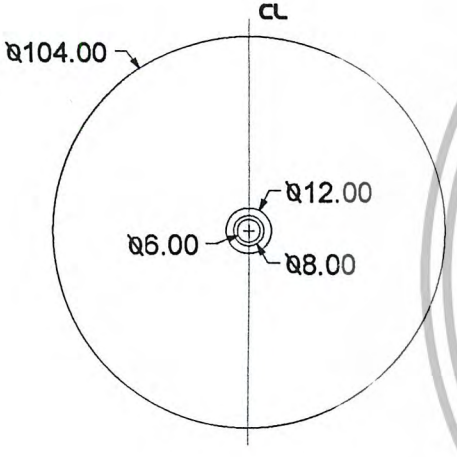
UNIT : MM.



TOP VIEW

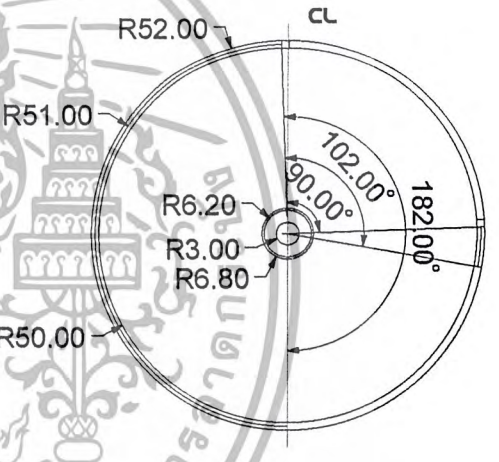


PERSPECTIVE VIEW

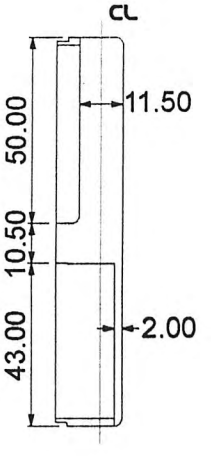


LEFT SIDE VIEW

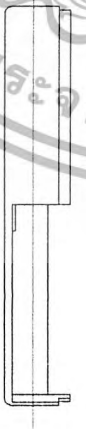
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB - PART SE 0 9	TYPE	○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

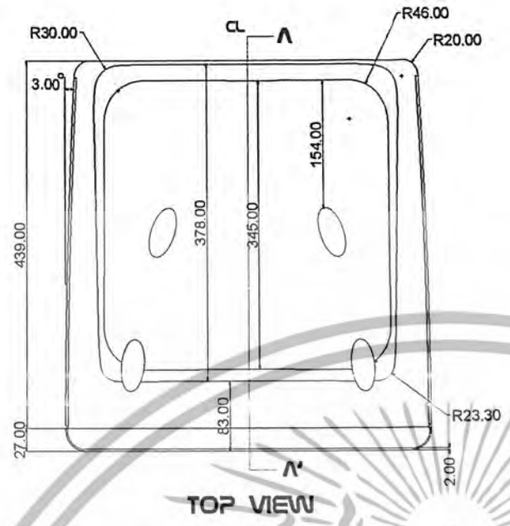
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

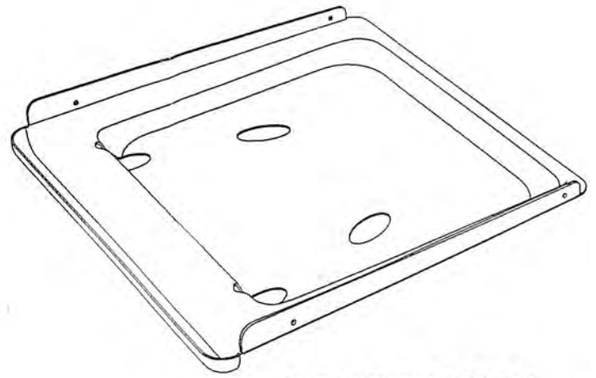
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

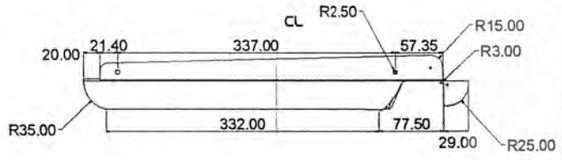
22



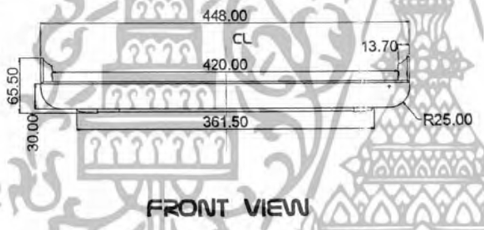
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

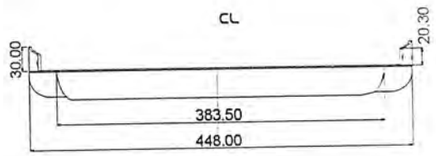


LEFT SIDE VIEW

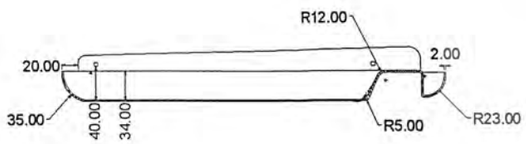


FRONT VIEW

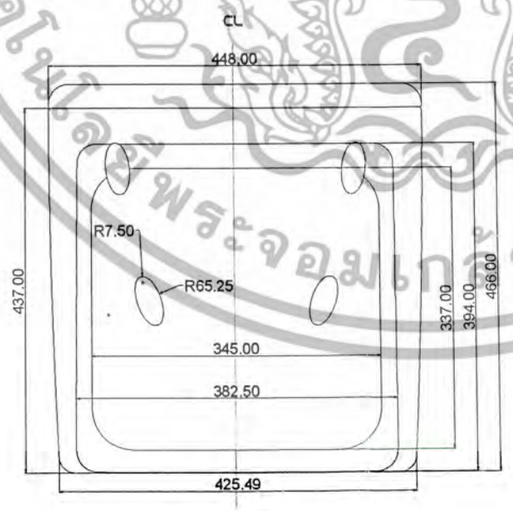
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION A - A'



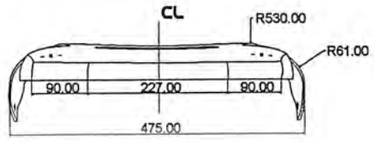
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB - PART	SE10	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

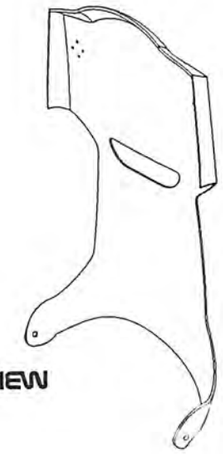
KING MONGKUT' INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT	POWERED WHEELCHAIR	SCALE 1 : 15
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT NO. 40025326		23 UNIT : mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

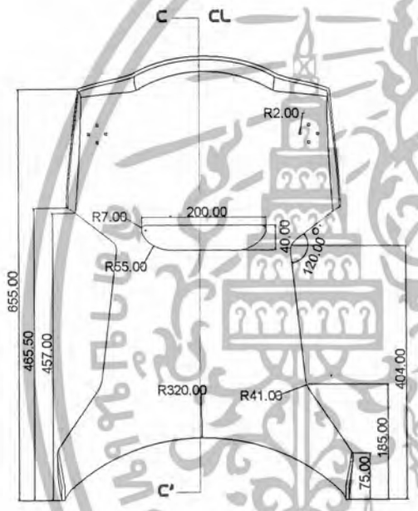


TOP VIEW



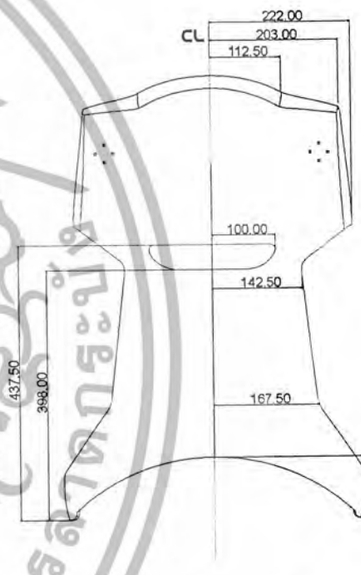
PERSPECTIVE VIEW

LEFT SIDE VIEW

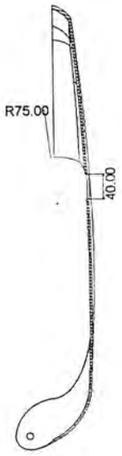


FRONT VIEW

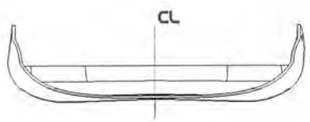
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



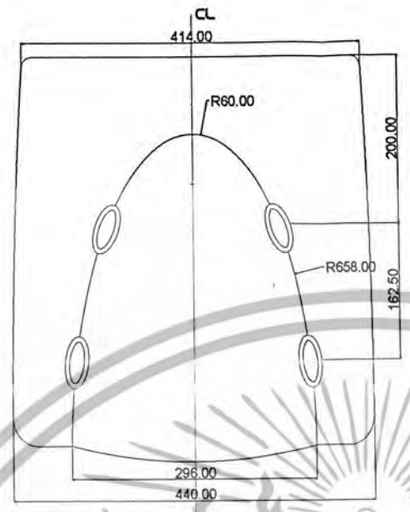
SECTION C – C'



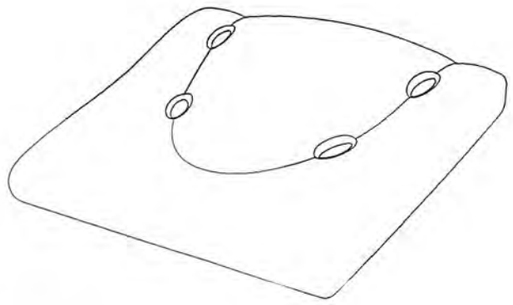
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB – PART SE 1 1		TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 10
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT NO . 40025326				24 UNIT : MM.

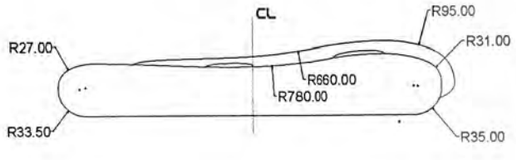
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



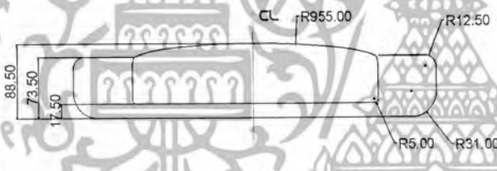
TOP VIEW



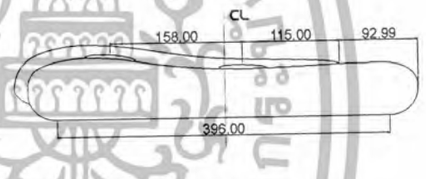
PERSPECTIVE VIEW



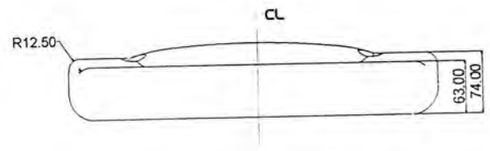
LEFT SIDE VIEW



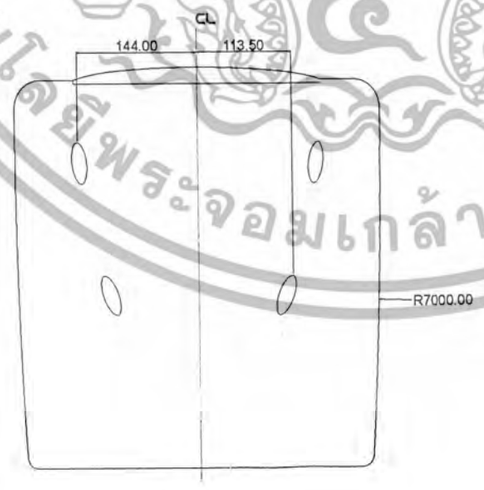
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART SE SUB - PART SE 1 2 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 15

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

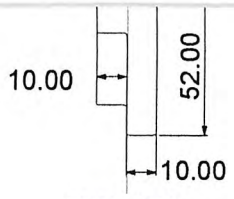
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO. 40025326

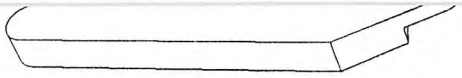
25

UNIT : mm.

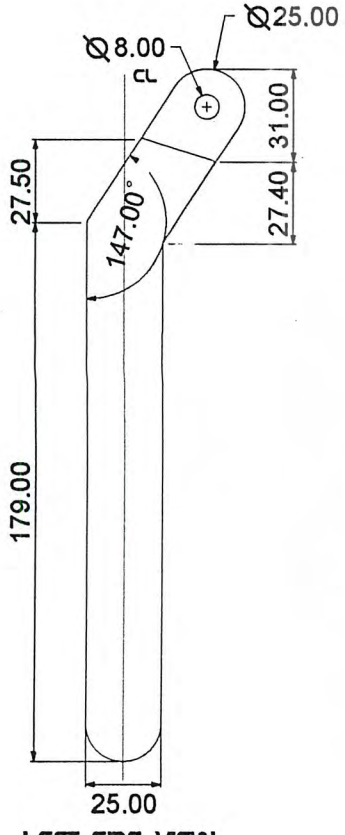
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEW



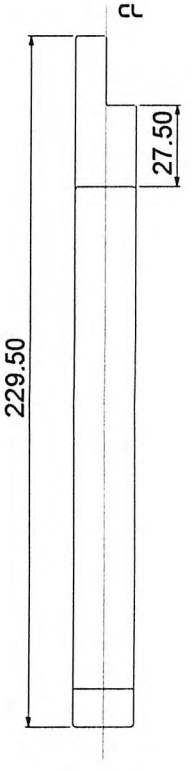
PERSPECTIVE VIEW



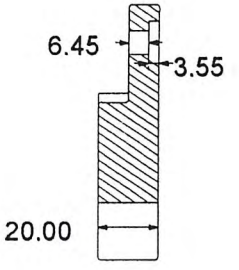
LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

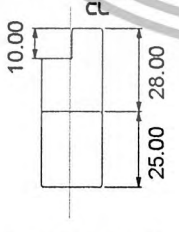
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION S – S'



BOTTOM VIEW

PAGE ○ DRAWING ○ ASSEMBLY ○ SECTION ○ LAYOUT DRAWING

PART PART SE SUB - PART SE 1 4 TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

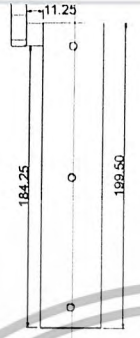
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326

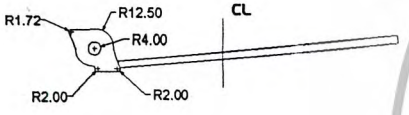
26

UNIT : MM.

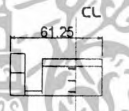


TOP VIEW

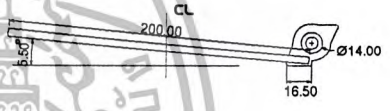
PERSPECTIVE VIEW



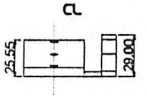
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



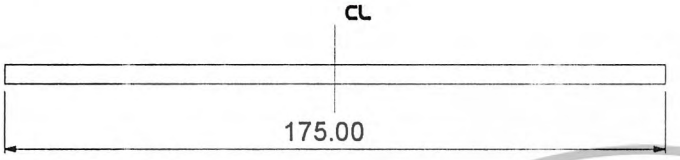
BACK VIEW

BOTTOM VIEW

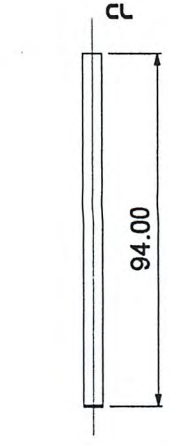
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB - PART SE 16	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 5
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO. 40025326				UNIT : MM.

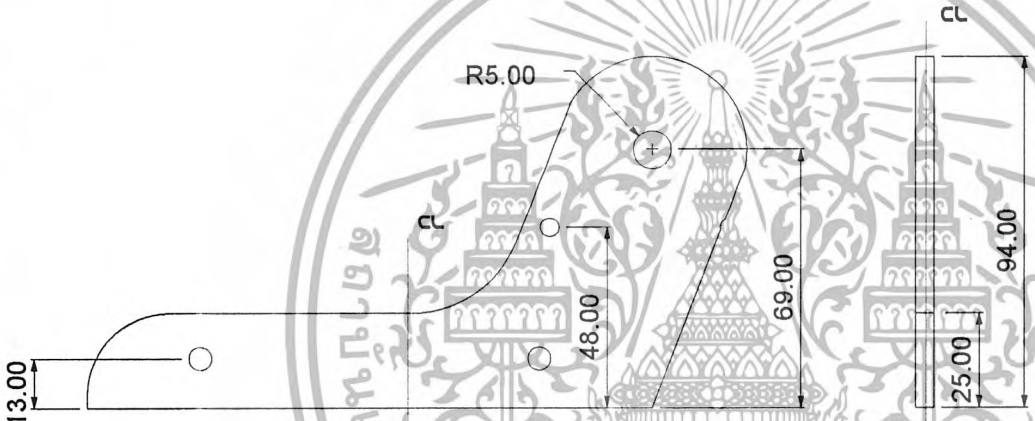
27



TOP VIEW

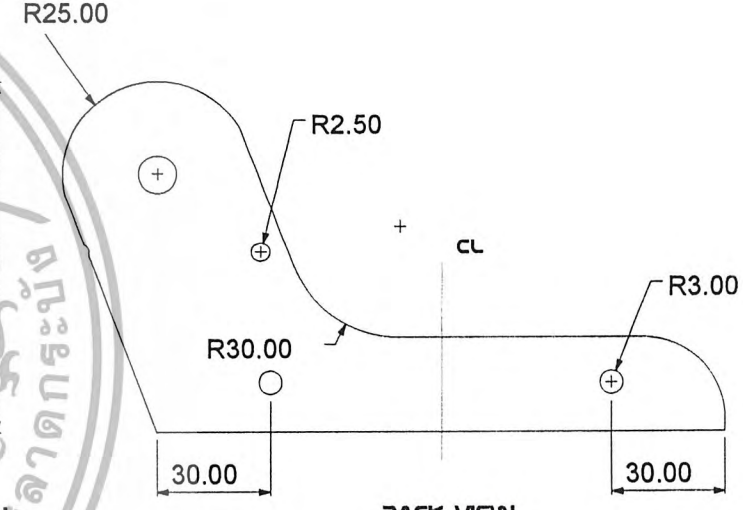


LEFT SIDE VIEW

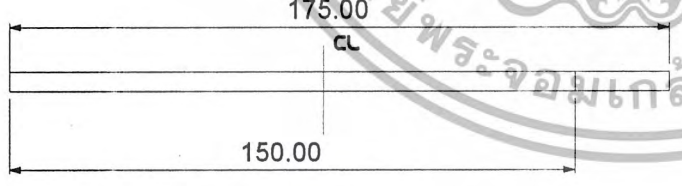


FRONT VIEW

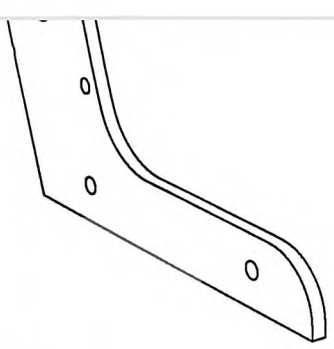
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW

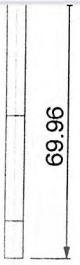


BOTTOM VIEW

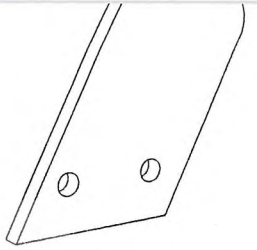


PERSPECTIVE VIEW

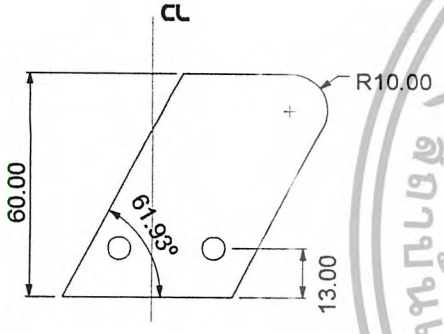
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART SE	SUB – PART SE 1 9	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 2
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				28
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO. 40025326				UNIT : MM.



