

การออกแบบเตียงช่วยนั่งสำหรับผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ Designed Wheelchair for Physically Disordered Patients

สรารุณ สิริเกษมสุข^{1*} และ ชาติชาย ลีลาสิริวิไล²

¹มหาวิทยาลัยปทุมธานี 140 ม.4 ถ.ติวานนท์-ปทุมธานี ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ปทุมธานี

²มหาวิทยาลัยปทุมธานี 140 ม.4 ถ.ติวานนท์-ปทุมธานี ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ปทุมธานี

*ติดต่อ: sirikasemsuk@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 0-2975-6999 ต่อ 161, โทรสาร 0-2979-6728

บทคัดย่อ

ในการดูแลผู้ป่วยที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ควรมีการปรับให้ผู้ป่วยนั่งข้างเพื่อให้ร่างกายมีการปรับความดัน และการเปลี่ยนท่าผู้ป่วยมาเป็นท่านั่งส่วนใหญ่จะทำโดยการอุ้มลงมานั่งรถเข็น ซึ่งต้องใช้ผู้ช่วยถึง 2 คน จะเป็นการดีกว่า หากจะใช้เพียงคนเดียว และมีความปลอดภัย โดยในงานวิจัยนี้ นำความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล มาประยุกต์กับหลักการของเอร์กอนอเมกส์ เพื่อประยุกต์รถเข็นของผู้ป่วยสามารถปรับความสูงเพื่อมารับตัวผู้ป่วยจากเตียง และปรับท่านั่งให้รองรับแนวของสะโพกหรือกระดูกสันหลัง เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วยมากที่สุด และยังเป็นการลดภาวะของโรคแทรกซ้อน เช่น แผลกดทับได้ โดยองศาที่ปรับนั้นจะมีตั้งแต่ 90, 110, 125, 165 และ 180 องศา เพื่อเป็นการลดแรงกดของกระดูกสันหลัง หรือเป็นท่าที่สบายที่สุดของผู้ป่วยได้ โดยน้ำหนักที่ทดสอบนั้นไม่เกิน 100 กิโลกรัม ทดสอบกับผู้ป่วยในโรงพยาบาล เพื่อความพึงพอใจของ ผู้ป่วยและผู้ดูแลผู้ป่วย ถึงรูปแบบการใช้งาน

คำหลัก: รถเข็นผู้ป่วย, แผลกดทับ, สรีรวิทยา, ผู้ป่วย

Abstract

By taking care of physically disordered patients, chairs should be adjusted for patients' bodies to obtain pressure adjustment. In terms of changing patients to a sitting position, it will mostly be done by holding down the wheelchair which is required the help of two people for safety. In this research, the knowledge of mechanical engineering is applied with Ergonomics principle. The patients' wheelchairs can be adjusted the height in order to get patients out of beds and adjust the sitting position to support hips or spines for safety. Moreover, this design also reduces complication namely pressure sore. The degree of adjustment will range from 90, 110, 125, 165 and 180 degrees in order to reduce pressure of spines to comfort patients' position. The test weight is less than 100 kg. This research is tested with patients in the hospital for the purpose of patients and caregivers' satisfaction towards this application.

Keywords: wheelchair, pressure sore, patients.