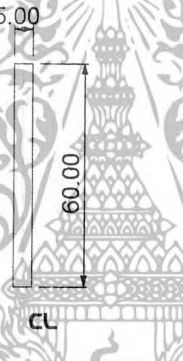
TOP VIEW



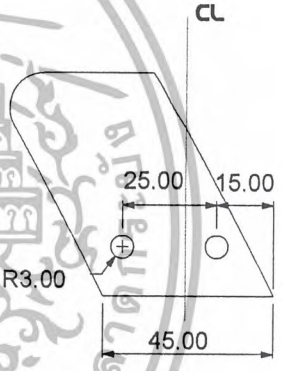
PERSPECTIVE VIEW



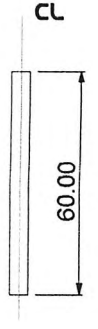
LEFT SIDE VIEW



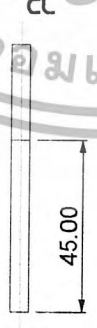
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART SE SUB - PART SE 2 0 TYPE ○ DESIGNED PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ○ STANDARD PART

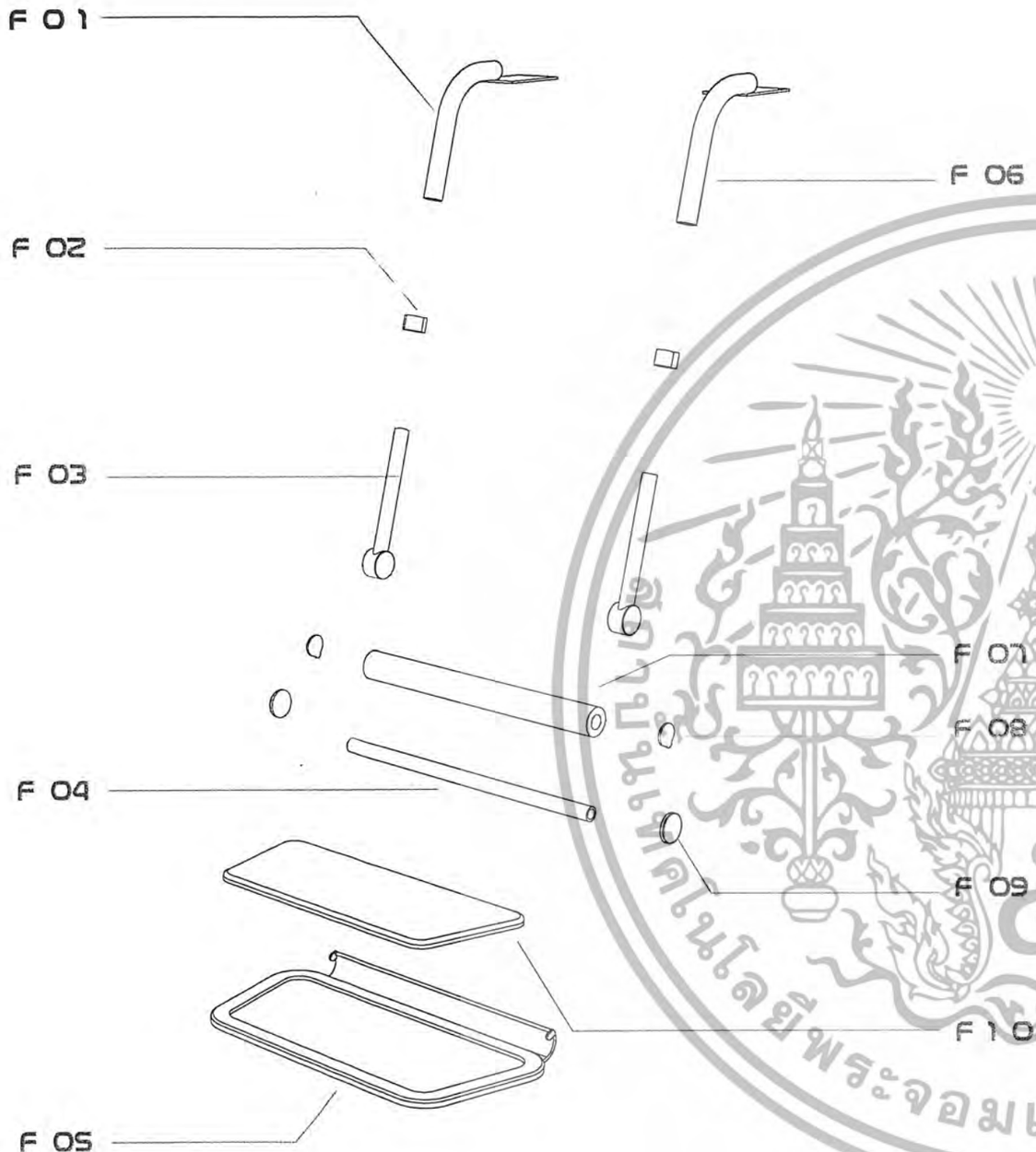
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

29



SPECIFICATION

NO.	PART	MATERIAL	PROCESS	FINISHING	QUANTITY	COLOUR	REMARK
F 01	โครงล่วนพักเท้า 1	เหล็ก	งอ / เชื่อม	ผิวเรียบมัน	1	โครเมี่ยม	-
F 02	ตัวล็อคท่อ	พลาสติก PP	Standard Part	ผิวเรียบมัน	2	เทา	-
F 03	โครงล่วนพักเท้า 2	เหล็ก	ตัด / เชื่อม	ผิวเรียบมัน	2	โครเมี่ยม	-
F 04	แกนยึดล่วนพักเท้า	เหล็ก	ตัด	ผิวเรียบมัน	1	โครเมี่ยม	-
F 05	โครงแผ่นรองเท้า	เหล็ก	ตัด / เชื่อม	ผิวเรียบมัน	1	โครเมี่ยม	-
F 06	โครงล่วนพักเท้า 1,2	เหล็ก	งอ / เชื่อม	ผิวเรียบมัน	1	โครเมี่ยม	-
F 07	โฟมกันเท้า	กริบโฟม	ฉีด	ธรรมชาติ	1	ดำ	-
F 08	ข้อต่อส่วนรองเท้า	เหล็ก	ตัด	ผิวเรียบมัน	2	โครเมี่ยม	-
F 09	แผ่นสะท้อนแสง 2	พลาสติก PS	ฉีด	ผิวเรียบมัน	2	ส้ม	-
F 10	โฟมรองเท้า	กริบโฟม	ฉีด	ธรรมชาติ	1	ดำ	-

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB - PART - - - TYPE - - -

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

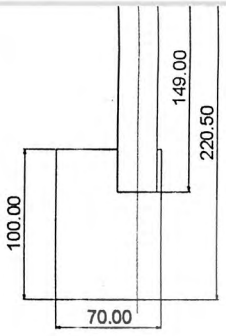
PROJECT POWERED WHEELCHAIR

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

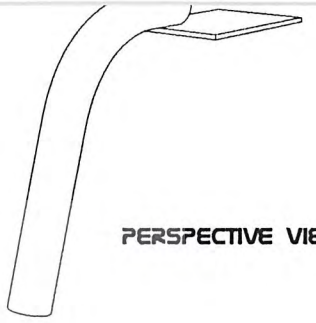
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

30

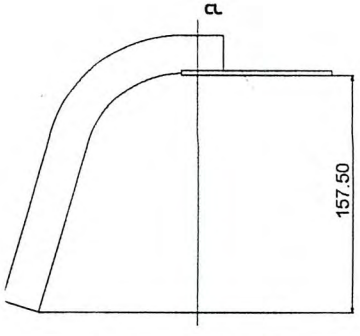
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



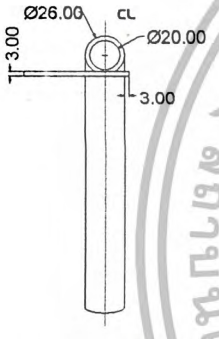
TOP VIEW



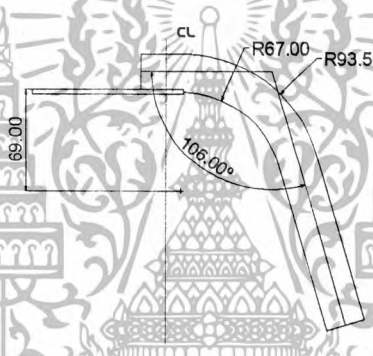
PERSPECTIVE VIEW



LEFT SIDE VIEW

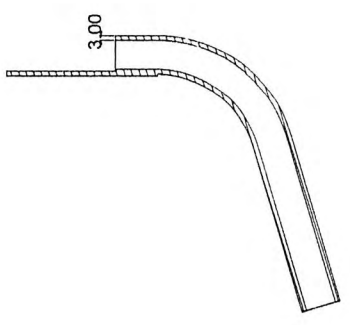


FRONT VIEW

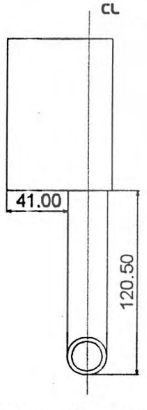


RIGHT SIDE VIEW

BACK VIEW



SECTION A – A'



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB – PART F 01 TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

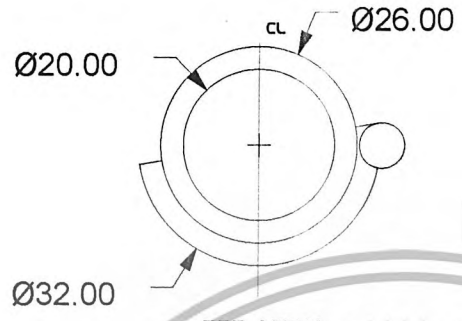
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

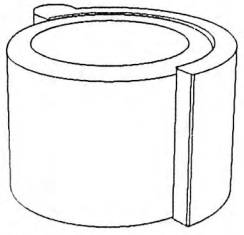
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

31

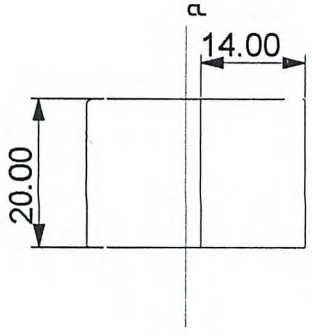
NO. 4000525726 UNIT : MM.



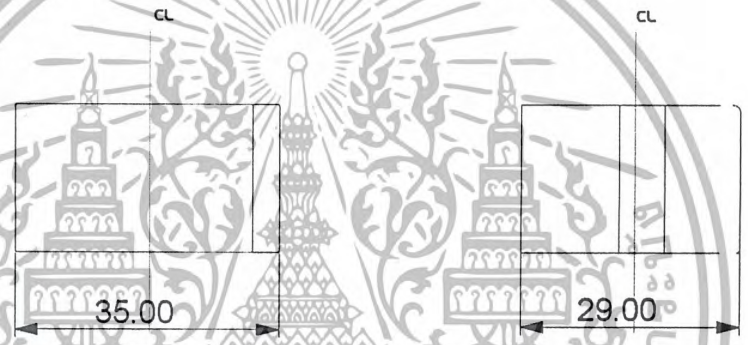
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

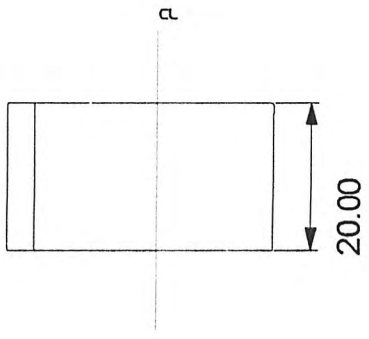


LEFT SIDE VIEW

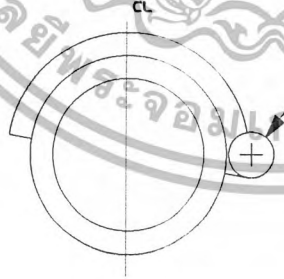


FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB - PART F 0 2 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 1

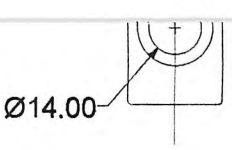
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

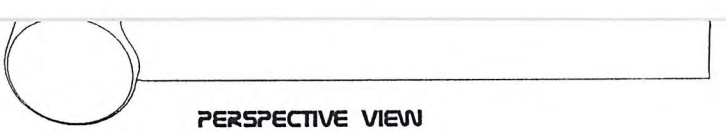
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

32

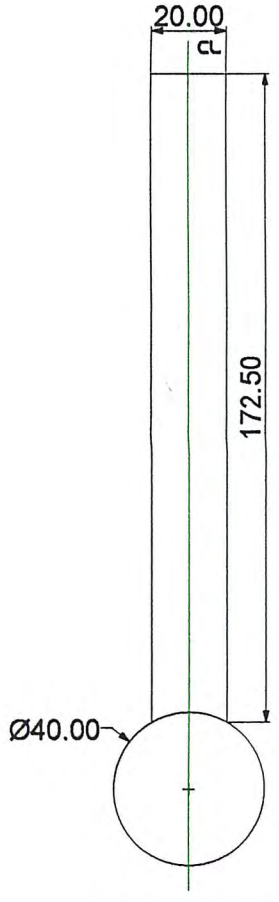
UNIT : MM



TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

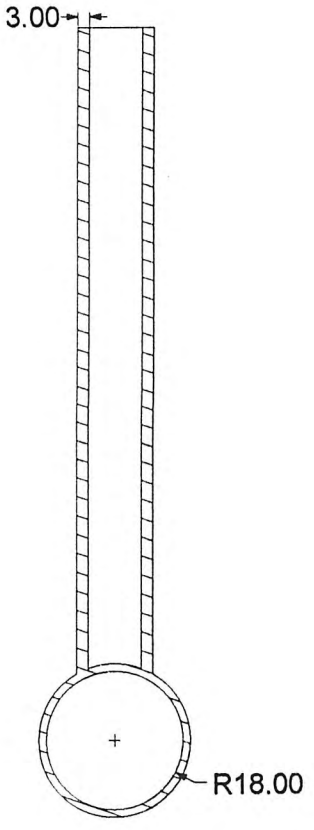


LEFT SIDE VIEW

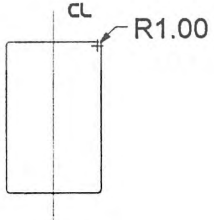
FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW

BACK VIEW



SECTION S - S'



PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART F	SUB - PART F 03	TYPE	○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

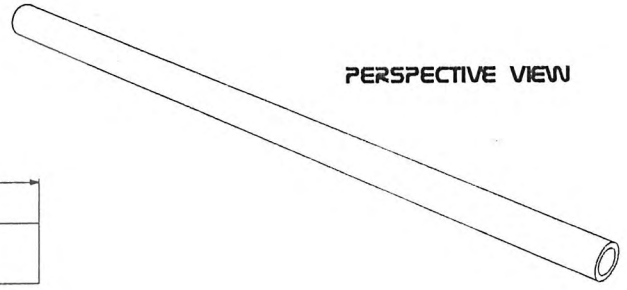
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

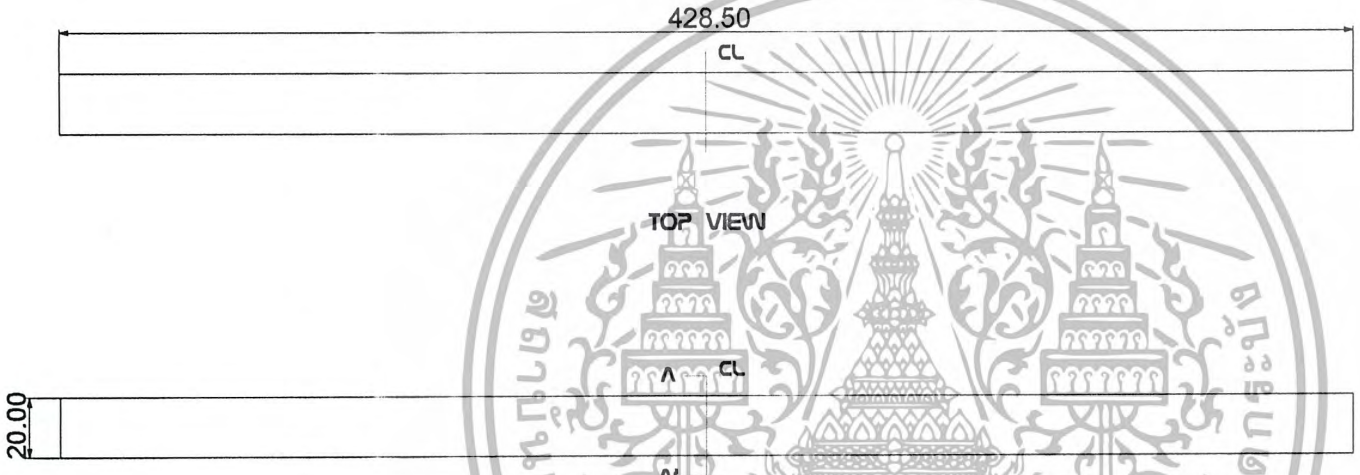
NO. 00025326

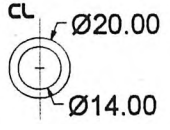
33

UNIT : MM.



PERSPECTIVE VIEW





SIDE VIEW

SECTION A – A'

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART F	SUB – PART F 04	TYPE	○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2.5

FACULTY OF ARCHITECTURE

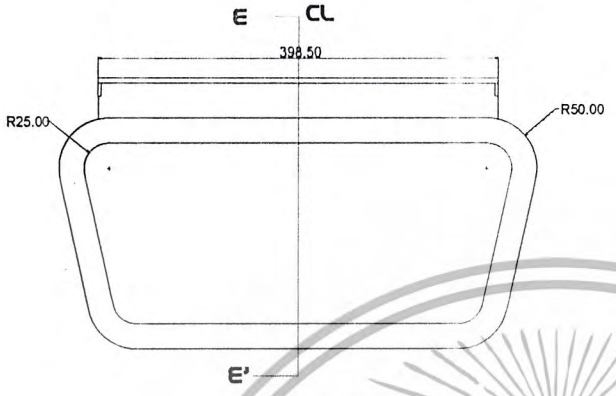
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

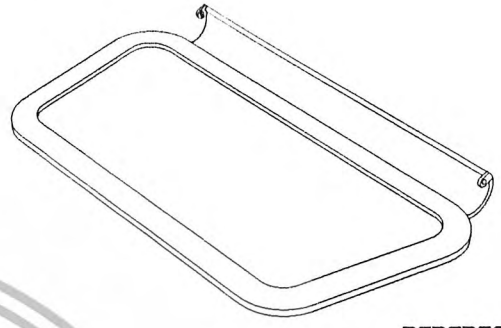
NO . 40025326

34

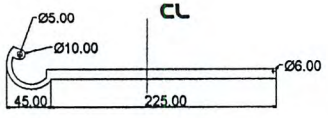
UNIT : MM.



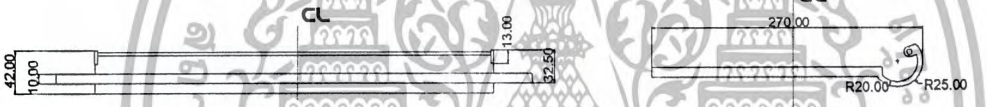
TOP VIEW



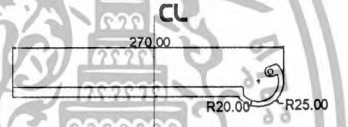
PERSPECTIVE VIEW



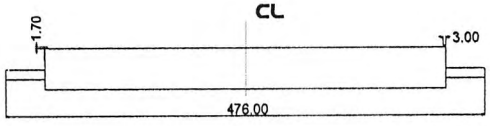
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW

BOTTOM VIEW

SECTION E – E'

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB – PART F O S TYPE ○ DESIGNED PART

○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 0.5

FACULTY OF ARCHITECTURE

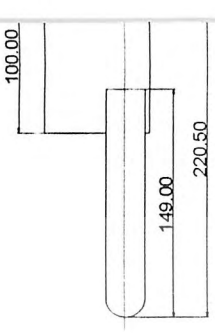
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

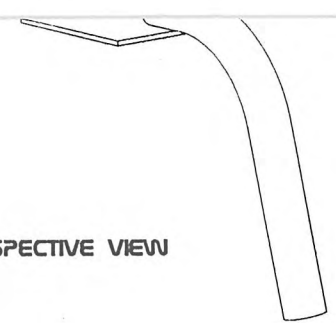
NO. 4002532E

3S

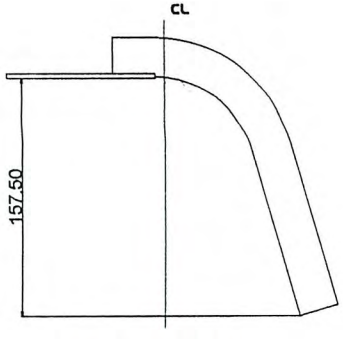
UNIT : MM.



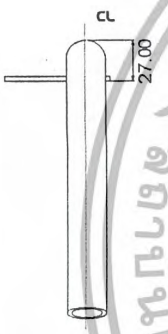
TOP VIEW



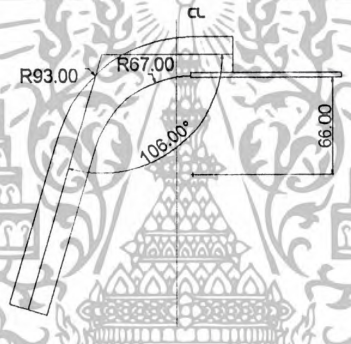
PERSPECTIVE VIEW



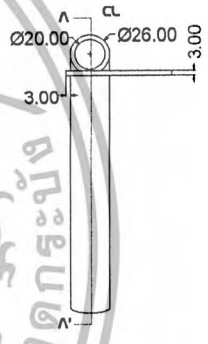
LEFT SIDE VIEW



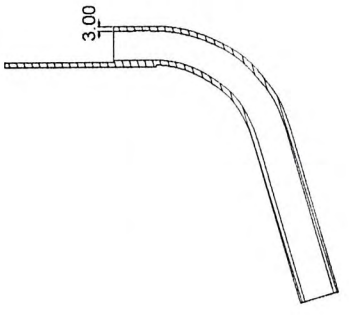
FRONT VIEW



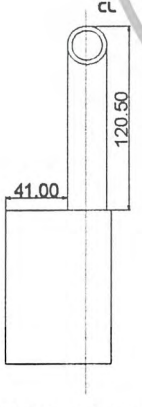
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION Λ – Λ'



BOTTOM VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART F	SUB – PART	F 0 6	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

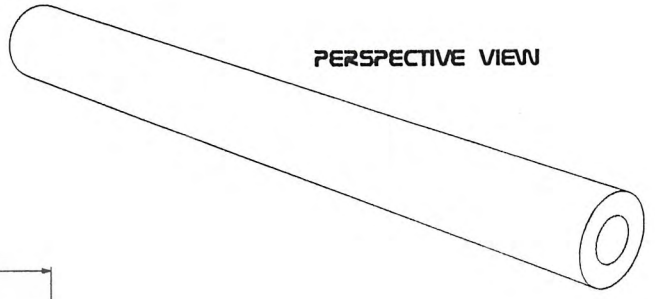
FACULTY OF ARCHITECTURE

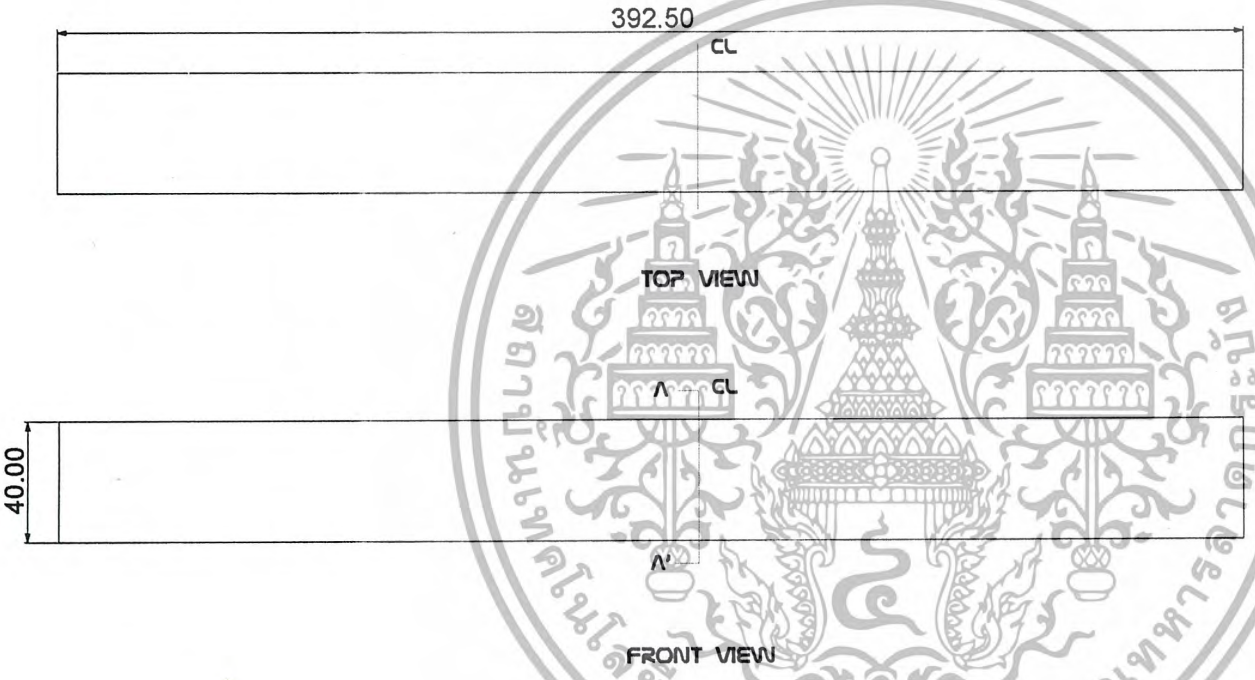
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

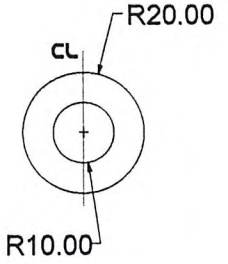
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

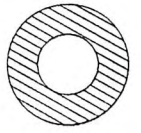
36

UNIT : MM.









PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB - PART F 07 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2.5

FACULTY OF ARCHITECTURE

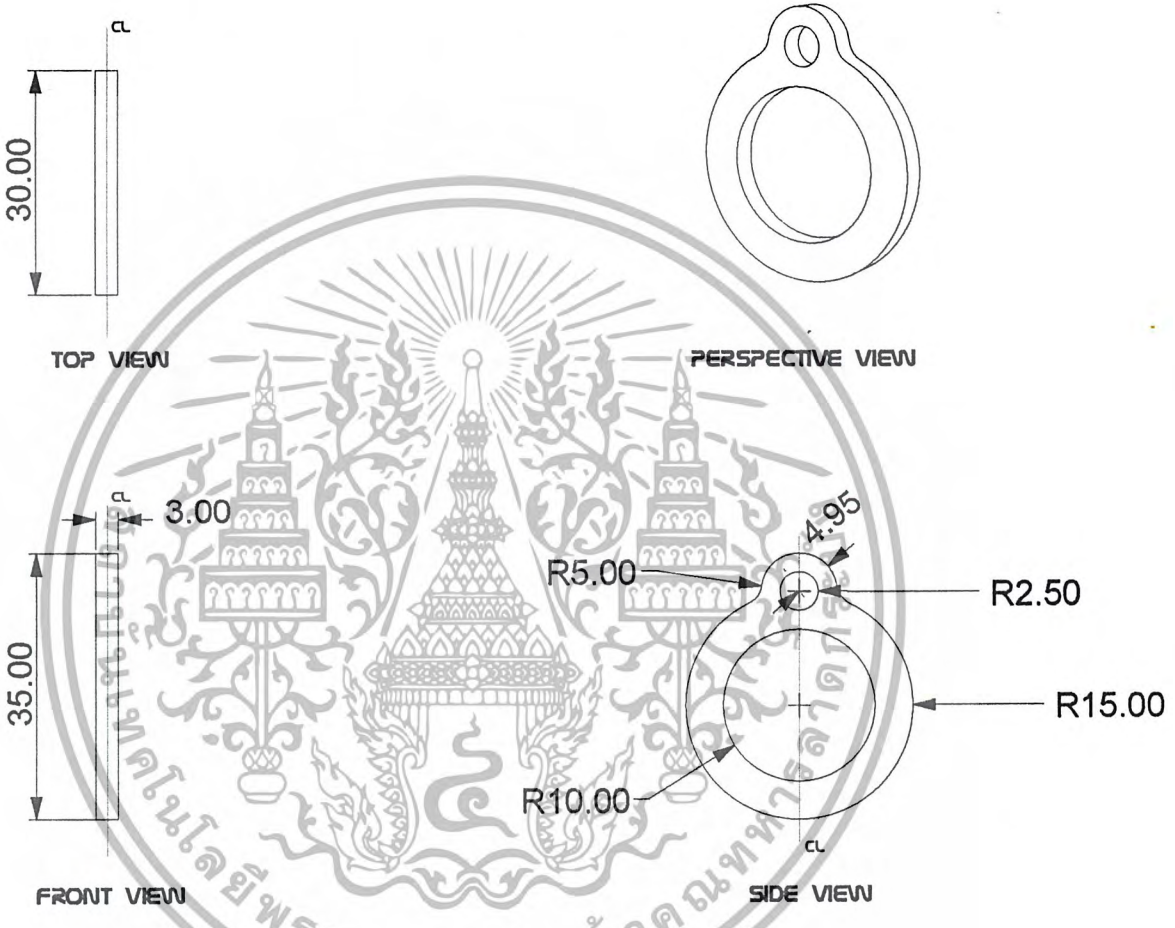
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

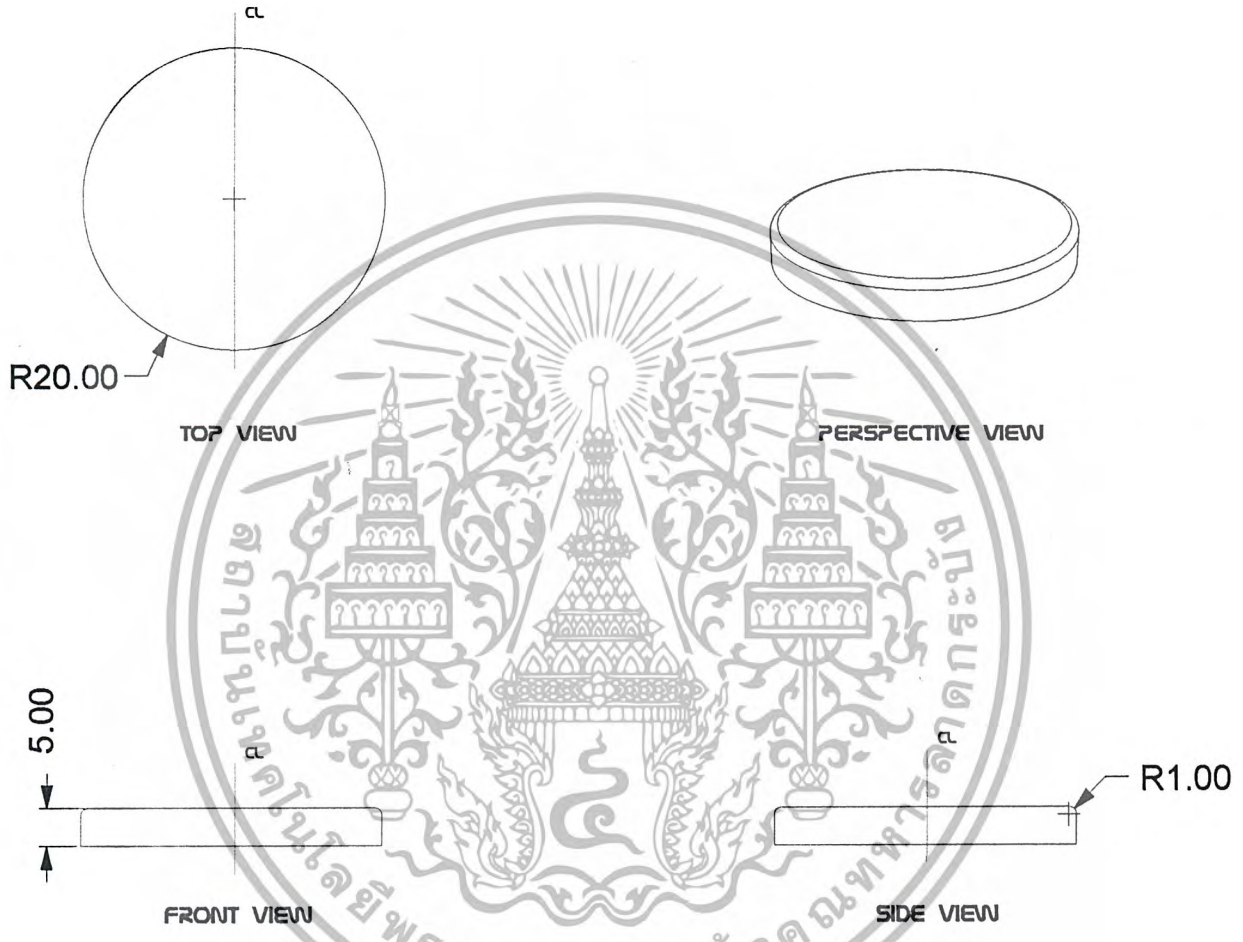
NO . 40025326

37

UNIT : MM.



PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART F	SUB - PART F 0 8		TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAR			SCALE
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				38
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART F	SUB - PART F 0 9	TYPE	○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 1

FACULTY OF ARCHITECTURE

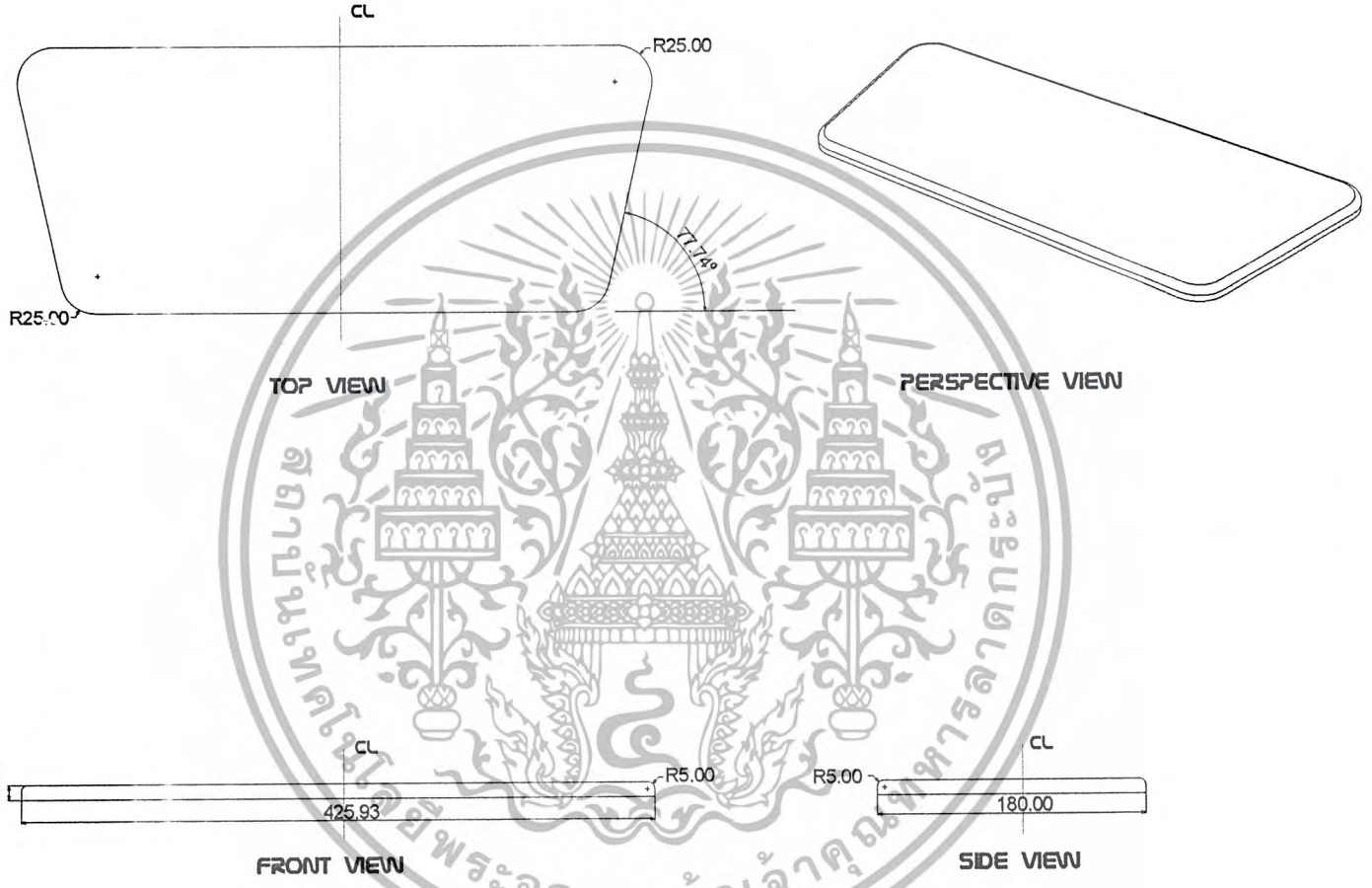
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO. 40025326

39

UNIT : MM.



PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB - PART F 1 0 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

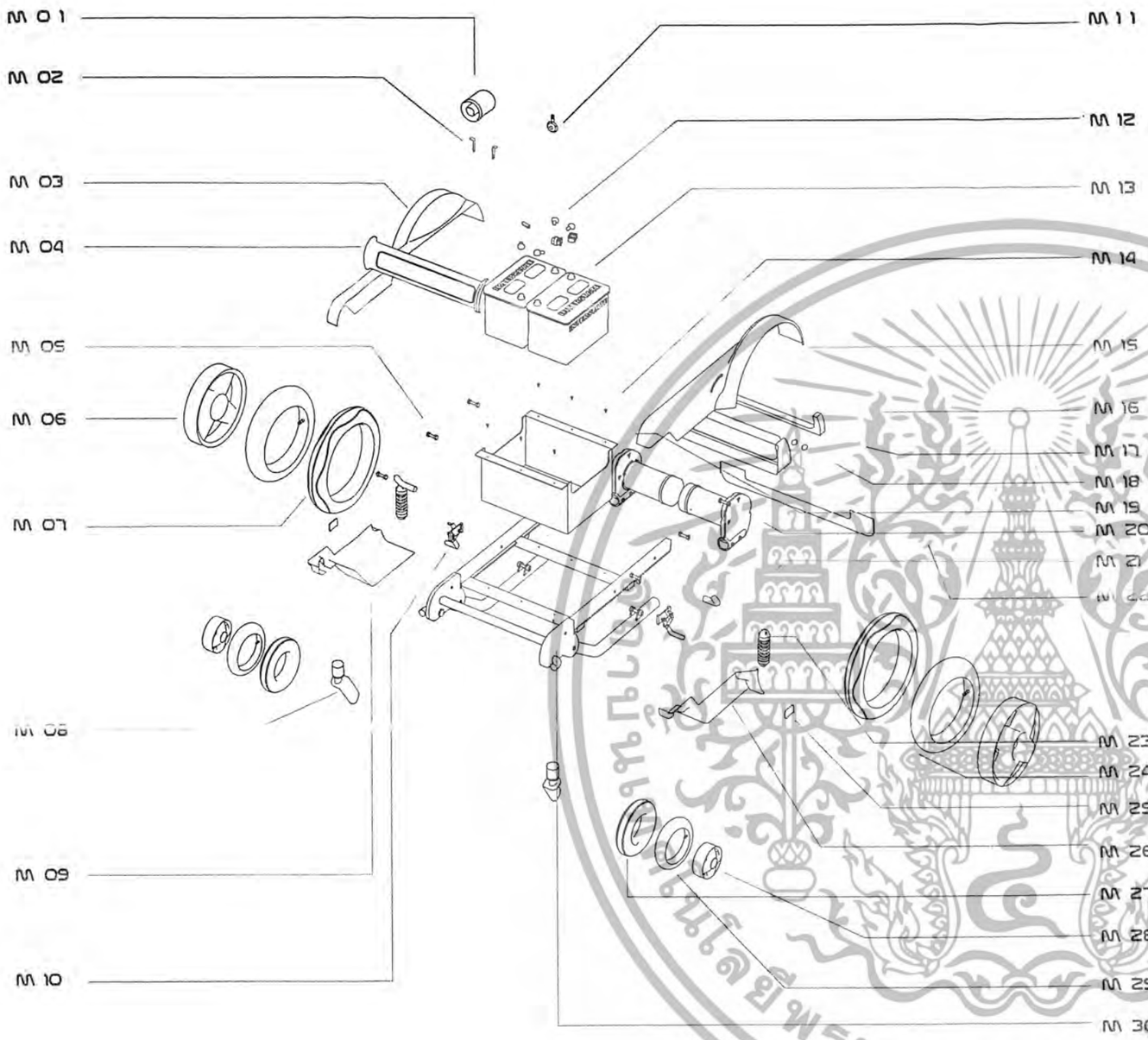
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

40

UNIT : MM



SPECIFICATION

NO.	PART	MATERIAL	PROCESS	FINISHING	QUANTITY	COLOUR	REMARK
M 01	แตรไซเรน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	โครเมียม	-
M 02	สายรัดแตรไซเรน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	เงิน	-
M 03	ส่วนครอบโครงสร้างหลัก 1	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เขียวเมทาลิก	-
M 04	ส่วนครอบโครงสร้างหลักด้านหน้า	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
M 05	น็อตยึดโครงสร้างกับส่วนยกตัว	Standard Part	Standard Part	Standard Part	6	Standard Part	ขนาด 3 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 06	ล้อแม็กใหญ่	แมกนีเซียมอัลลอยด์	หล่อ	ผิวเรียบมัน	2	โครเมียม	-
M 07	ล้อยางใหญ่	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	ดำ	ยางอัดลมขนาด 16 นิ้ว ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 08	แกนล้อแคสเตอร์	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	เทา	-
M 09	ส่วนครอบโครงสร้างหลักด้านล่าง 1	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
M 10	แขนเมื่อย	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	โครเมียม	-
M 11	แตร	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	โครเมียม	-
M 12	สายขั้วแบตเตอรี่	Standard Part	Standard Part	Standard Part	-	-	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 13	แบตเตอรี่	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	-
M 14	น็อตยึดส่วนวางแบตเตอรี่กับโครงสร้าง	Standard Part	Standard Part	Standard Part	6	Standard Part	ขนาด 1 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 15	ส่วนครอบโครงสร้างหลัก 2	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เขียวเมทาลิก	-
M 16	ไฟท้าย	พลาสติก PS	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	แดง	-
M 17	หลอดไฟ	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 18	ส่วนครอบโครงสร้างหลักด้านหลัง	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
M 19	ส่วนวางแบตเตอรี่	เหล็ก	พับ / ดัด	ผิวเรียบมัน	1	เทา	-
M 20	มอเตอร์	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	โครเมียม	-
M 21	คันโยกเบรกมือ	พลาสติก HDPE	ฉีด	ผิวทราย	2	เทา	-
M 22	ส่วนปิดด้านหลังตอนล่าง	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เขียวเมทาลิก	-
M 23	สปริง	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	-
M 24	ยางในล้อรับเคลื่อน	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 25	แผ่นสะท้อนแสง	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	ส้ม	-
M 26	ส่วนครอบโครงสร้างหลักด้านล่าง 2	ไฟเบอร์กลาส	การทา	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
M 27	ล้อยางแคสเตอร์	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	ดำ	ขนาด 8 นิ้ว ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 28	ล้อแม็กแคสเตอร์	แมกนีเซียมอัลลอยด์	หล่อ	ผิวเรียบมัน	2	โครเมียม	-
M 29	ยางในล้อแคสเตอร์	Standard Part	Standard Part	Standard Part	2	Standard Part	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
M 30	โครงสร้างหลัก	เหล็ก	ดัด / งอ / เชื่อม	ผิวเรียบมัน	1	เทา	โครงสร้างรถสนพิการไฟฟ้าชนิดธรรมดา

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART F SUB - PART - - - TYPE - - -

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR

FACULTY OF ARCHITECTURE

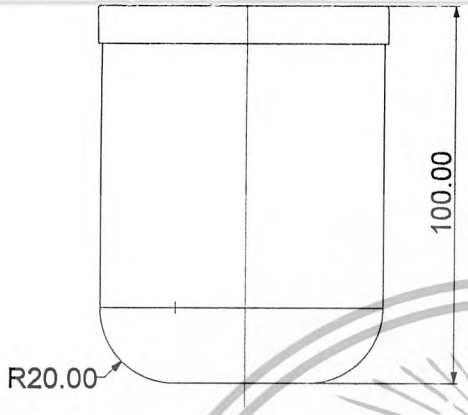
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

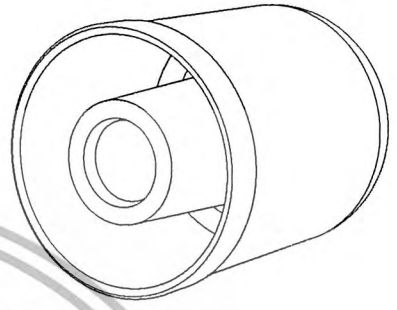
NO. 40025326

41

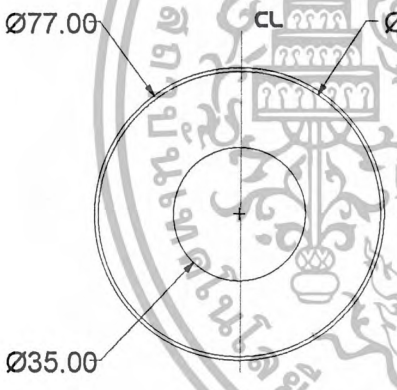
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



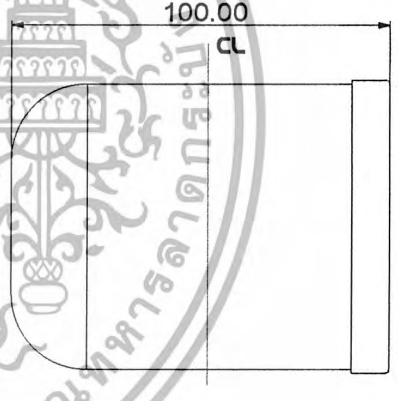
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 01	TYPE	○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