1. บทนำ

ในการดูแลผู้ป่วยที่ไม่สามารถดูแลตัวเองนั้น จำเป็นต้องดูแลเรื่องความสะอาด และต้องระวังเรื่องแผลกดทับ โดยส่วนใหญ่จะดูแลผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ เพียงแค่การพลิกตัว และเช็ดตัวเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการดีกว่าหากจะเปลี่ยนอิริยาบถของผู้ป่วย เช่นการปรับมาเป็นท่านั่ง หรือทำยืน เพื่อเป็นการลดความร้อนสะสมที่ผิวหนัง โดยงานวิจัยนี้จะออกแบบรถเข็นผู้ป่วยที่สามารถนำผู้ป่วยที่นอนเตียงมานั่งได้ โดยมีผู้ช่วยเหลือผู้ป่วยอย่างน้อย 1 คน ได้ โดยการปรับรถเข็นผู้ป่วยเป็นท่านอนเสมอเตียง จากนั้นดึงฝารองผู้ป่วยเพื่อย้ายผู้ป่วยมาสู่รถเข็น จากนั้นจึงปรับเป็นท่านั่งตามสมควร โดยในการปรับท่านั่งนั้นจะมีระดับองศาการปรับตามหลักการของเออร์คอนอนิกส์เพื่อให้เข้ากับสรีระของผู้ป่วย คือที่องศาของเตียงที่เข้ากับมุมองศาของกระดูกสันหลัง หรือจะเป็นการปรับองศาเพื่อลดแรงกดจากน้ำหนักของกระดูกสันหลังได้ โดยองศาการปรับนั้นจะสามารถปรับระดับได้คือ 90, 110, 125, 165, 180 องศา และทำการทดลองกับผู้ป่วยในโรงพยาบาล ซึ่งน้ำหนักผู้ป่วยสูงสุดที่จำกัดคือ 100 กิโลกรัม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระดูกสันหลังเป็นแบบลัมบาร์ลอร์โดซิส

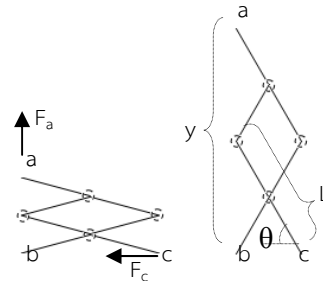
กระดูกสันหลังแบบลัมบาร์ลอร์โดซิส เป็นแนวกระดูกสะโพกที่ทำมุมกับกระดูกข้อต่อส่วนขาของท่ามุม 125 องศา ซึ่งมุมที่คล้ายกับมุมองศาของสะโพก โดยทางการแพทย์ถือว่าเป็นท่านอนที่ผ่อนคลายที่สุด

2.2. กระดูกสันหลังเป็นแบบลัมบาร์ไคโฟซิส

จากงานวิจัยการใช้แรงกล้ามเนื้อหลัง วัดโดยวิธีอิเล็กโตรไมโอกราฟี (electromyography) หรือ EMG นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งในท่านั่งและทำยืน แต่อย่างไรก็ตามถ้าพนักงานหลังถูกออกแบบให้มีมุมเอนถึง 110 องศาแล้วกล้ามเนื้อหลังจะผ่อนคลาย การทำงานหดตัวลงไปได้มากที่สุด

2.3 สมการหาระยะความสูง

กลไกการยกแบบไขว้ (X-Lift) ระยะของความสูงจะขึ้นอยู่กับความยาวของก้านยกและจำนวนชั้นของกลไก



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของกลไกการยกแบบไขว้ (X-Lift)

ซึ่งสามารถหาความสูงของกลไกได้จากสมการ (1)

$$y = nL \sin \theta \quad (1)$$

$$F_c = \frac{F_a \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{F_a}{\tan \theta} \quad (2)$$

$$F_c = F_a \sqrt{\left(\frac{nL}{y}\right)^2 - 1} \quad (3)$$

โดยที่ y คือ ความสูงของกลไกการยก (mm)

n คือ จำนวนชั้นของกลไกการยก

L คือ ความยาวของก้านยก (mm)

θ คือ มุมของกลไกการยก (rad)

F_a คือ น้ำหนักที่ต้องการยก (N)

F_c คือ แรงที่ใช้ในการยก (N)

2.4 ความเค้นดัดในคาน

ชิ้นส่วนของเตียงบางตำแหน่งจะรับแรงในแนวตั้งลักษณะเช่นเดียวกับคานทั่วไป ฉะนั้นจึงใช้ความเค้นดัดเป็นข้อจำกัดในการออกแบบความเค้นดัดสูงสุดจะเกิดที่ผิวนอกสุดของคาน ณ ตำแหน่งที่โมเมนต์ (bending moment) ดัดมีค่าสูงสุด ซึ่งคำนวณได้จากสมการความเค้นดัดดังสมการที่ (4)