FACULTY OF ARCHITECTURE

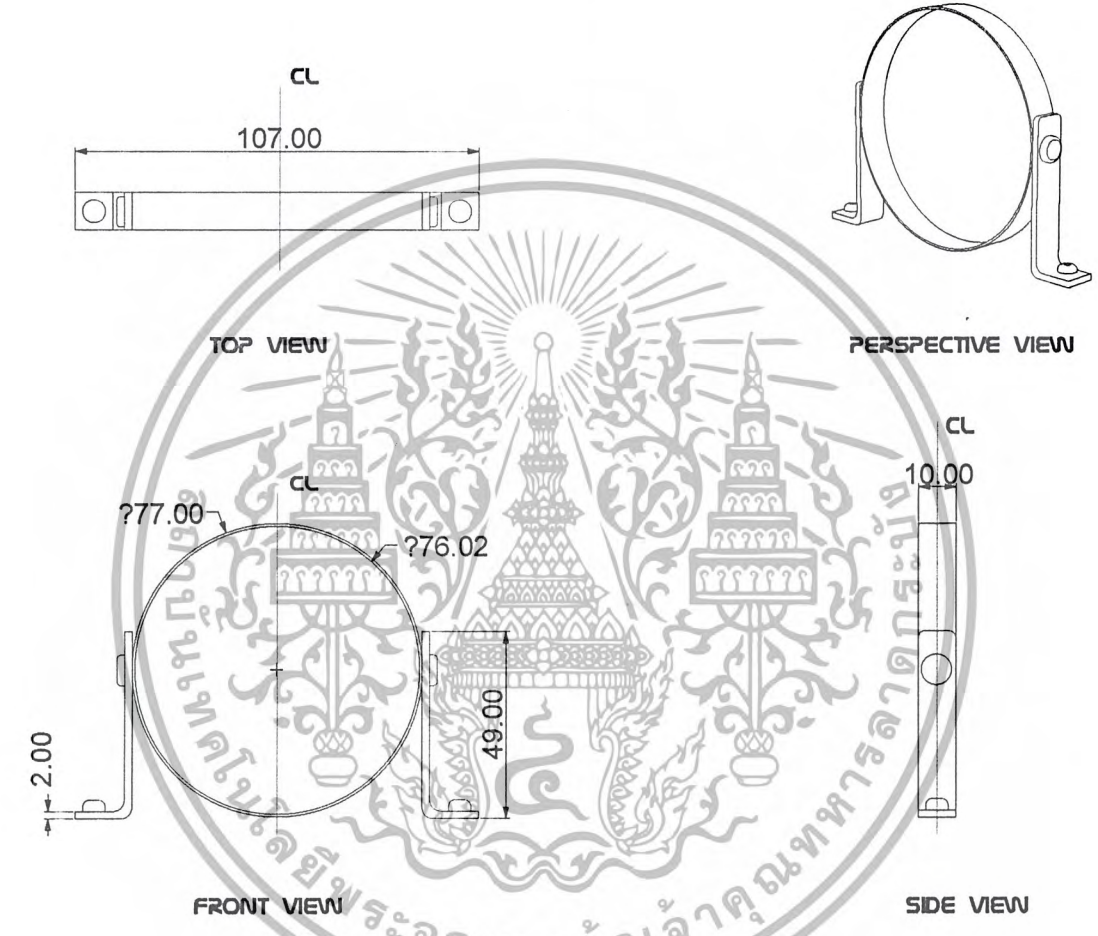
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO. 40025326

42

UNIT : MM.



PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 0 2	TYPE	○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 3

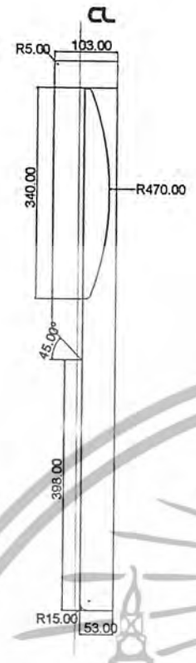
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

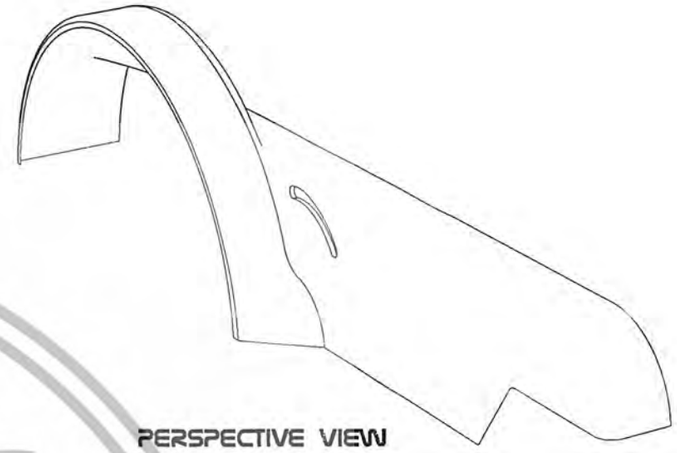
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

43

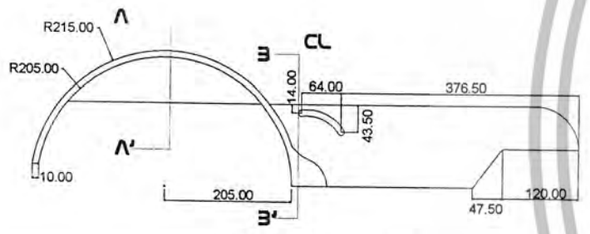
UNIT : MMM



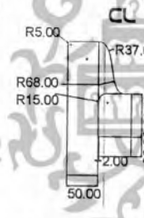
TOP VIEW



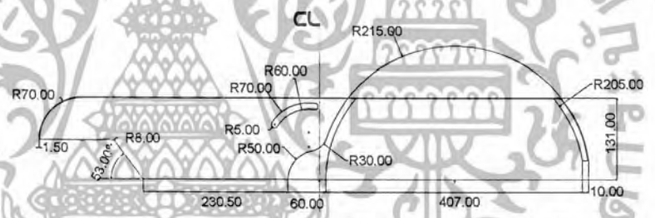
PERSPECTIVE VIEW



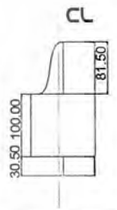
LEFT SIDE VIEW



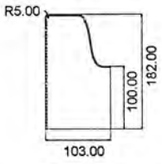
FRONT VIEW



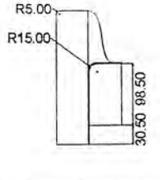
RIGHT SIDE VIEW



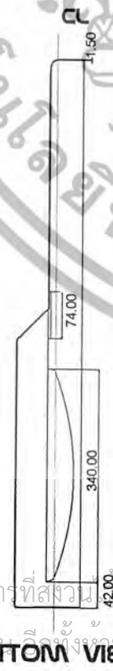
BACK VIEW



SECTION A – A'



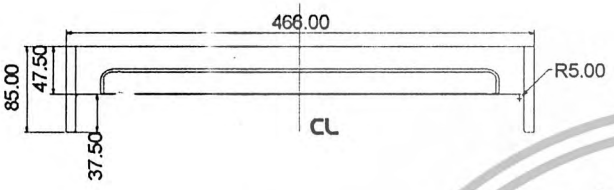
SECTION B – B'



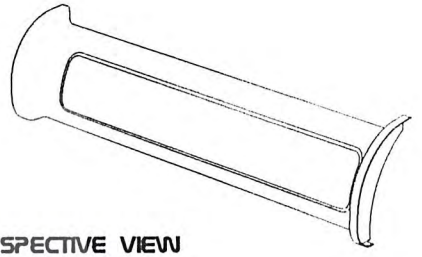
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB – PART	M O 3	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 1 0
FACULTY OF ARCHITECTURE				44
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.

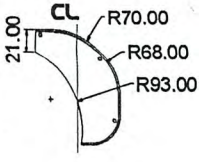
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



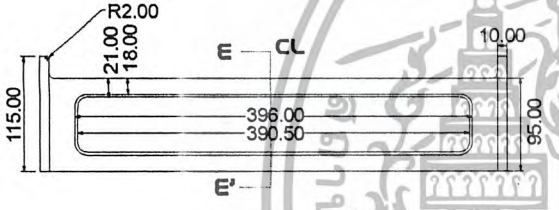
TOP VIEW



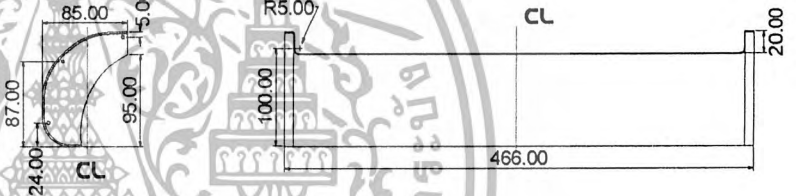
PERSPECTIVE VIEW



LEFT SIDE VIEW

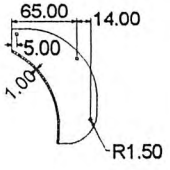


FRONT VIEW

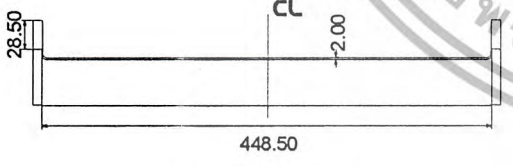


RIGHT SIDE VIEW

BACK VIEW



SECTION E – E'



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB – PART M 0 4 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

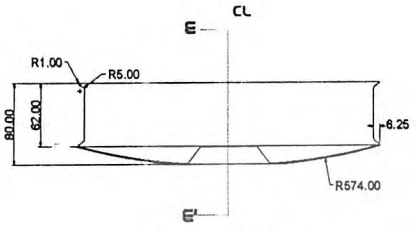
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 1.5

FACULTY OF ARCHITECTURE

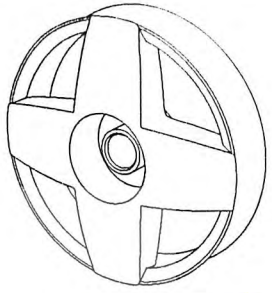
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

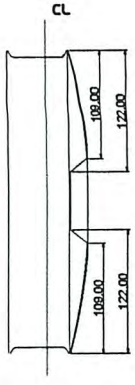
45



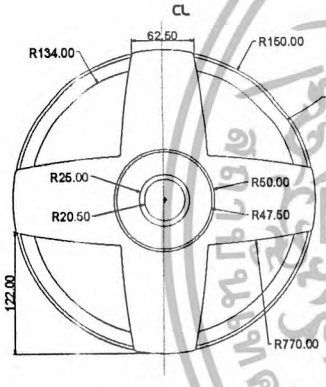
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

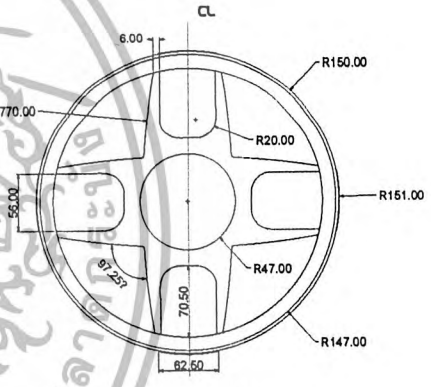


LEFT SIDE VIEW

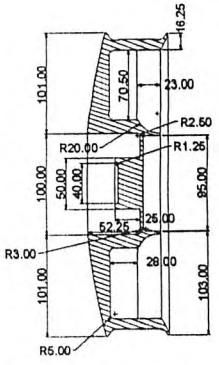


FRONT VIEW

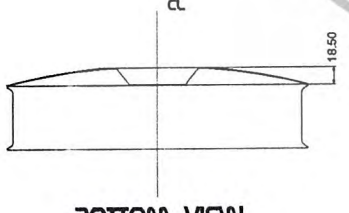
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION E – E'



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB – PART	M O 6	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1:5

FACULTY OF ARCHITECTURE

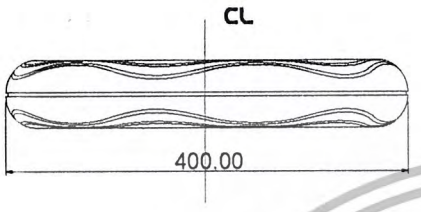
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

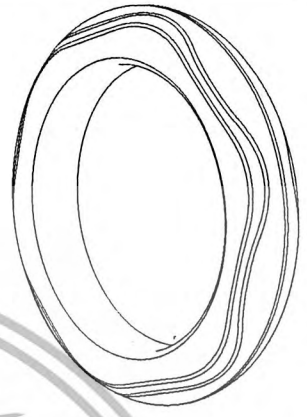
NO. 40025726

46

UNIT : MM.



TOP VIEW

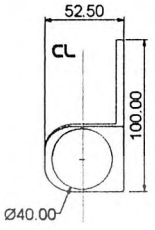


PERSPECTIVE VIEW

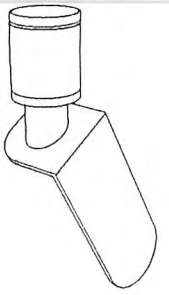
FRONT VIEW

SIDE VIEW

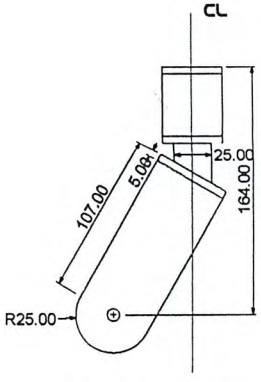
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 0 7	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE 1 : N.S	
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				47
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



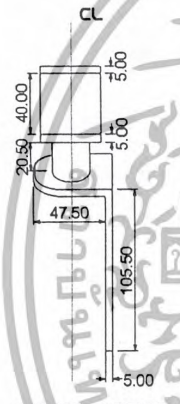
TOP VIEW



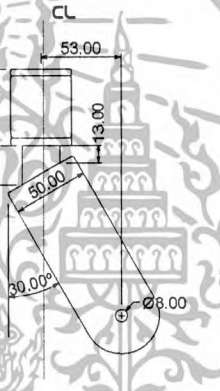
PERSPECTIVE VIEW



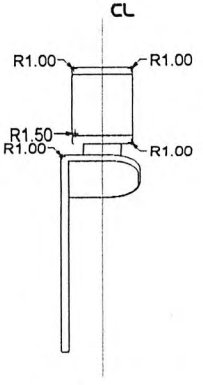
LEFT SIDE VIEW



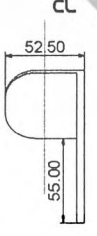
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB - PART M O B TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

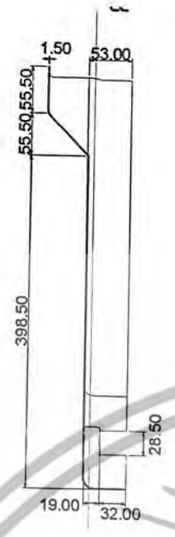
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

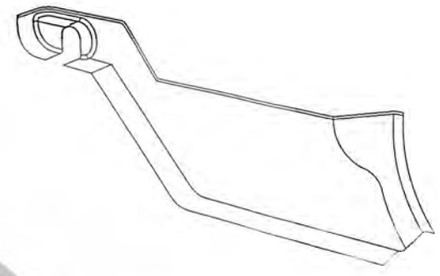
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

48

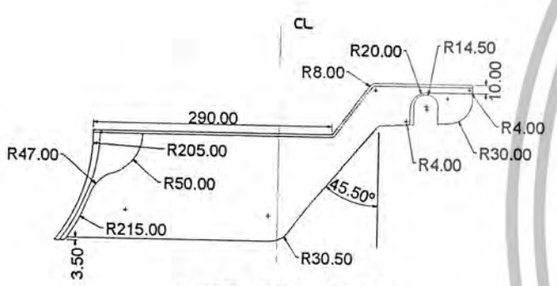
UNIT mm



TOP VIEW

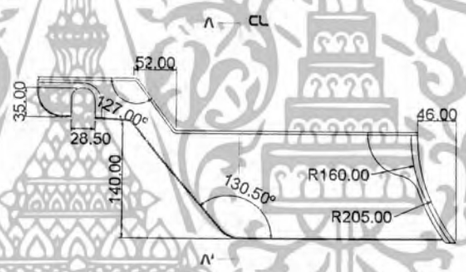


PERSPECTIVE VIEW

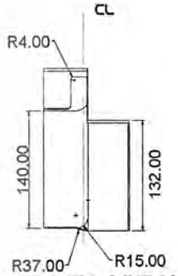


LEFT SIDE VIEW

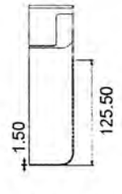
FRONT VIEW



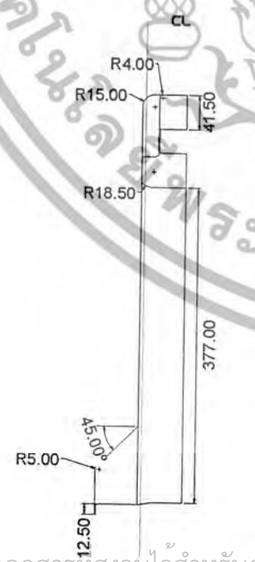
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION Λ – Λ'



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB – PART	M 0 9	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

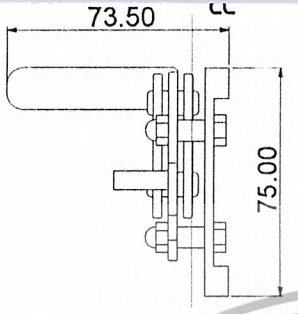
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 15

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

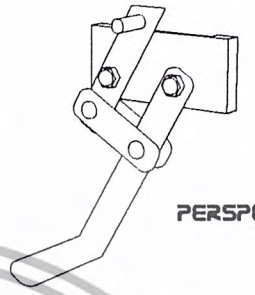
49

UNIT : MM.

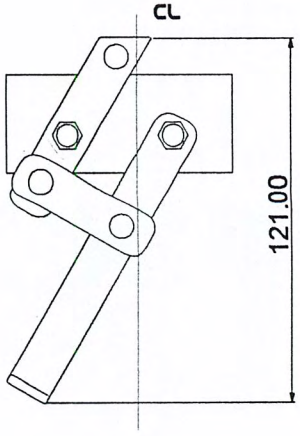
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



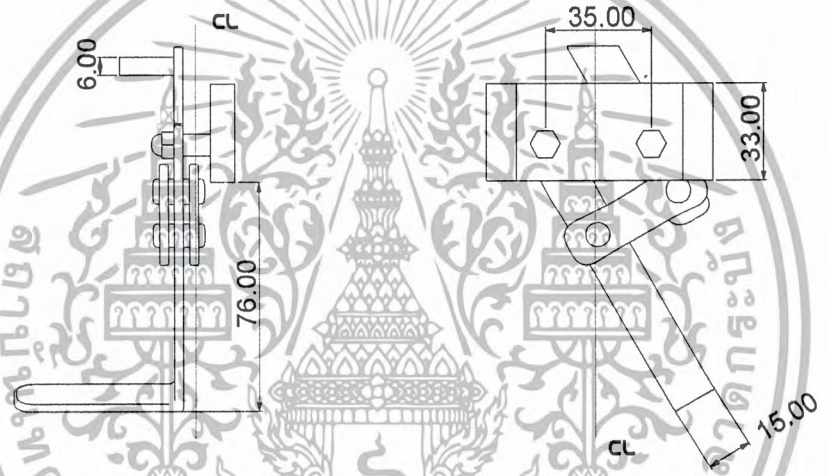
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

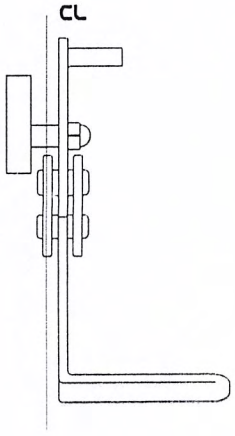


LEFT SIDE VIEW

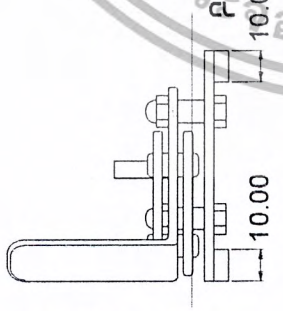


FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB - PART M 1 0 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2.5

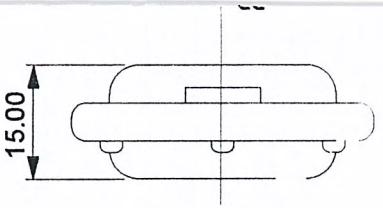
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

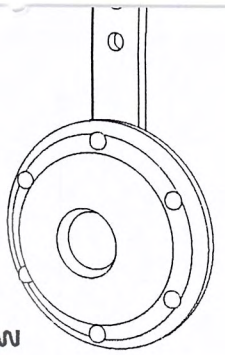
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO 40025326 UNIT : MM.

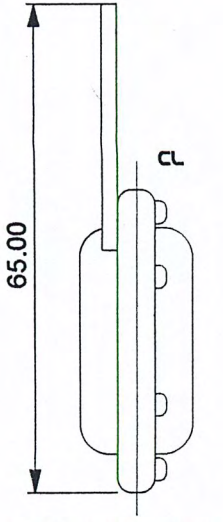
SO



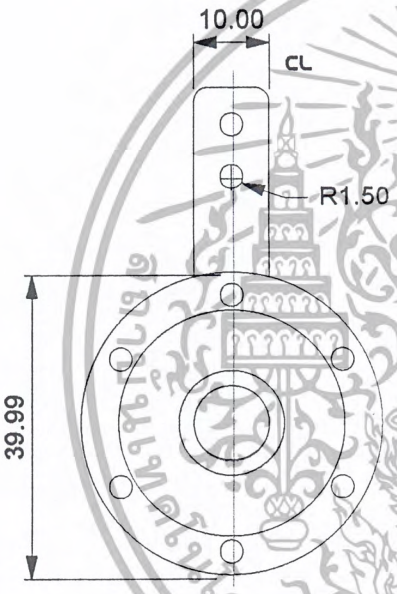
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

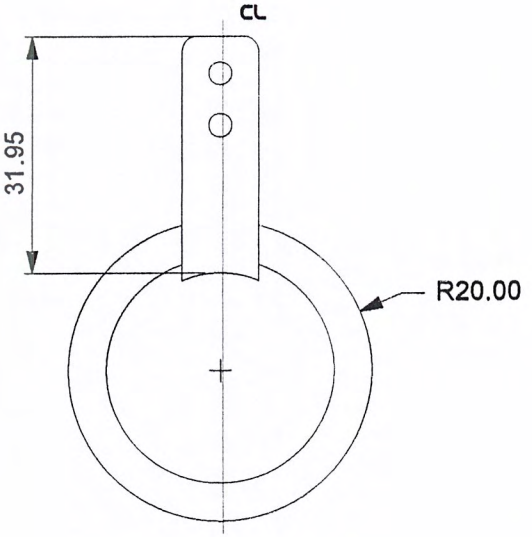


LEFT SIDE VIEW

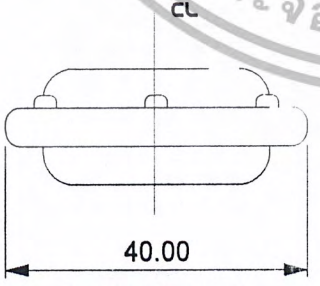


FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB - PART M 11 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1:1

FACULTY OF ARCHITECTURE

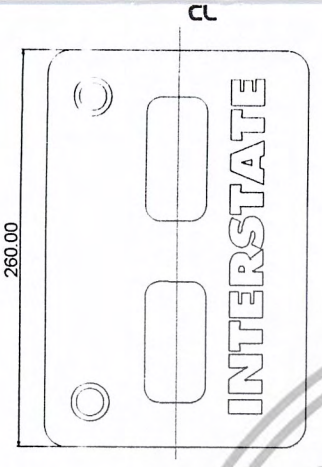
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

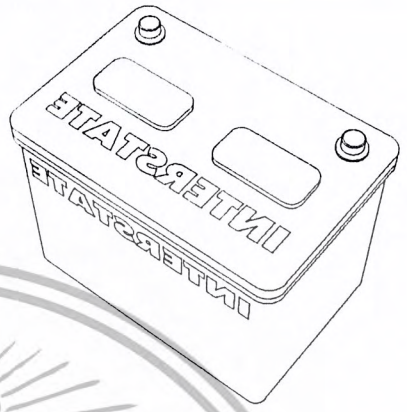
NO . 40025326

S 1

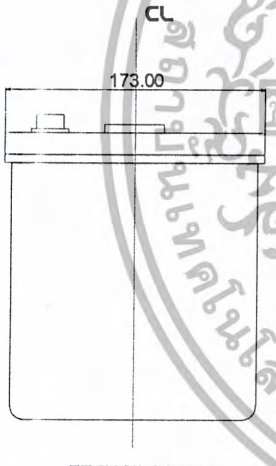
UNIT : MM.



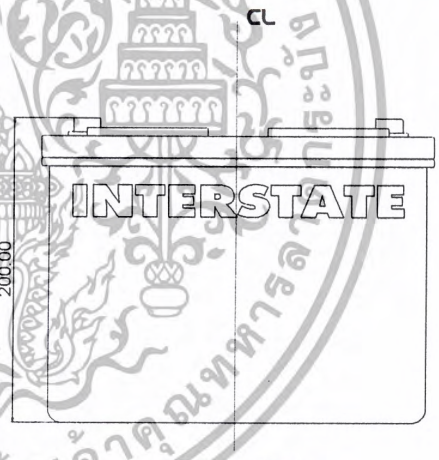
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 1 3	TYPE	○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

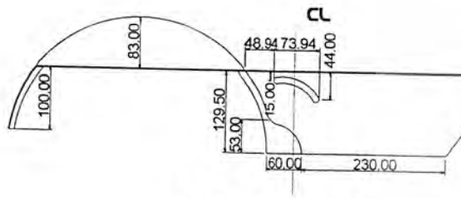
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

S2

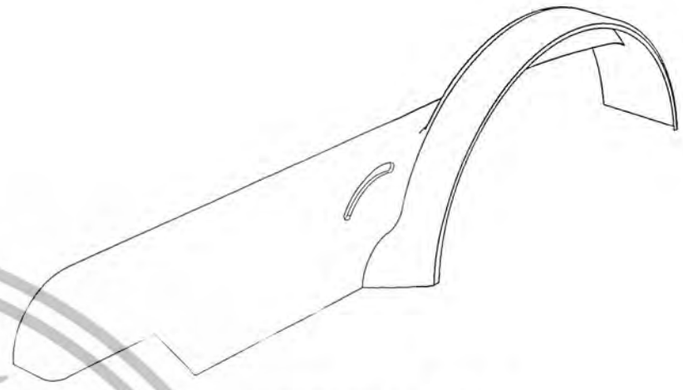
UNIT : MM



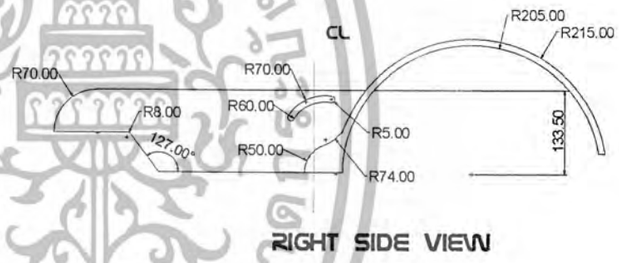
LEFT SIDE VIEW

TOP VIEW

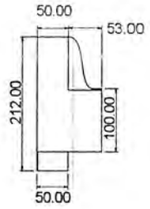
FRONT VIEW



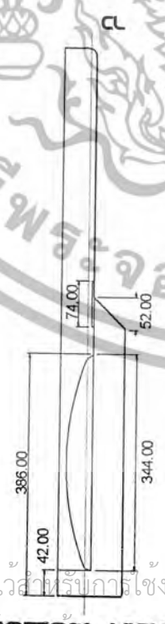
PERSPECTIVE VIEW



RIGHT SIDE VIEW



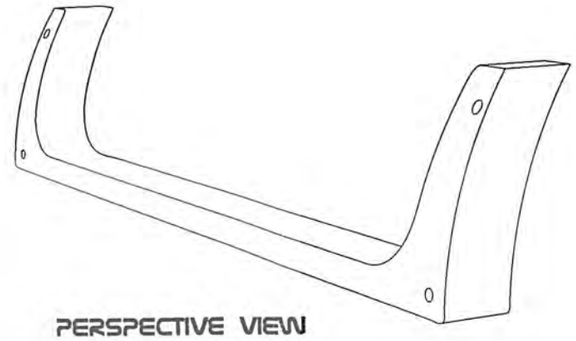
BACK VIEW



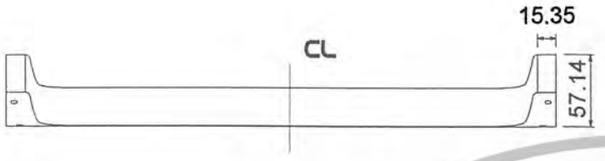
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART	M 1 S	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 1 0
FACULTY OF ARCHITECTURE				S3
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.

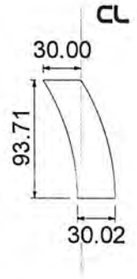
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PERSPECTIVE VIEW



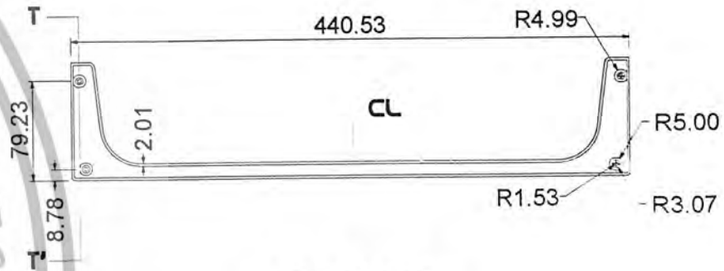
TOP VIEW



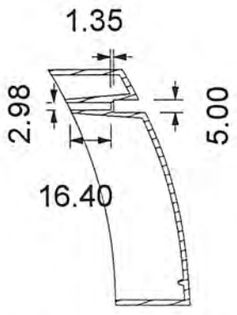
LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW

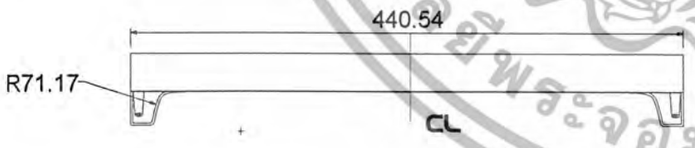


BACK VIEW



SECTION T – T'

SCALE 1 : 7.5



BOTTOM VIEW

SECTION O – O'

SCALE 1 : 7.5

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB – PART	M 1 6	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

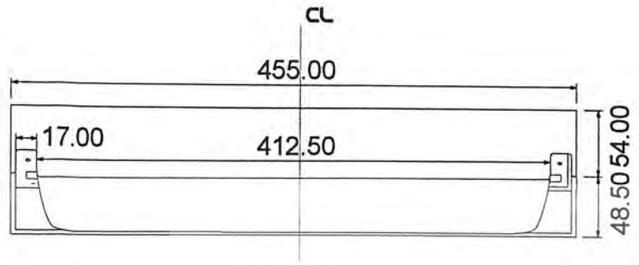
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

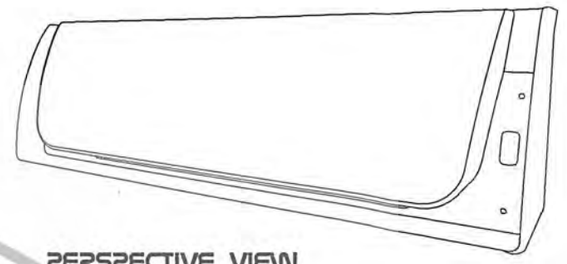
S4

UNIT : MM.

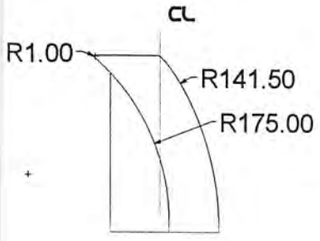
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



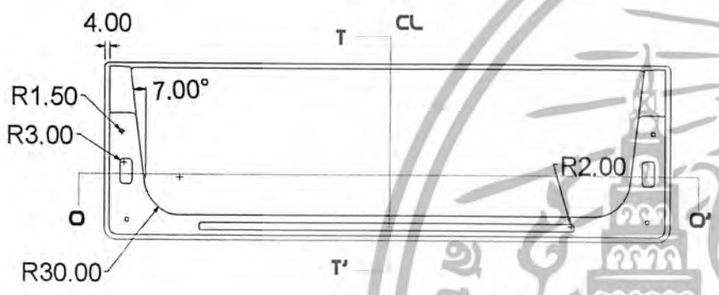
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

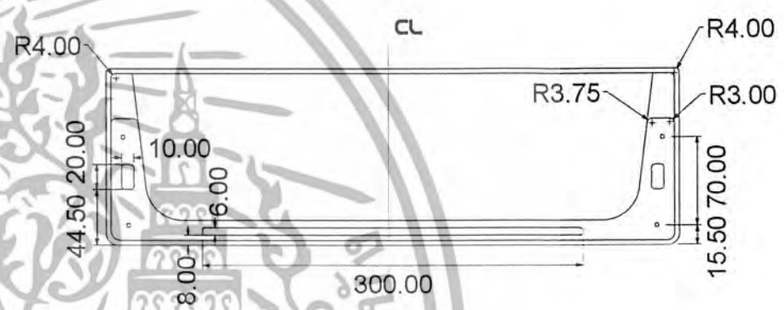


LEFT SIDE VIEW

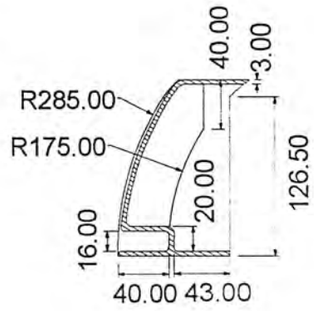


FRONT VIEW

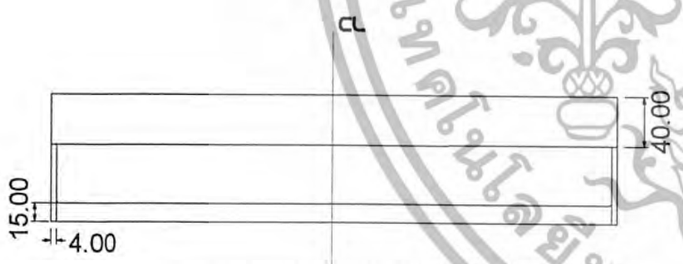
RIGHT SIDE VIEW



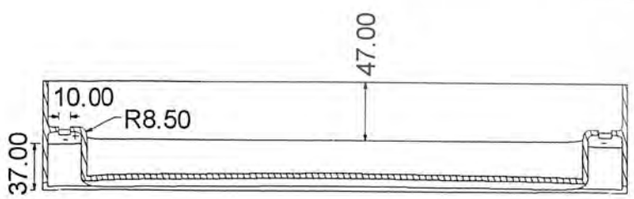
BACK VIEW



SECTION T – T'



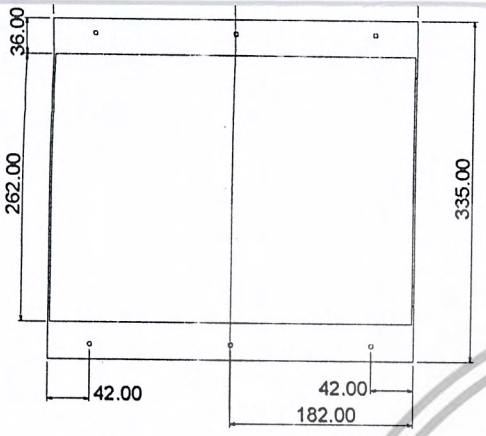
BOTTOM VIEW



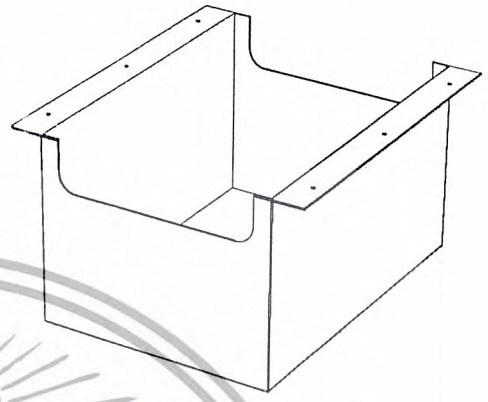
SECTION O – O'

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB – PART M18	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 5
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT			SS	
NO . 40025326			UNIT : MM.	

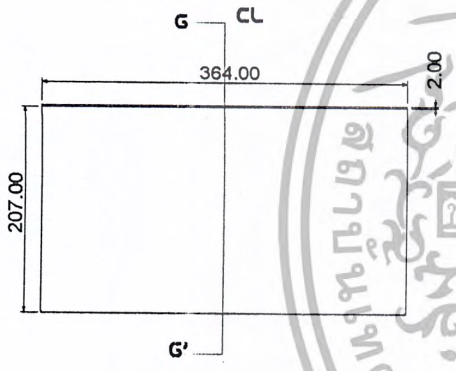
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



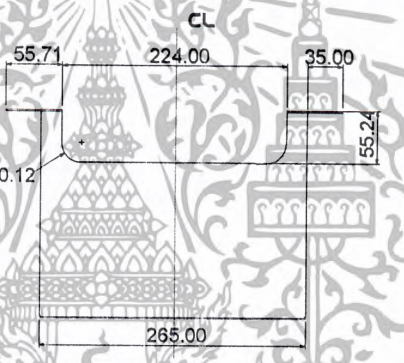
TOP VIEW



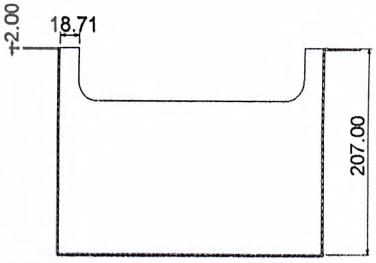
PERSPECTIVE VIEW



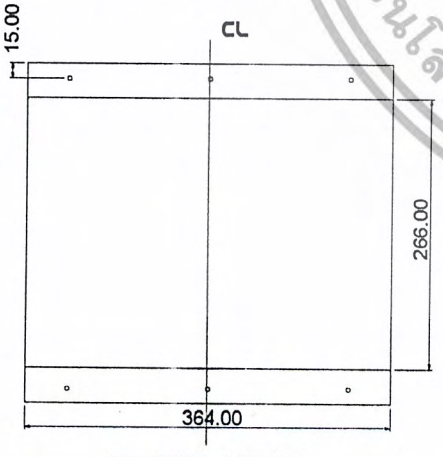
FRONT VIEW



SIDE VIEW



SECTION G – G'



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB – PART M 1 9 TYPE ○ DESIGNED PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ○ STANDARD PART

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 1.5

FACULTY OF ARCHITECTURE

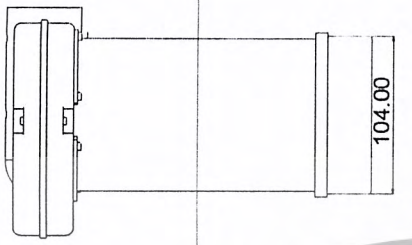
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

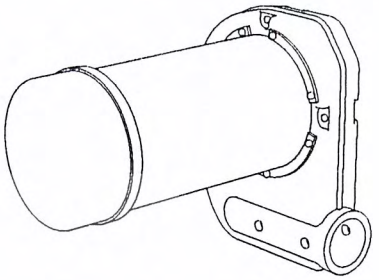
NO 40025326

S6

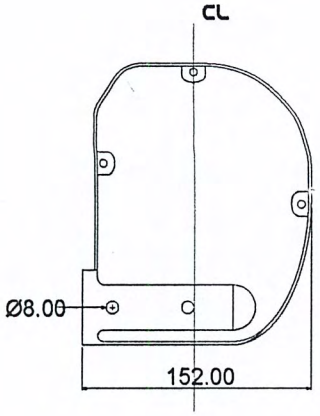
UNIT : MM.



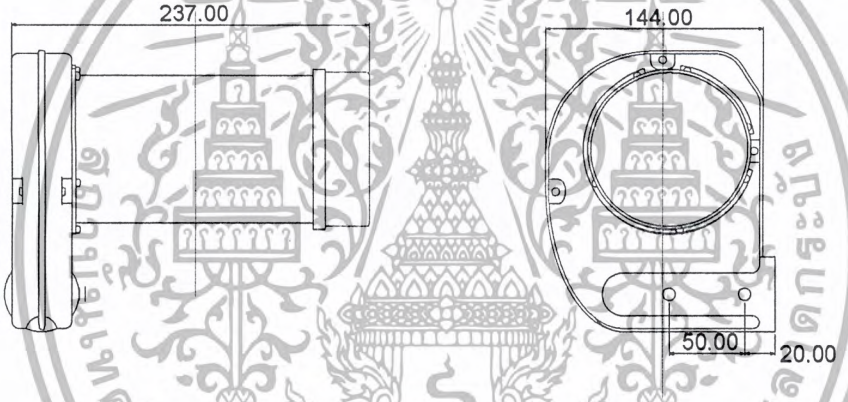
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

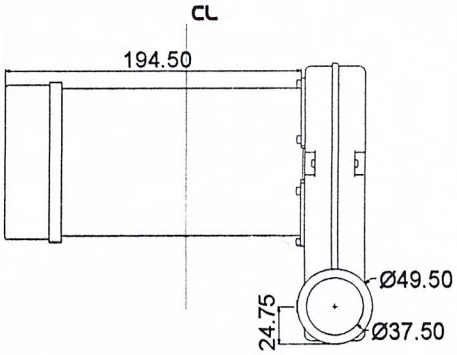


LEFT SIDE VIEW

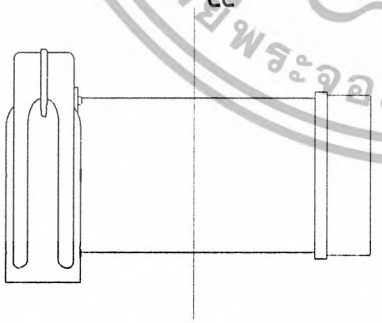


FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB - PART M 2 0 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 2

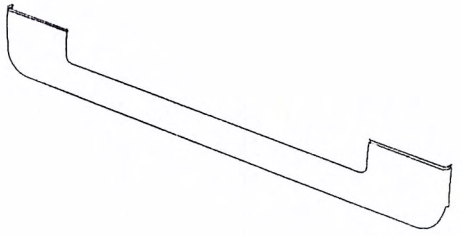
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

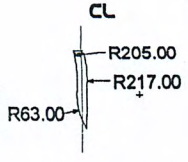
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326 UNIT : MM.