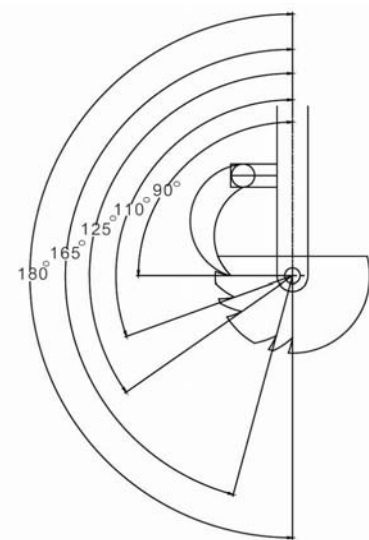
$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} \quad (4)$$

โดยที่ M คือโมเมนต์ดัด (N.mm)
 c คือ ระยะจากแกนสะเทิน (mm)
 I คือ โมเมนต์ความเฉื่อย (mm^4)

3. การออกแบบ

3.1 การออกแบบกลไกการขยับเพื่อปรับองศา

กลไกการขยับจะใช้กลไก Ratchet Mechanism ซึ่งเป็นกลที่สามารถป้องกันการหมุนกลับได้ และสามารถปรับล็อกตามองศาที่ต้องการได้



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของกลไก Ratchet Mechanism

กลไกการขยับ แบบปรับได้ 5 องศา ได้แก่ 90 110 125 165 180 ตามลำดับเพื่อรองรับทฤษฎีทางเออร์คอนอมิกส์ ที่ว่าด้วยเรื่องของสรีระตามแนวกระดูกสันหลัง เพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของกล้ามเนื้อหลังให้น้อยที่สุด ซึ่งองศาต่างๆมีความสำคัญดังต่อไปนี้

3.1.1 ที่ 90 องศา เป็นมุมที่แรงสั่นสะเทือนกระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังมากที่สุด แต่ในบางครั้งต้องปรับเป็นทำนองที่ 90 องศาเพื่อลดการเกิดเสมหะในลำคอ

3.1.2 ที่ 110 องศา การปรับให้มุมเอนในช่วง 110 องศาทำให้กล้ามเนื้อหลังผ่อนคลายเนื่องจากเป็นมุมที่แรงสั่นสะเทือนกระทำน้อยที่สุด

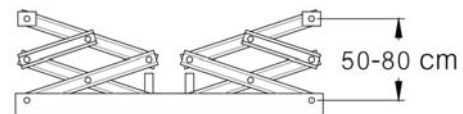
3.1.3 ที่ 125 องศา เป็นมุมคล้ายมุมงอของสะโพก

3.1.4 ที่ 165 องศา เป็นมุมที่สูงจากแนวราบ 15 องศา

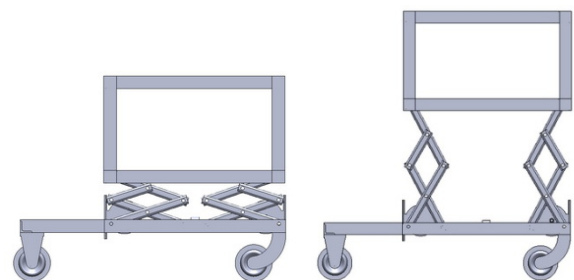
3.1.5 ที่ 180 องศา เป็นแนวราบ

3.2 กลไกการยกแบบไขว้ (X-Lift)

ในการปรับความสูงจะใช้มอเตอร์เป็นตัวต้นกำลัง เพื่อส่งถ่ายแรงผ่านชิ้นส่วนของกลไก เพื่อให้ระบบกลไกสามารถปรับระดับความสูง – ต่ำได้