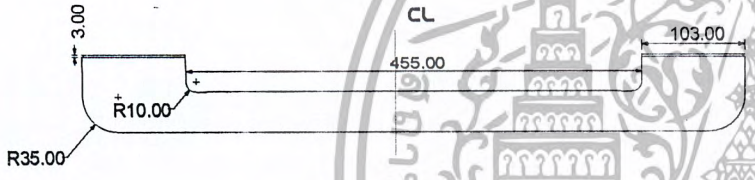
TOP VIEW



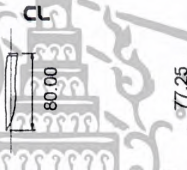
PERSPECTIVE VIEW



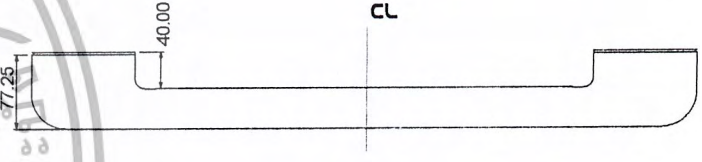
LEFT SIDE VIEW



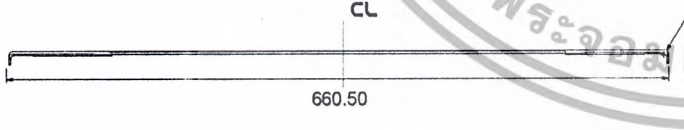
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

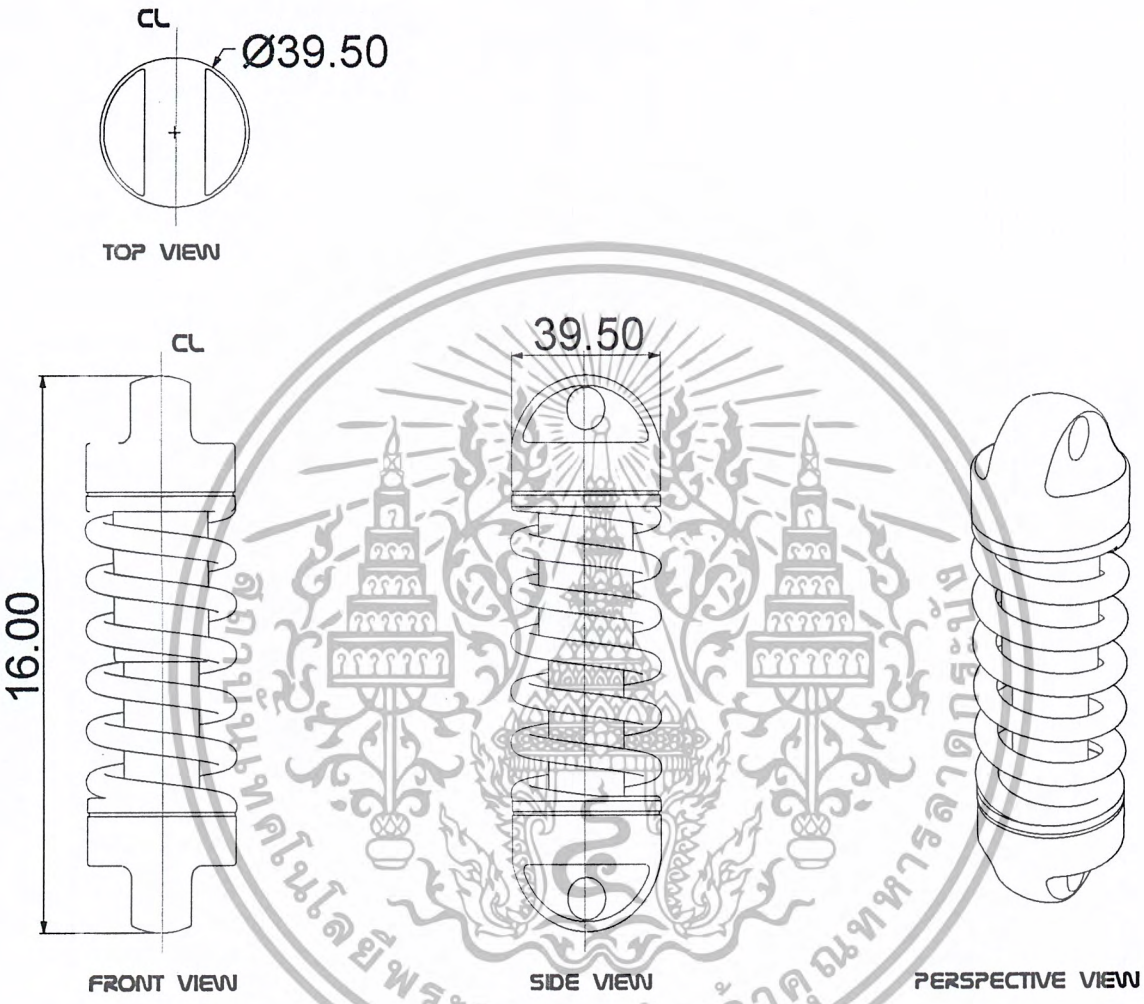


BACK VIEW

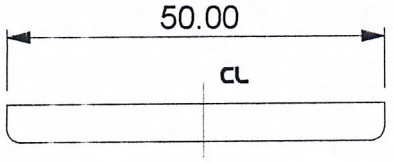


BOTTOM VIEW

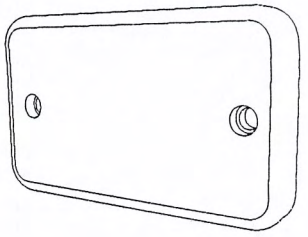
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 2 2	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 2.5
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				S8
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326			UNIT :	MM.



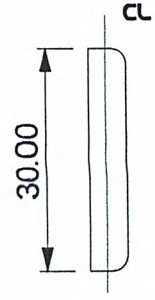
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 2 3		TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 2
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				S9
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



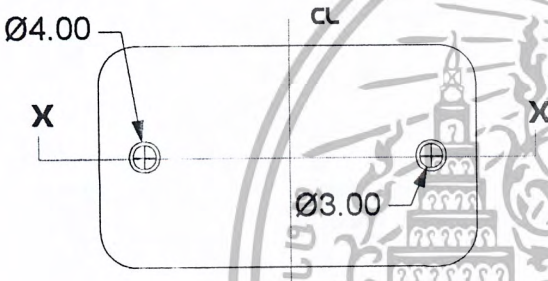
TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

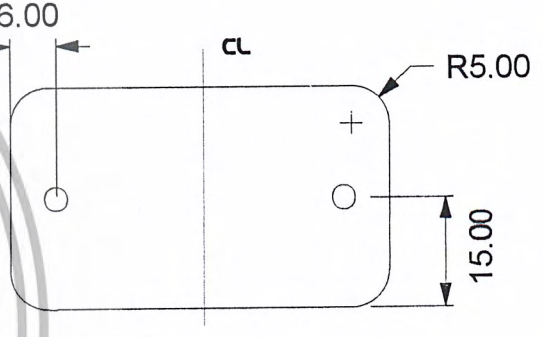


LEFT SIDE VIEW

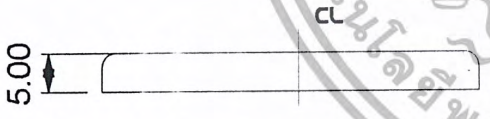


FRONT VIEW

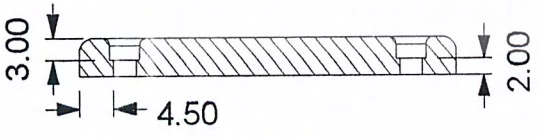
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



BOTTOM VIEW



SECTION X –X'

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB - PART M 2 5 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 1

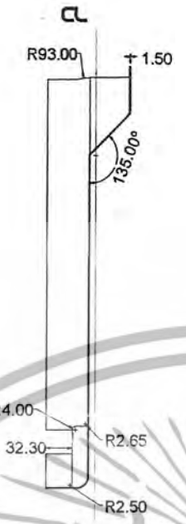
FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

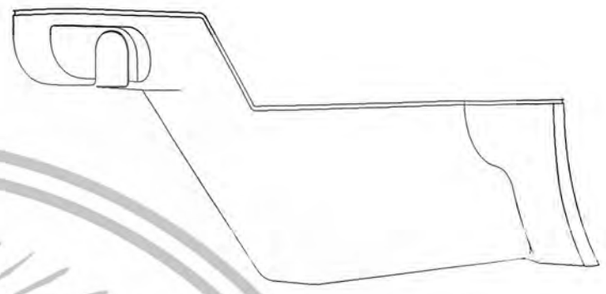
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

60

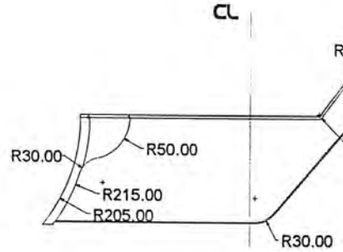
UNIT : MM.



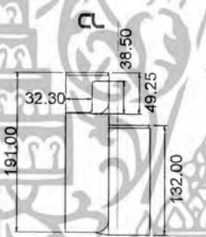
TOP VIEW



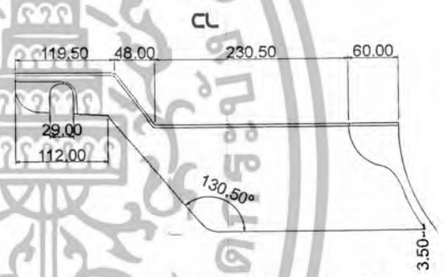
PERSPECTIVE VIEW



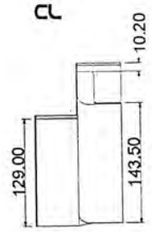
LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

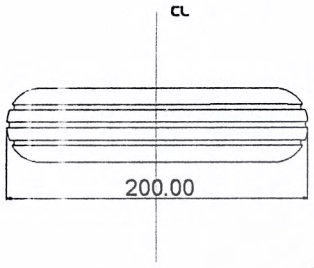


BACK VIEW

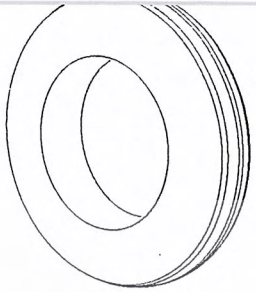
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB – PART	M 2 6	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 15
FACULTY OF ARCHITECTURE				61
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : mm.

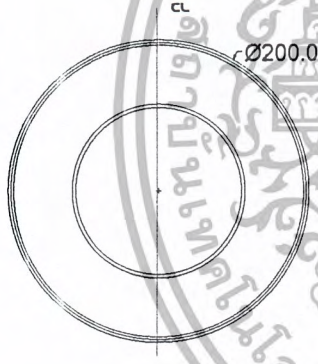
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

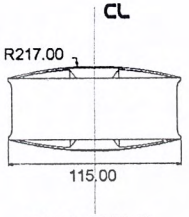


FRONT VIEW

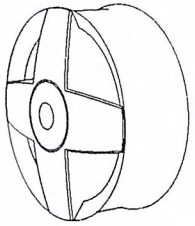
SIDE VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

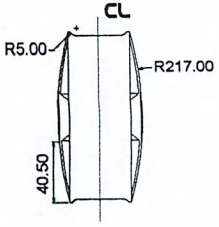
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART M 2 7		TYPE ◯ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				◯ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE 1 : 5	
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				62
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.



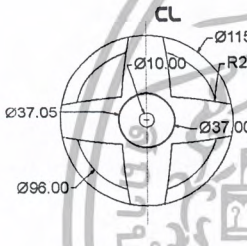
TOP VIEW



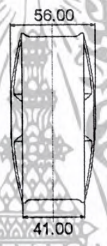
PERSPECTIVE VIEW



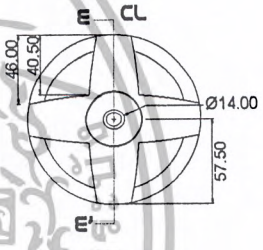
LEFT SIDE VIEW



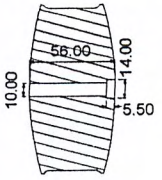
FRONT VIEW



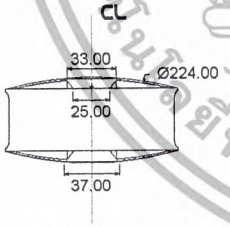
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION E – E'



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART M SUB - PART M 2 8 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

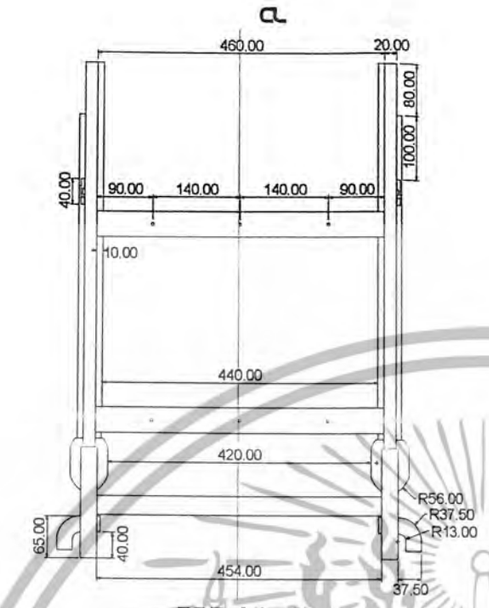
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

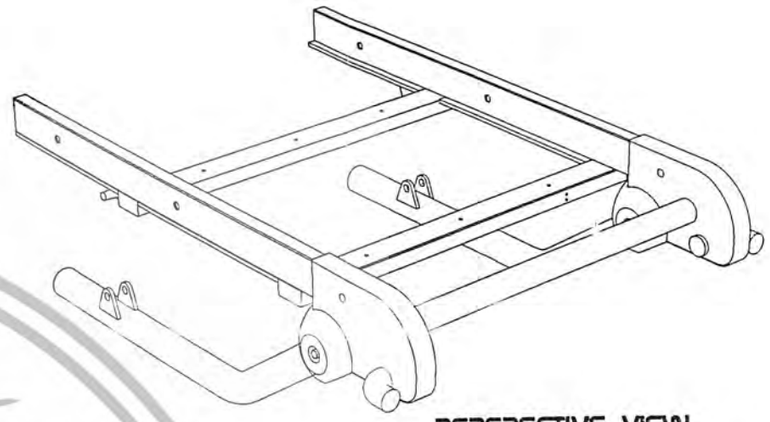
NO . 40025326

63

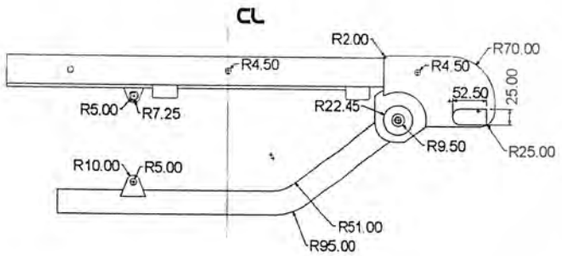
UNIT : MM.



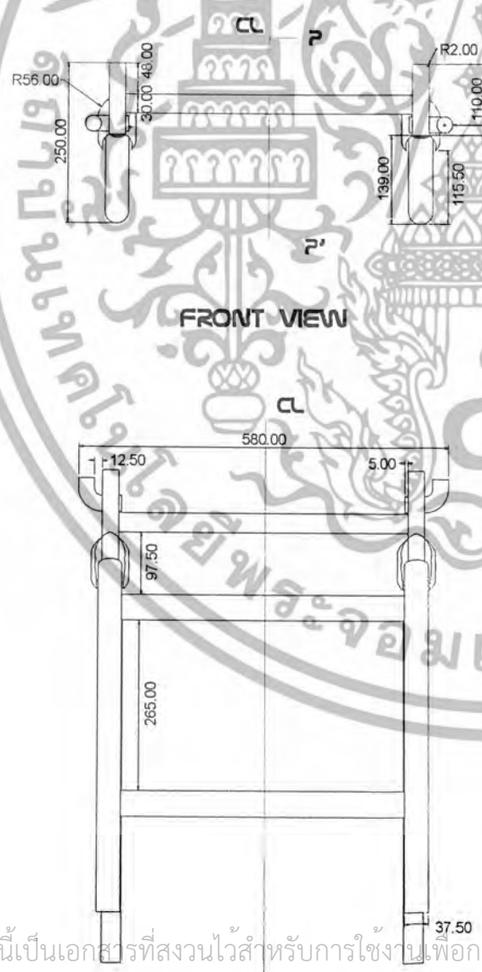
TOP VIEW



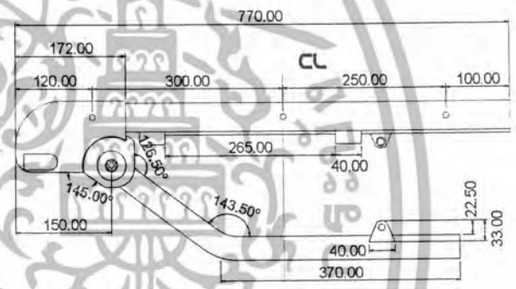
PERSPECTIVE VIEW



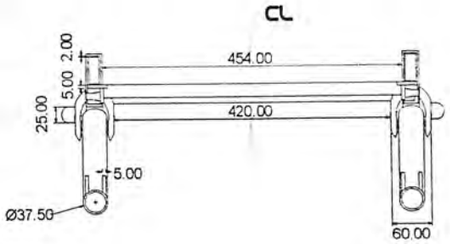
LEFT SIDE VIEW



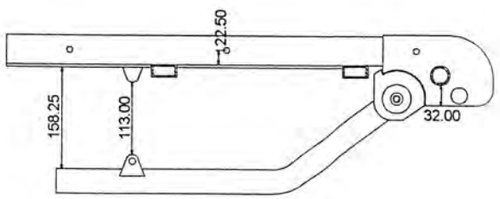
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION P - P'

BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART M	SUB - PART	M 3 0	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT: POWERED WHEELCHAIR — SCALE 1 : 10

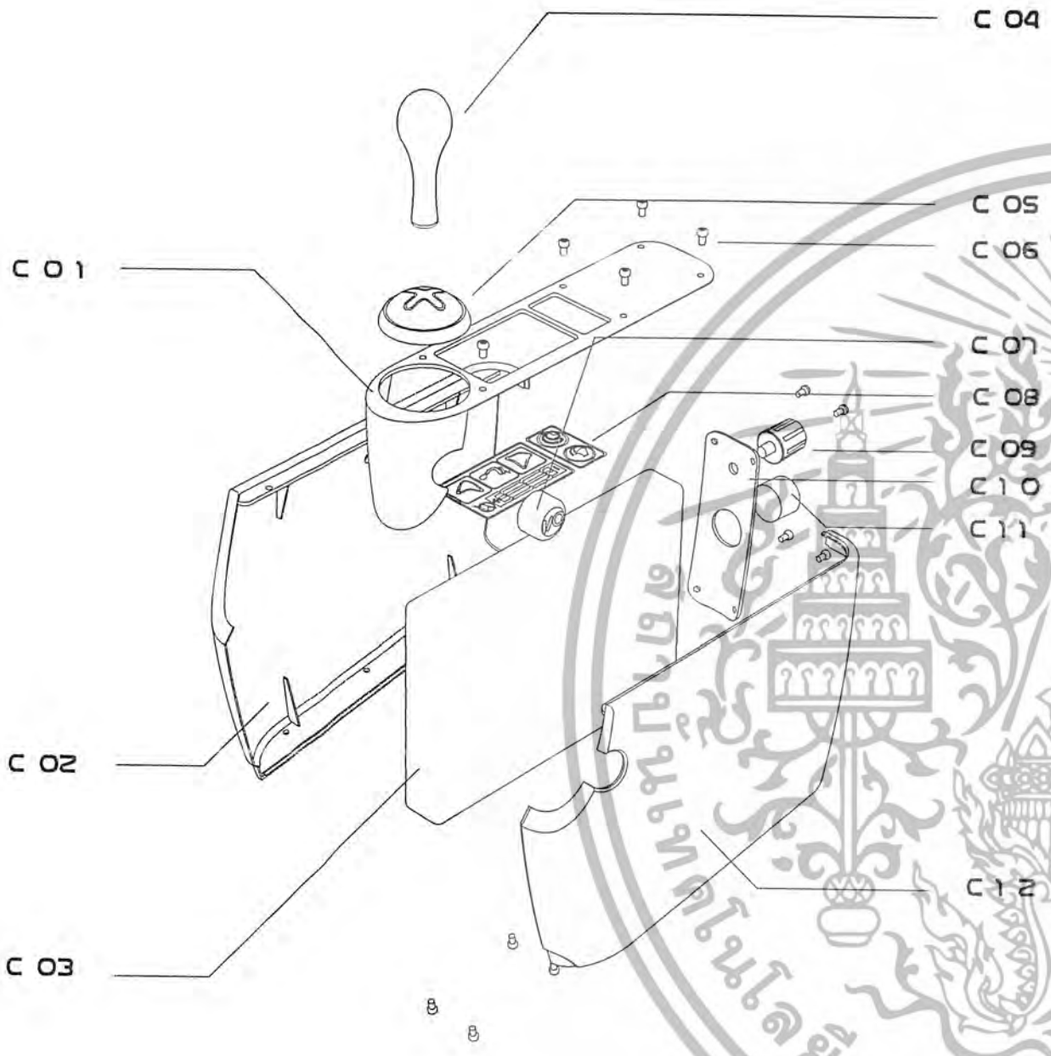
FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO. 40025326

REMARKS: อ้างอิงขนาดสัดส่วน และลักษณะโครงสร้างจาก โครงสร้างรถนั่งคนพิการไฟฟ้ายี่ห้อ ซูซูกิ

64

UNIT : MM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SPECIFICATION

NO.	PART	MATERIAL	PROCESS	FINISHING	QUANTITY	COLOUR	REMARK
C 01	ส่วนครอบด้านบน	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	เงิน	–
C 02	ส่วนครอบด้านข้าง1	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	เทา	–
C 03	แผงวงจร	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	Standard Part	กล่องควบคุมรุ่น DL 5.2i บริษัท Dynamic touch ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
C 04	แกนบังคับทิศทาง	พลาสติก PC	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	เทา	–
C 05	ลูกบอลควบคุม	พลาสติก PC	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	เงิน	–
C 06	น็อต	Standard Part	Standard Part	Standard Part	16	Standard Part	น็อตขนาด 1 1/2 หุน ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
C 07	ปุ่มสวิตย์เปิด / ปิด	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	แดง	–
C 08	แผงปุ่มควบคุม	พลาสติก PC	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	ขาว	ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
C 09	สวิตย์ปรับอัตราเร่ง	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	เทา	กล่องควบคุมรุ่น DL 5.2i บริษัท Dynamic touch ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
C 10	ส่วนครอบด้านหลัง	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวทราย	1	เทาเข้ม	–
C 11	เต้ารับสายไฟ	Standard Part	Standard Part	Standard Part	1	Standard Part	กล่องควบคุมรุ่น DL 5.2i บริษัท Dynamic touch ไม่แสดงรายละเอียดในแบบสั่งงาน
C 12	ส่วนครอบด้านข้าง2	พลาสติก PP	ฉีด	ผิวมันเรียบ	1	เทา	–

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART C SUB – PART – – – TYPE – – –

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

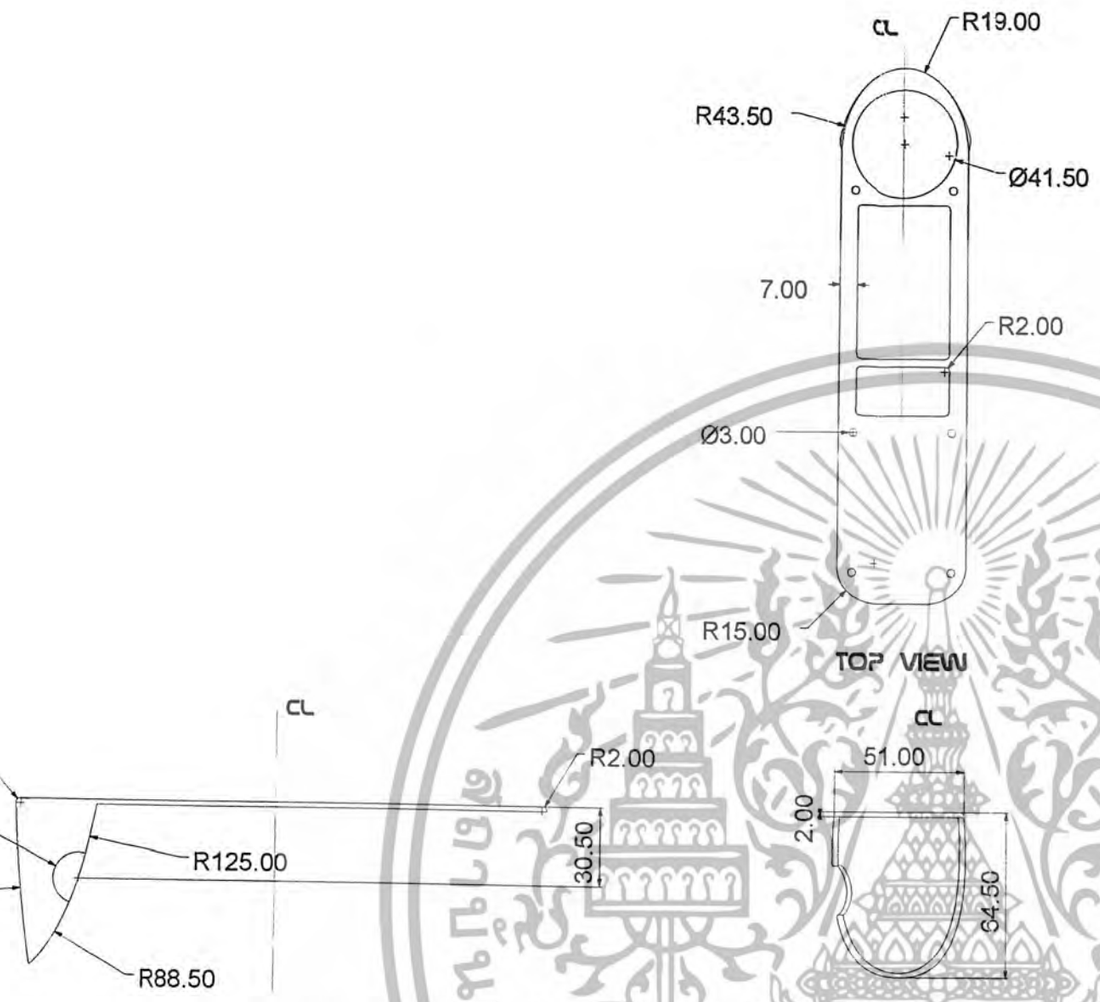
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326

6S

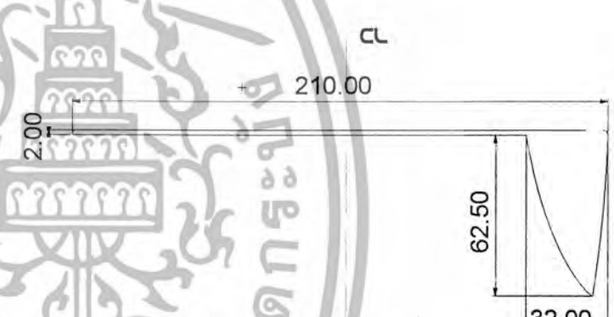
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEFT SIDE VIEW

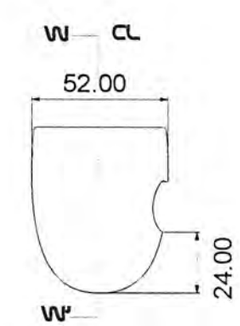


TOP VIEW

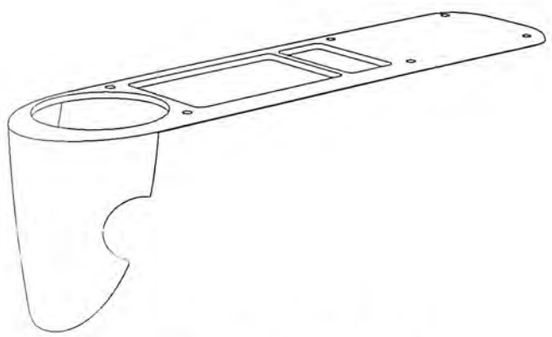
FRONT VIEW



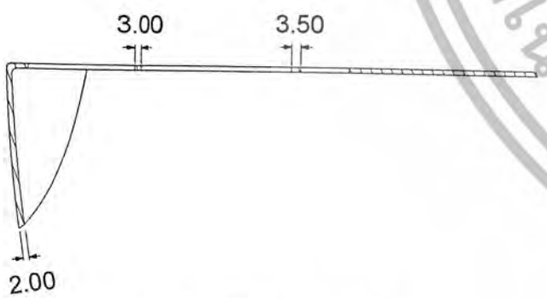
RIGHT SIDE VIEW



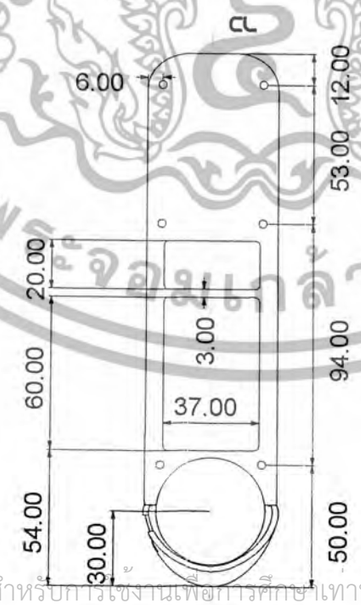
BACK VIEW



PERSPECTIVE VIEW



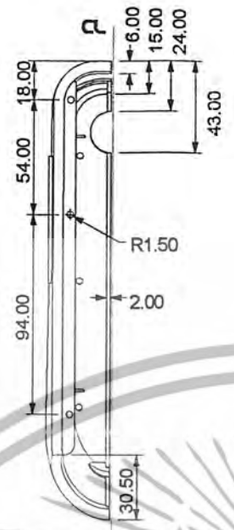
SECTION W - W'



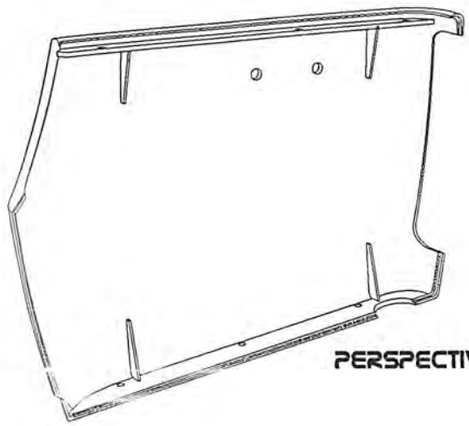
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART C	SUB - PART	C 01	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE 1 : 2.5	
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				66
NO. 40025326				UNIT : MM.

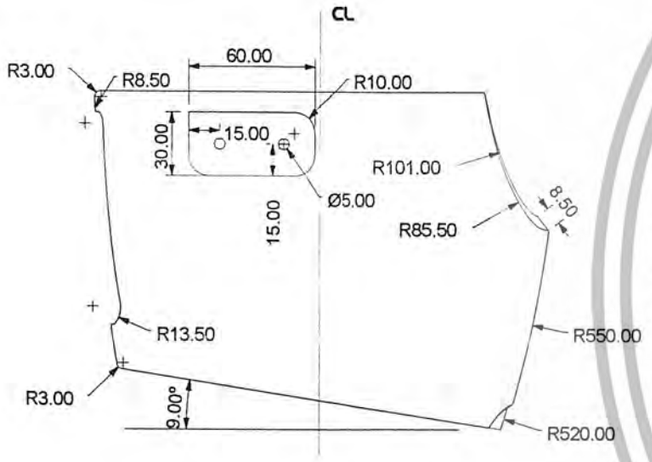
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



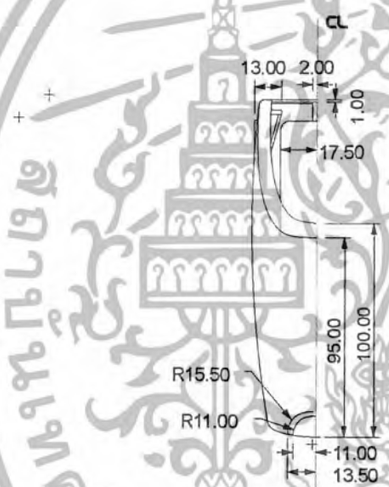
TOP VIEW



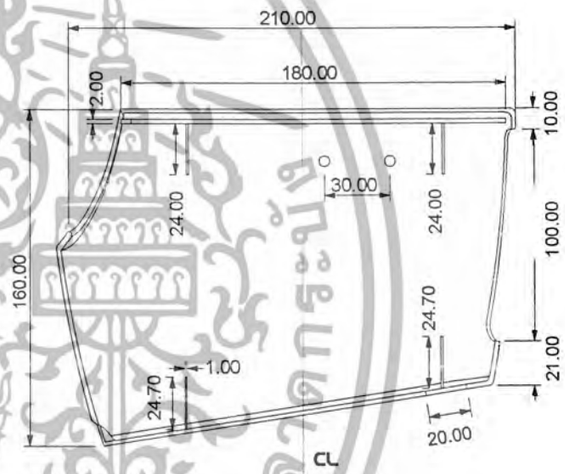
PERSPECTIVE VIEW



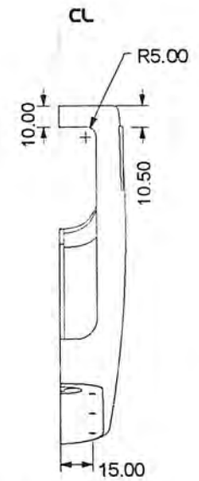
LEFT SIDE VIEW



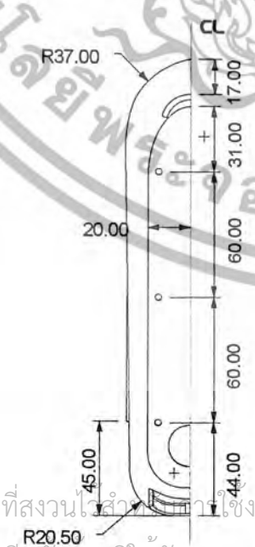
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



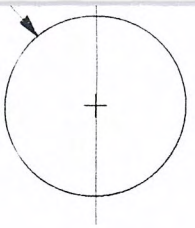
BACK VIEW



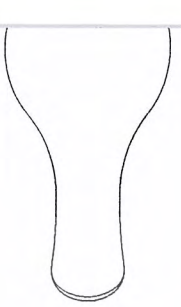
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART C	SUB - PART C 0 2		TYPE ○ DESIGNED PART
				○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE 1 : 3	
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326			UNIT . MM.	

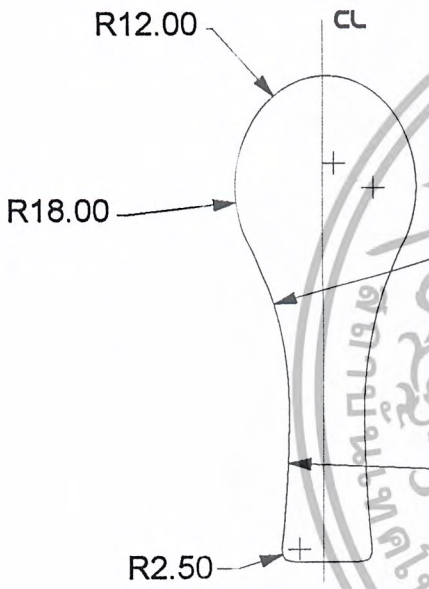
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ทำซ้ำ ดัดแปลง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TOP VIEW

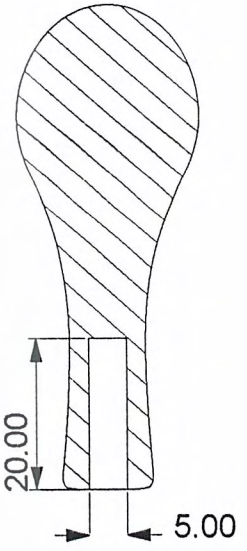


PERSPECTIVE VIEW

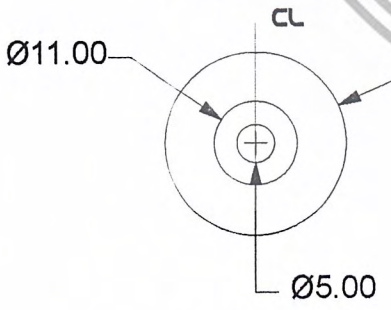


FRONT VIEW

SIDE VIEW



SECTION 2 - 2'



BOTTOM VIEW

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART C SUB - PART C 0 4 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1:1

FACULTY OF ARCHITECTURE

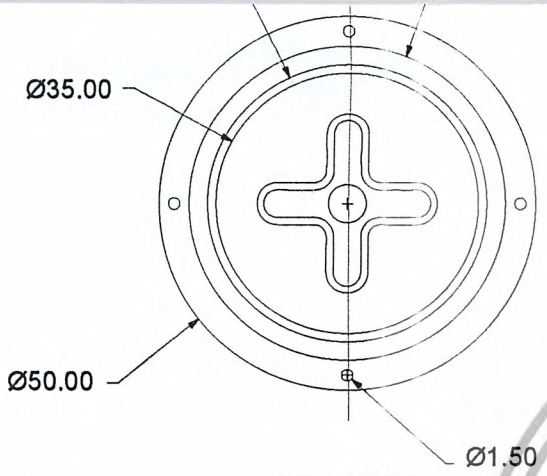
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

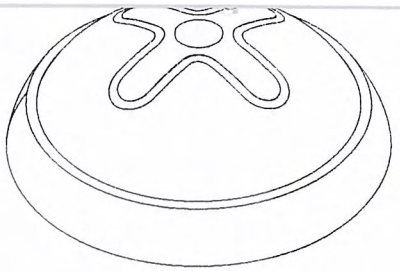
NO . 40025326

68

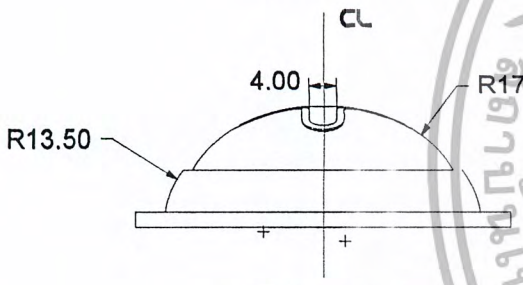
UNIT : MM.



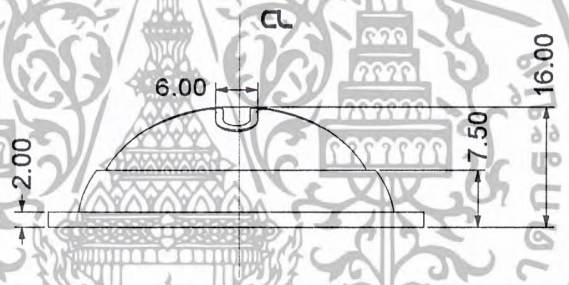
TOP VIEW



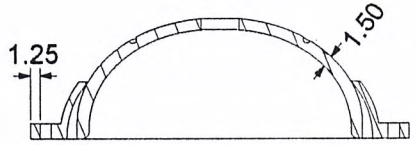
PERSPECTIVE VIEW



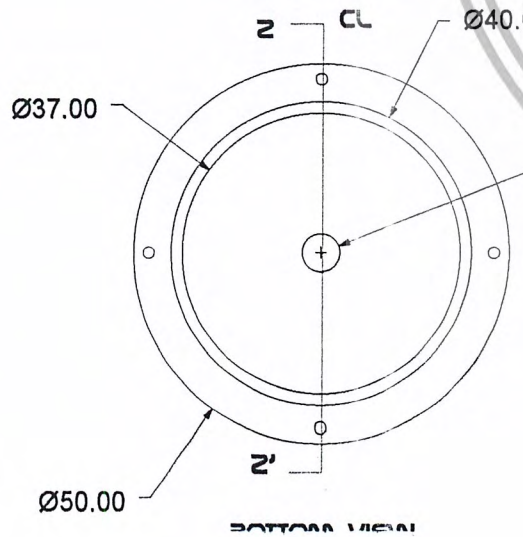
FRONT VIEW



SIDE VIEW



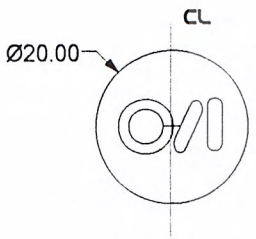
SECTION 2 – 2'



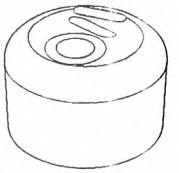
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART C	SUB – PART	C 0 5	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1:1
FACULTY OF ARCHITECTURE				69
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326				UNIT : MM.

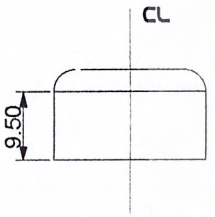
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



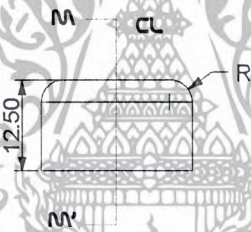
TOP VIEW



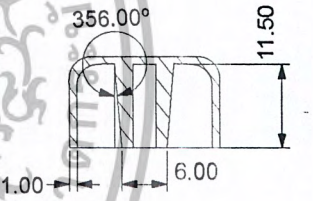
PERSPECTIVE VIEW



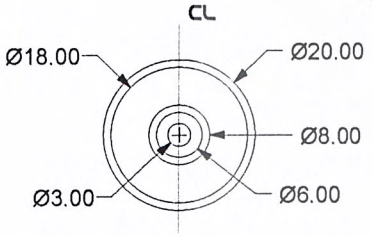
FRONT VIEW



SIDE VIEW

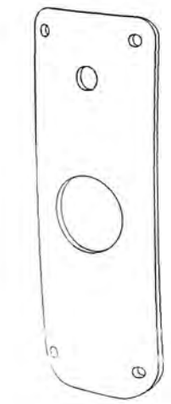


SECTION M – M'

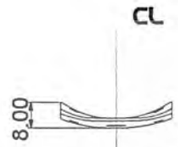


BOTTOM VIEW

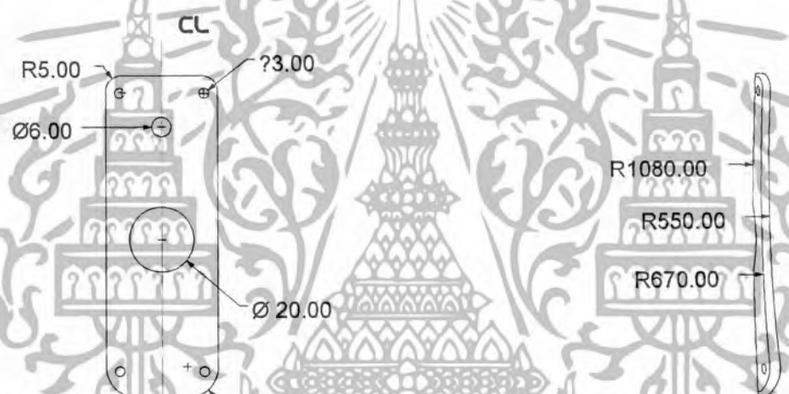
PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART C	SUB - PART	C 0 7	TYPE ○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE
FACULTY OF ARCHITECTURE				

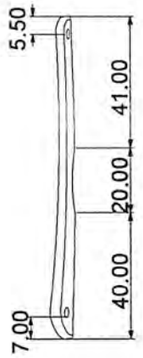


PERSPECTIVE VIEW



TOP VIEW

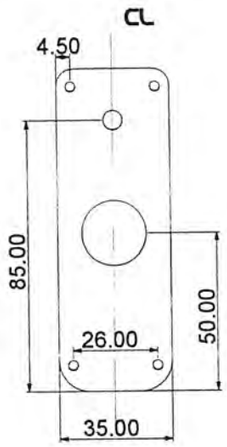




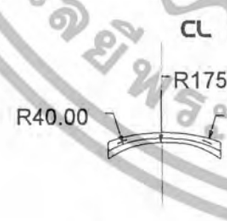
LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW



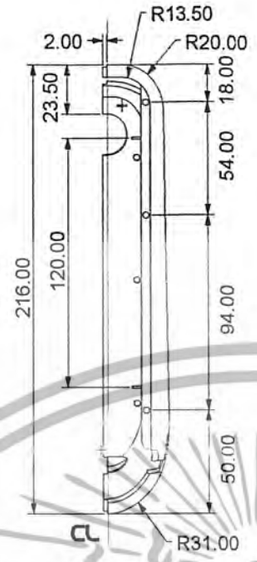
BACK VIEW



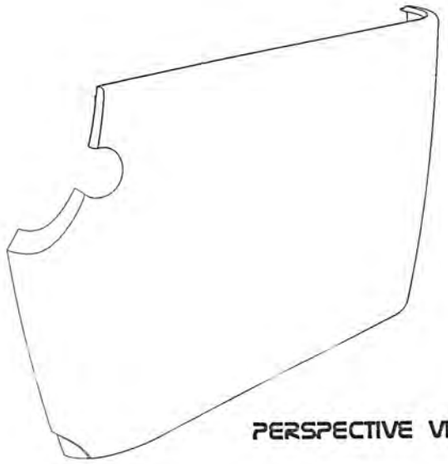
BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART C	SUB – PART C 10		TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAR			SCALE 1 : 2
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				11
NAME MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO. 40025326				UNIT : MM.