รูปที่ 3 กลไกการปรับความสูง



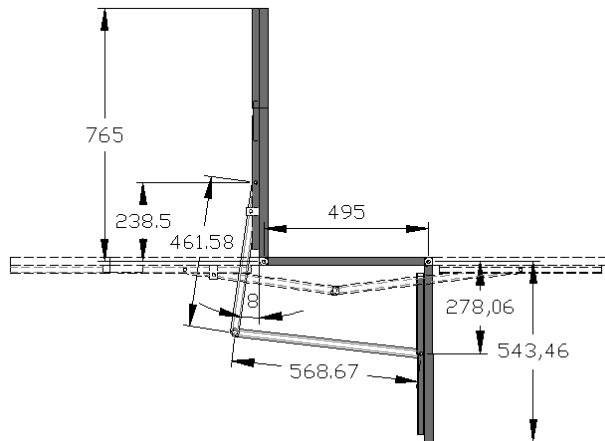
รูปที่ 4 การนำกลไกการปรับความสูง (X-Lift) ไปใช้งาน

ระยะการปรับความสูงของเตียงและเก้าอี้จะอยู่ในช่วง 50 – 80 ซม. โดยระยะดังกล่าวเป็นระยะความสูงของเก้าอี้และเตียงที่ใช้โดยทั่วไป โดยกลไกนี้จะติดตั้งทั้ง 2 ข้างๆ ละ 2 ตัว เพื่อเป็นการกระจายแรง และป้องกันการพลิกคว่ำของเตียง

3.3 กลไกปรับเตียงเป็นเก้าอี้ และเก้าอี้เป็นเตียง

กลไกการปรับจากเตียงเป็นเก้าอี้ จากเก้าอี้เป็นเตียง จะใช้กลไกสี่ชิ้นส่วนเครื่องจักร (Four-bar linkage) โดยมีส่วนรอกนั้งอยู่คงที่ และส่วนหลังจะเป็นส่วนที่มีการออกแรงเพื่อปรับจากเตียงเป็นเก้าอี้ และปรับกลับมาเป็นเตียง เพื่อให้เป็นการง่ายเมื่อปรับที่หลังแล้ว ส่วนขาจะปรับตามให้สอดคล้องกับส่วนหลัง จะต้องอาศัยความสัมพันธ์ของระบบกลไกสี่ชิ้นส่วนเครื่องจักร โดยมีก้านลิงค์ 2 ก้านเป็น

ตัวขับเคลื่อนในการปรับจากเตียงเป็นเก้าอี้ โดยก้านลิงค์จากส่วนหลังจะติดตั้งในองศาที่คงที่และก้านลิงค์ส่วนที่ติดกับส่วนรองขาจะเป็นตัวขับให้ระบบรองขาเป็นไปตามเงื่อนไขในรูปแบบของเตียง และเก้าอี้



รูปที่ 5 ขนาดของก้านลิงค์

จากรูปที่ 5 จะได้เตียงที่มีความยาวจากส่วนหัว ถึงส่วนเท้า 180 เซนติเมตร และเมื่อปรับเป็นเก้าอี้แล้วจะมีส่วนหลังสูงจากที่นั่ง 75.6 เซนติเมตร และส่วนลงมาจากที่นั่ง 543.46 เซนติเมตร โดยกลไกของระบบจะอยู่ในตำแหน่งตรงกลางด้านหลังของโครงสร้าง ซึ่งกรณีปรับนอนจะมีจุดต่อระหว่างลิงค์ทั้ง 2 อยู่ต่ำกว่าเตียงโดยทำมุมอยู่ เพื่อป้องกันการขัดกันของก้านลิงค์ระหว่างการปรับโครงสร้างจากเตียงเป็นเก้าอี้

4. ผลการทดลอง

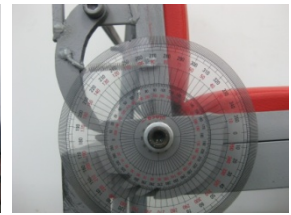
ในการออกแบบและสร้างเตียงช่วยนั่งซึ่งจากการทดลอง และทดสอบโดยเก็บข้อมูลที่ได้จากงานจริงเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ได้ออกแบบตามทฤษฎีแล้วนำค่ามาหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ซึ่งจากการทดลองสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 การทดลองคือ การปรับมุมองศา และการปรับความสูง ได้ผลดังนี้