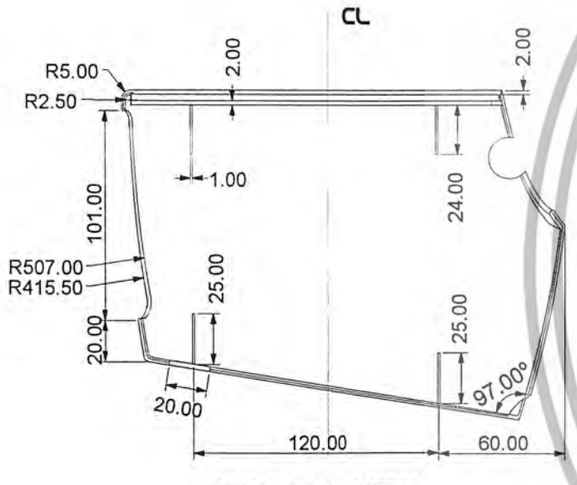
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



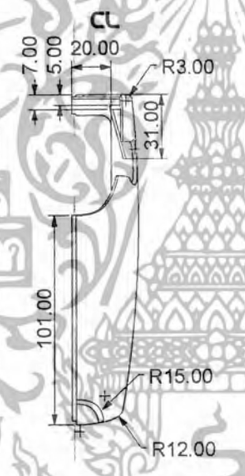
TOP VIEW



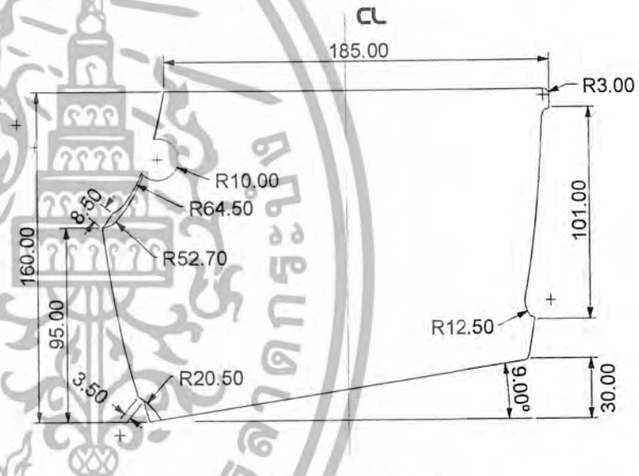
PERSPECTIVE VIEW



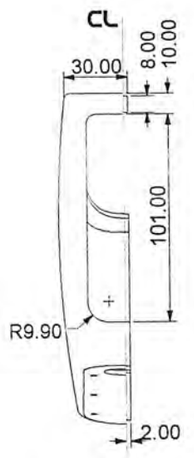
LEFT SIDE VIEW



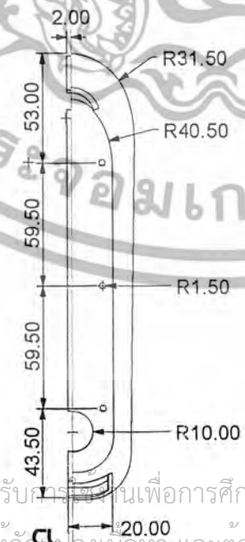
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW



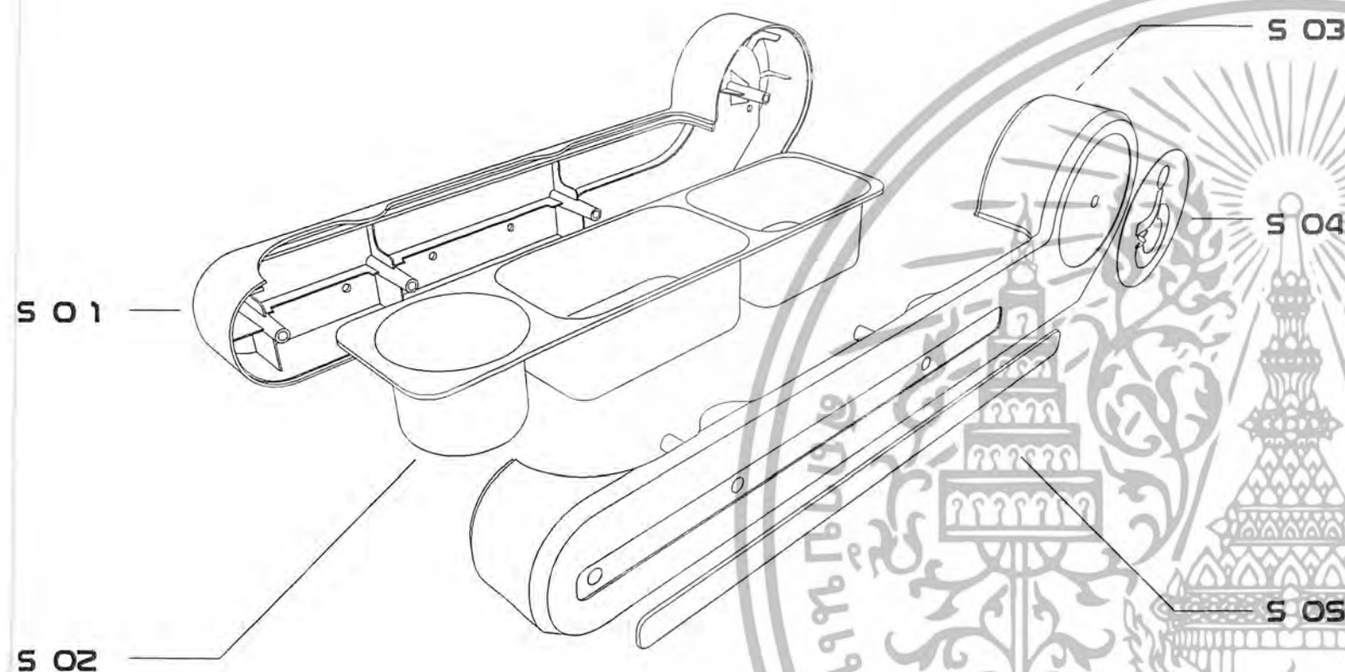
BACK VIEW



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART C	SUB – PART C 12		TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR			SCALE 1 : 3
FACULTY OF ARCHITECTURE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT NO . 40025326				12 UNIT : MM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SPECIFICATION

NO.	PART	MATERIAL	PROCESS	FINISHING	QUANTITY	COLOUR	REMARK
S 01	โครงสร้างส่วนเก็บสัมภาระ 1	พลาสติก PC	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	เขียวเมทาลิก	-
S 02	ภาชนะบรรจุ	พลาสติก ABS	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	เทาเข้ม	-
S 03	โครงสร้างส่วนเก็บสัมภาระ 2	พลาสติก PC	ฉีด	ผิวเรียบมัน	1	เขียวเมทาลิก	-
S 04	แผ่นสัญลักษณ์	สแตนเลส	ตัด	ผิวทราย	1	ธรรมชาติ	ตกแต่งผิวด้วยสติกเกอร์
S 05	ส่วนปิดรอยน็อต	พลาสติก PC	ฉีด	ผิวทราย	1	เทาเข้ม	-

PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART S SUB - PART - - - TYPE - - -

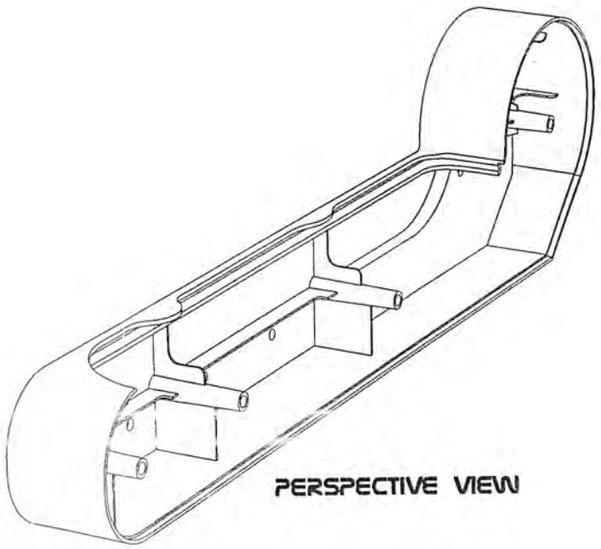
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR

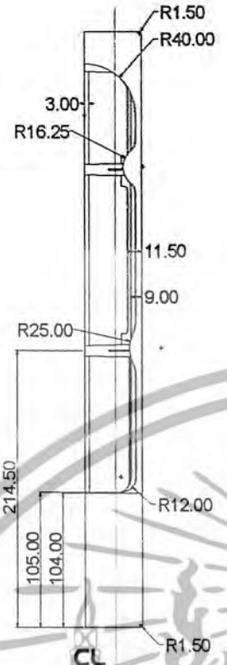
FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
NAME YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

73

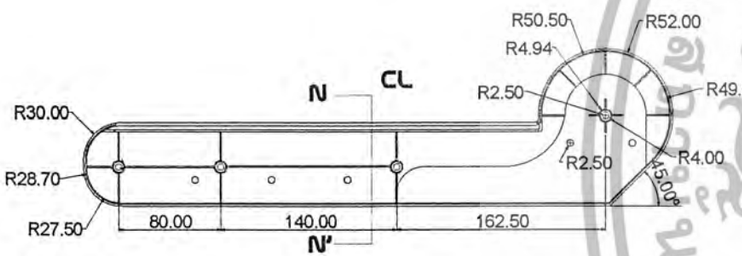
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



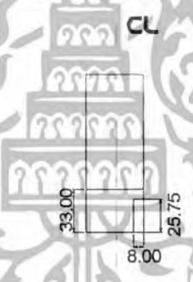
PERSPECTIVE VIEW



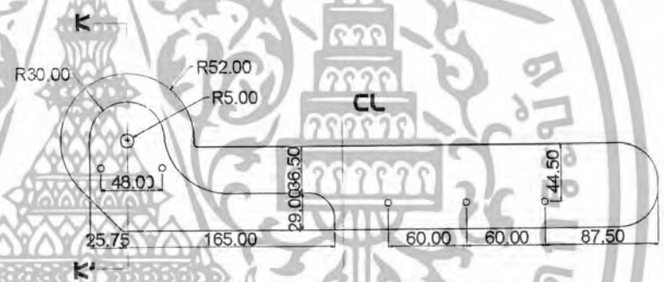
TOP VIEW



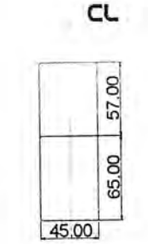
LEFT SIDE VIEW



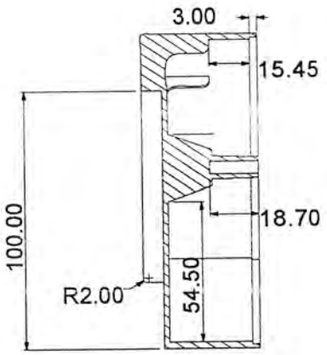
FRONT VIEW



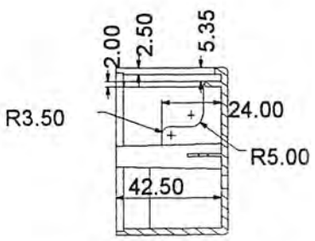
RIGHT SIDE VIEW



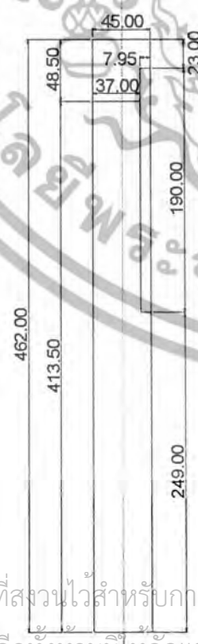
BACK VIEW



SECTION K - K'
SCALE 1 : 2.5



SECTION N -N'
SCALE 1 : 2.5



BOTTOM VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART 5	SUB - PART 5 01	TYPE	○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

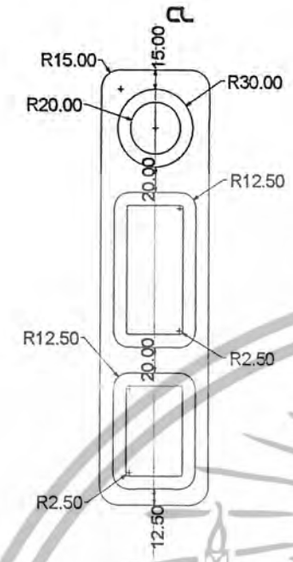
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT	POWERED WHEELCHAIR	SCALE 1 : 5

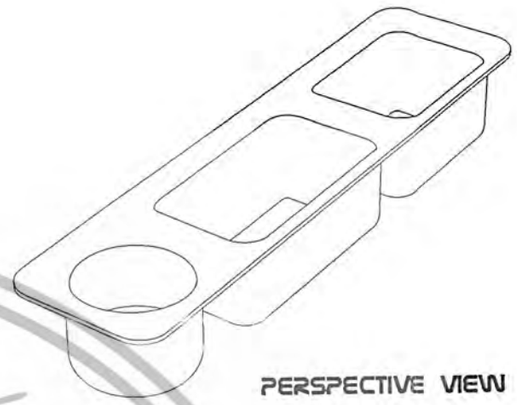
FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

74

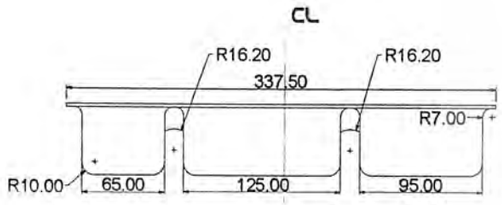
UNIT : mm



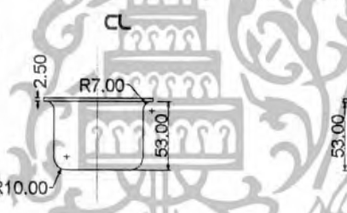
TOP VIEW



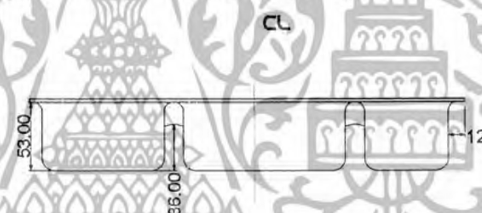
PERSPECTIVE VIEW



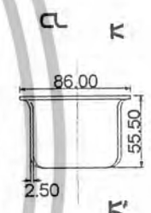
LEFT SIDE VIEW



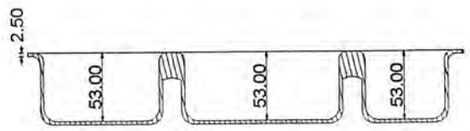
FRONT VIEW



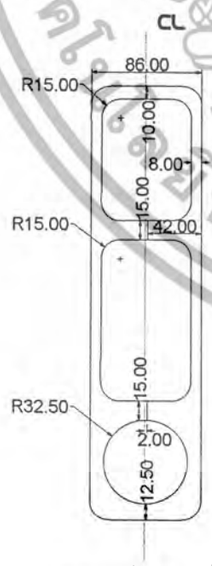
RIGHT SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTION K - K'



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART 5	SUB - PART	5 0 2	TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

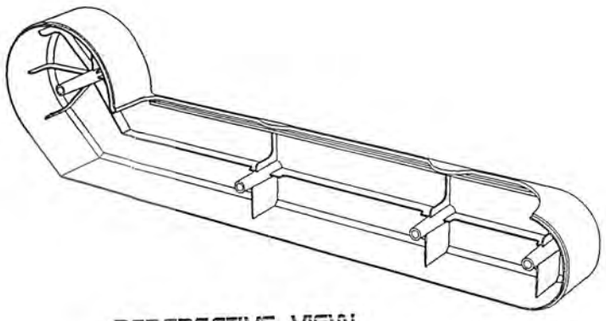
PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO . 40025326

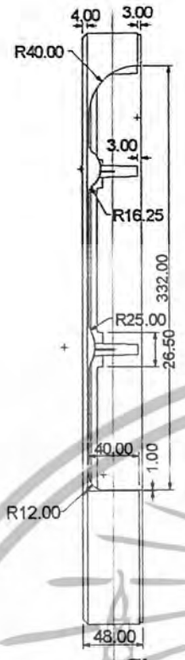
5

UNIT : MM

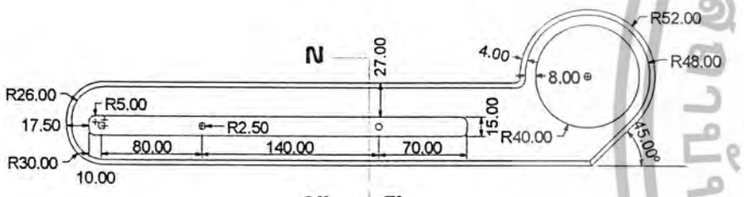
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



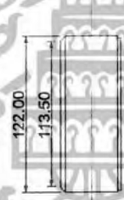
PERSPECTIVE VIEW



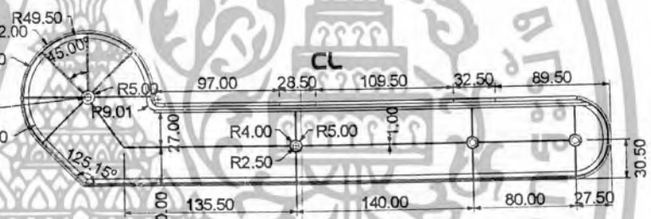
TOP VIEW



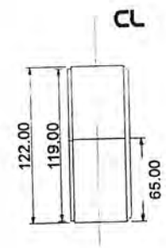
LEFT SIDE VIEW



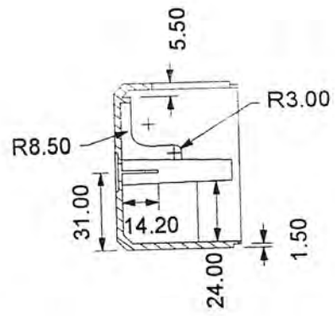
FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

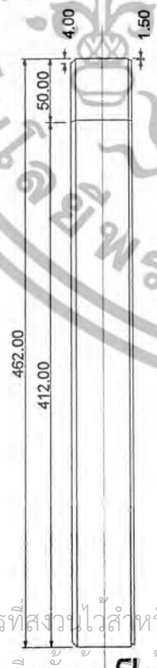


BACK VIEW



SECTION N – N'

SCALE 1 : 2.5



BOTTOM VIEW

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART 5	SUB – PART 5 0 3		TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

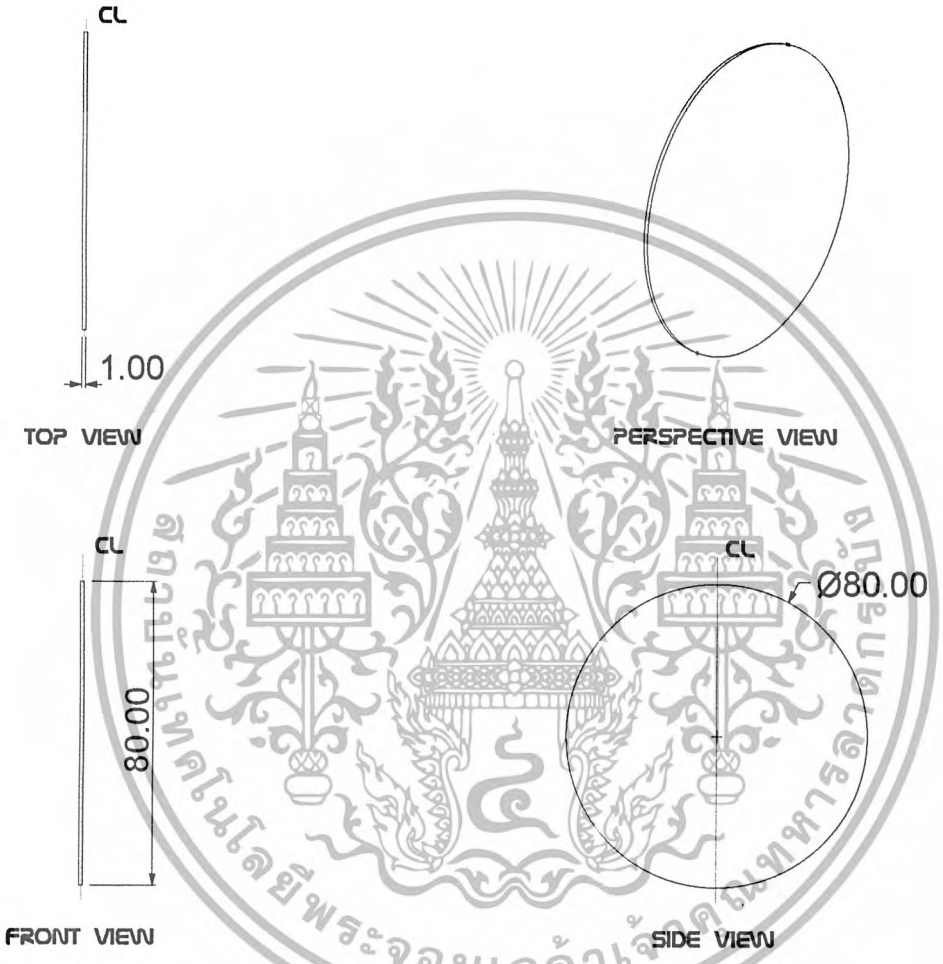
PROJECT: POWERED WHEELCHAIR — SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT
NO 40025326

76

UNIT : MM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PAGE ☐ DRAWING ☐ ASSEMBLY ☐ SECTION ☐ LAYOUT DRAWING

PART PART 5 SUB - PART 5 0 4 TYPE ○ DESIGNED PART ○ STANDARD PART

KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PROJECT POWERED WHEELCHAIR SCALE 1 : 5

FACULTY OF ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN

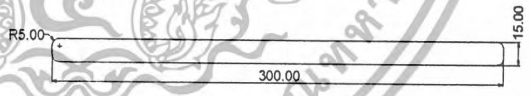
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT

NO . 40025326 UNIT : MM.

TOP VIEW

PERSPECTIVE VIEW

FRONT VIEW



SIDE VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

PAGE	☐ DRAWING	☐ ASSEMBLY	☐ SECTION	☐ LAYOUT DRAWING
PART	PART 5	SUB - PART 5 0 5	TYPE	○ DESIGNED PART
KING MONGKUT ' INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG				○ STANDARD PART
PROJECT	POWERED WHEELCHAIR		SCALE	1 : 5
FACULTY OF ARCHITECTURE				
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN				78
MR. YUTTHANA THANHATHEERAWAT				
NO . 40025326			UNIT :	MM.