4.1 การปรับมุมองศา

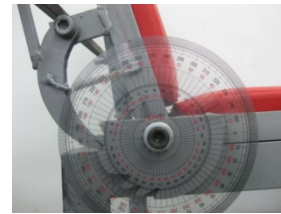
การปรับมุมองศานั้นจะปรับได้ทั้งหมด 5 ระดับ ได้แก่ 90, 110, 125, 165 และ 180 องศา ดังรูปที่ 6



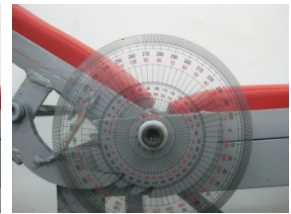
(ก)



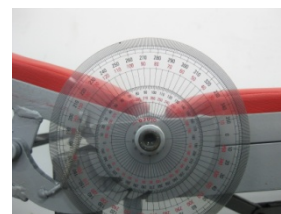
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

รูปที่ 6 แสดงการปรับมุมองศาที่ตำแหน่ง

- (ก) ภาพเตียงช่วยนั่ง
- (ข) ภาพองศาที่ 90°
- (ค) ภาพองศาที่ 110°
- (ง) ภาพองศาที่ 125°
- (จ) ภาพองศาที่ 165°
- (ฉ) ภาพองศาที่ 180°

4.2 การทดลองการปรับระดับองศา

4.2.1 ที่ 90 องศา วัดค่าจริงได้ที่ 90 องศา ซึ่งไม่คลาดเคลื่อน

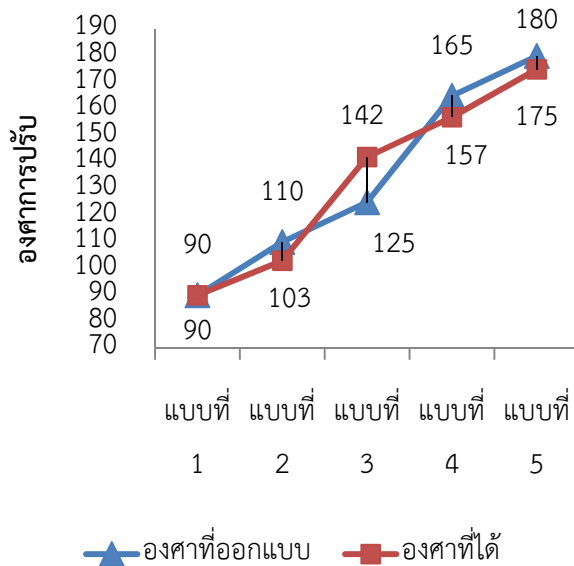
4.2.2 ที่ 110 องศา วัดค่าจริงได้ที่ 103 องศา ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระยะตามหลักเออร์กอนอมีกส์ในช่วง 100 – 110 องศา ดังนั้นที่องศานี้จึงไม่คลาดเคลื่อน

4.2.3 ที่ 125 องศา วัดค่าจริงได้ที่ 142 องศา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 13.6 % ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับปานกลาง

4.2.4 ที่ 165 องศา วัดค่าจริงได้ที่ 157 องศา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4.84 % ซึ่งเป็นค่าที่เล็กน้อย

4.2.5 ที่ 180 องศา วัดค่าจริงได้ที่ 175 องศา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2.77 % ซึ่งเป็นค่าที่เล็กน้อย

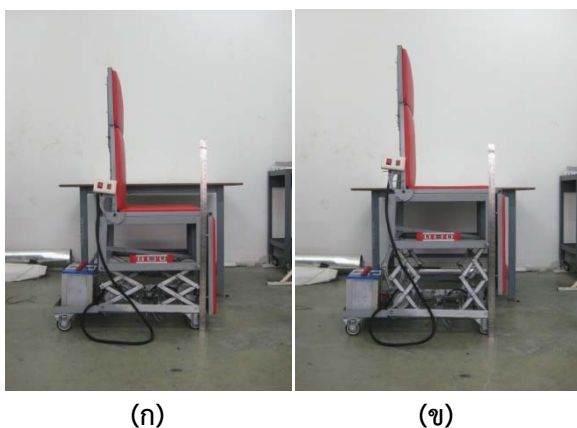
จากผลการทดลองการปรับองศา สามารถสรุปค่าที่ทดลองได้ในแต่ละองศาได้ดังกราฟ



รูปที่ 7 แสดงกราฟเปรียบเทียบในองศาต่างๆ

4.3 การปรับระดับความสูง

การปรับความสูงนั้นสามารถปรับความสูงได้ที่ 50 ถึง 80 เซนติเมตร



รูปที่ 8 แสดงการปรับความสูงที่ตำแหน่ง

(ก) ความสูงต่ำสุดที่ 50 เซนติเมตร

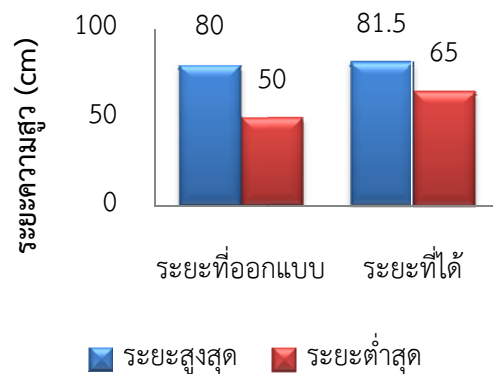
(ข) ความสูงสูงสุดที่ 80 เซนติเมตร

4.4 การทดลองการปรับระยะความสูง

4.4.1 ที่ความสูงต่ำสุด 50 เซนติเมตร วัดค่าจริงได้ที่ 65 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 30 % ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างมาก

4.4.2 ที่ความสูงที่สูงสุด 80 เซนติเมตร วัดค่าจริงได้ที่ 81.5 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1.87 % ซึ่งเป็นค่าที่เล็กน้อย

จากผลการทดลองการปรับความสูง สามารถสรุปค่าที่ทดลองได้ในแต่ละองศาได้ดังกราฟ



รูปที่ 9 แสดงกราฟเปรียบเทียบระดับความสูงที่ระยะสูงสุดและระยะต่ำสุด

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ในการปรับเก้าอี้ต่ำได้ที่ระยะ 65 เซนติเมตร ซึ่งค่าที่ตั้งไว้อยู่ที่ 50 เซนติเมตร ซึ่งไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ นั้นมีระยะสั้นกว่าที่กำหนดไว้ในส่วนของการปรับเก้าอี้สูงสุด ค่าที่ตั้งไว้อยู่ที่ระยะ 80 เซนติเมตร ซึ่งวัดออกมาจริงได้ที่ 81.5 เซนติเมตร ซึ่งไม่ได้ตามที่กำหนดไว้เนื่องจากเพลานั้นมีระยะสั้นกว่า ซึ่งตอนออกแบบเพลานั้นจะมีสองชิ้นวางในแนวยาวขนานกัน แต่พองานจริงวางขนานกันไม่ได้เนื่องจากมอเตอร์นั้นมีขนาดใหญ่พอสมควรจึงทำการแบ่งเป็นสองตอนโดยมีลูกปืนอยู่ตรงกลางจึงทำให้ระยะที่ได้ไม่ได้ตามที่กำหนด

5.2 ในส่วนของการปรับองศาที่ได้มี 5 ระดับ ดังนี้ 90, 110, 125, 165 และ 180 องศา ซึ่งค่าที่ปรับได้นั้นไม่ได้ตามที่กำหนดดังนี้ 90, 103, 142, 157, 175 ซึ่งเกิดจากความคลาดเคลื่อนที่องศา 142 องศา เพราะเกิดจาก

การ ray out องศา ที่มีคลาดเคลื่อนจึงทำให้ชิ้นงานที่ได้ส่งไปให้ทางร้านตัดออกมาเกิดความคลาดเคลื่อนขององศาอื่นๆ

5.3 ในส่วนของมอเตอร์ได้เกิดความผิดพลาดในส่วนของเฟืองหนอนซึ่งเกิดมีปัญหาดรเพลลาของมอเตอร์ซึ่งเวลาเริ่มแล้วเกิดการรูดเนื่องจากเพลลาของมอเตอร์นั้นเป็นเพลลากลมไม่ได้มีการทำสลักหรือจุดจับยึดที่แน่นพอสำหรับการติดตั้งเฟืองตัวหนอนจึงทำให้เกิดการรูด ณ จุดนั้น

5.4 ในส่วนของการยกนั้นมีปัญหาดรที่ x- lift นั้นมีปัญหาดรโครงสร้างที่เกิดการบิดและการสไลด์ที่ค่อนข้างผิด ซึ่งเวลาที่ทำการปรับระดับนั้นได้เกิดการเคลื่อนที่ไม่พร้อมกันจึงทำให้เวลาปรับระดับขึ้นและลงเกิดการกระตุกและไม่ค่อยนุ่มนวลสักเท่าไร

6 ข้อเสนอแนะ

6.1 ในการปรับความสูงและต่ำของเก้าอี้ขึ้นถ้าจะให้ได้ตามระยะที่กำหนดและมีความแข็งแรงคงทนเห็นว่าจะต้องทำการเปลี่ยนจากระบบ x - lift เป็นระบบเดียวกับแม่แรงรถยนต์ที่มีความแข็งแรงกว่า

6.2 ในส่วนของตัวขึ้นงานนั้นถ้าหากผู้ป่วยเป็นคนตัวใหญ่เวลาขึ้นไปนอนที่ได้สังเกตว่าเหมือนจะเกิดการไหลในระดับที่กึ่งนอนกึ่งนั่งได้มีความคิดเห็นว่าจะมีการสร้างส่วนรองขาเพื่อให้ผู้ป่วยนั้นได้วางรองอีกทั้งยังเกิดความสบายและผ่อนคลายให้กับผู้ป่วยอีกด้วย

6.3 เปลี่ยนล้อที่มีความลื่นเพื่อง่ายต่อการเข็น

6.4 จุดหมุนต่างๆ ควรใส่บุทหรือลูกปืนเพื่อไม่ให้เกิดความผิดและเสียดสีกันของชิ้นงาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยปทุมธานี ที่ให้ความกรุณาในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่ให้คำแนะนำที่ติงงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Toshihiro Y, Nobuhiro N, Goro O and Taira M (2010). *Assistance System for Bedridden Patients to Reduce the Burden of Nursing Care*, paper presented in *the SI International 2010*, Chiang Mai, Thailand.
- [2] Wei Ching-Hua, and other (2010). *Hospital Bed with Auxiliary Functions of Lateral Positioning and Transferring for immobilized Patients*, paper presented in *The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON)* Nov. 5-8, 2007, Taipei, Taiwan 2010
- [3] นาย ฐาปกรณ์ สุจริตอภิกฤษ (2548). *รายงานการวิจัยเรื่อง โครงการออกแบบเตียงนอนเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุให้กับ บริษัท โมเดิร์นฟอรั่มกรุ๊ป จำกัด (มหาชน), วิทยาลัยพนธ์หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*
- [4] น.ต. สุทธิ ศรีบุรพา (2540). *เออร์กอนอมิกส์ วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย*, กรุงเทพฯ: บมจ. ซีเอ็ดยูเคชั่น
- [5] ขวลิท อยู่ภักดี (2520). *กลศาสตร์เครื่องจักร*, กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [6] บริษัท Nature Foam (2553). *การเกิดผลกดทับและการดูแลสุขภาพ*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.naturefoam.com/index.php?lay=show&ac=article&id=319253>, เข้าดูเมื่อวันที่ 20/04/2555.