

การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงในเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกเพื่อป้องกันการล้มคว่ำ

The Analysis of Center of Gravity Positioning Error in Patient Removing Hydraulic Craneto Prevent Overturns

น้ามนต์ โชติวิสูตร^{1*} วชรินทร์ แสงเงิน¹ ณัฐนันท์ คำจุน¹ ปัญญา ดวงแก้วเรือน¹ พงศธร เดชธรรม¹
และ ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์²

¹ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถนนห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Nammont Chotivisarut^{1*}, Watcharin Sang-nguern¹, Nattanun Kumjun¹, Punya Daungkaeoruan¹,
Phongsathon Dettham¹ and Tanongkiat Kiatsiriroat²

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna
128 HuayKaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University

* ผู้รับผิดชอบบทความ: nammont4426409@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์ 085-866-9848

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกโดยมีวัตถุประสงค์คือใช้ยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บกล้ามเนื้อของผู้เคลื่อนย้าย โดยในแง่ของความปลอดภัยนั้นได้มีการวิเคราะห์หาค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่เปลี่ยนตำแหน่งไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมุมฐานหมุนและมุมก้มเงยคานขณะทำการยกภาระโหลดน้ำหนักที่แขวนไว้ปลายคานเพื่อป้องกันการล้มคว่ำขณะใช้งานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมา ซึ่งผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานั้นได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจุดศูนย์ถ่วงโดยวิธีนำเครื่องไปแขวนกับคานรับน้ำหนักเพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงโดยใช้จุดตัดของเส้นแนวตั้ง โดยผลการทดลองการทำงานของเครื่องพบว่าแรงดันในกระบอกสูบไฮดรอลิกที่ใช้ขับเคลื่อนหมุนฐานของเครื่องนั้นแปรเปลี่ยนโดยไม่มีนัยสำคัญต่อมุมที่ฐานหมุน ส่วนแรงดันในกระบอกสูบไฮดรอลิกที่ใช้ยกคานจะแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของภาระโหลดที่ปลายคานในอัตราคงที่ส่วนการวิเคราะห์ระยะการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานั้นพบว่านอกจากจุดศูนย์ถ่วงจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามมุมฐานหมุนและมุมก้มเงยคานของเครื่องยกผู้ป่วยแล้วยังมีการแปรผันตามภาระโหลดน้ำหนักที่แขวนไว้ปลายคานโดยมุมการทำงานของเครื่องยกผู้ป่วยที่ทำให้ค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงเคลื่อนออกจากจุด origin คือโคนของเสาขมาทางระนาบแกน x มากที่สุดนั้นอยู่ที่มุมฐานหมุน 90 องศา มุมเงยคาน 20 องศาขณะรับโหลดยกที่ปลายคานเท่ากับ 120 กิโลกรัมจะมีค่าระยะการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงออกมา 0.67 เมตรซึ่งยังไม่เคลื่อนหลุดออกนอกฐานโครงสร้างของเครื่องจึงไม่พลิกล้มโดยเมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริงโดยวิธี plumb Lines พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานั้นมีความคลาดเคลื่อน 20.44 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมาจากความคลาดเคลื่อนของการจัดวางตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของอุปกรณ์ย่อยบนเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมา

คำสำคัญ เครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วย จุดศูนย์ถ่วง ไฮดรอลิก

Abstract

The objective of this project was to design and assembly of hydraulic crane for patient removing purpose to lift and move the patient with the reduction of the risk of the lifter's muscular injury. The analysis of center of gravity (CG) of this unit which moved while lifting weight loads at any base angles and lift angles was done for prevent overturns by computer program. The experiment to find center of gravity of this unit at some working conditions by hanging method was setup to verify the computer program. The testing result showed

that hydraulic pressure in hydraulic piston which controls this unit base angle was not varied significantly with any base angle when hydraulic pressure in hydraulic piston which controls its lift angle was linear varied directly to weight load. The analysis of CG positioning by computer programing showed that CG positioning was depended on base angle, lift angle and weight load. The maximum CG positioning shift distance from origin at its pole base was only 0.67 meter at 90 degree base angle, 20 degree lift angle and 120 kilograms weight load. This value was still in base range and could guarantee its safety. This computer program result was compared to plumb lines experiment and found 20.44 percent error which due to accumulated error from each components positioning.

Keywords; patient removing, center of gravity, hydraulic.

1. บทนำ

ปัจจุบันการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่ต้องนอนพักรักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาลหรือในที่พักอาศัยระหว่างที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งเป็นกิจกรรมหลักอย่างหนึ่งในการบริการผู้ป่วย โดยเฉพาะผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตนเองได้น้อยหรือช่วยเหลือตนเองไม่ได้เลย เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคอัมพฤกษ์, อัมพาตและกล้ามเนื้ออ่อนแรง การเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจะต้องอาศัยผู้ดูแลอย่างน้อย 2 - 3 คน ในการเคลื่อนย้ายหรือยกผู้ป่วยขึ้นและลงระหว่างเตียงนอนกับรถเข็น เพื่อนำผู้ป่วยไปทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ เช่น การทำความสะอาดร่างกาย การขับถ่าย หรือการนำผู้ป่วยไปทำกิจกรรมกายภาพบำบัด เป็นต้น เป็นเรื่องที่ลำบากมาก เพราะผู้ดูแลจะต้องระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไม่ให้เกิดอันตรายและเจ็บปวด จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง การดูแลผู้ป่วยดังกล่าวมาข้างต้นต้องมีการอุ้มยกพยุงผู้ป่วยซึ่งต้องใช้แรงกายมาก ทำให้มีผลต่อสุขภาพกายเป็นภาระที่ต้องใช้กำลังแรงงาน มีผลทำให้ร่างกายมีความอ่อนล้า ปวดตามร่างกาย จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยทุ่นแรงเข้ามาช่วยเหลือ เพราะฉะนั้น เครื่องยกผู้ป่วยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดภาระของผู้ดูแลผู้ป่วยและมีความปลอดภัยต่อผู้ป่วย

ในประเทศไทยเองพบว่ามีการใช้เครื่องยกผู้ป่วยน้อยมาก [1] ทั้งนี้เนื่องด้วยเครื่องยกผู้ป่วยยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ในประเทศ เครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ [2] ดังแสดงในรูปที่ 1 ก็มีราคาค่อนข้างสูงจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยกผู้ป่วย [3-6] พบปัญหาจากการใช้งานคือ ตัวเครื่องยกผู้ป่วยมีขนาดใหญ่ มีลักษณะของฐานขาที่ยาว การทำงานของแขนยกขึ้นและลงเคลื่อนที่ช้าจนเกินไป การเคลื่อนย้ายและบังคับทิศทางทำได้ลำบากต้องใช้แรงมากเนื่องจากความผิดของล้อเมื่อเคลื่อนย้ายผู้ที่มีน้ำหนักมาก

เนื่องจากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องยกผู้ป่วยที่ควบคุมการยกและหมุนด้วยระบบไฮดรอลิก โดยได้ออกแบบให้ฐานของเครื่องยกผู้ป่วยนี้สามารถหมุนซ้ายและขวาได้ด้วยเพื่อเป็นการเพิ่ม

ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานให้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้งานเครื่องยกผู้ป่วยอย่าง



รูปที่ 1 เครื่องยกผู้ป่วยที่มีใช้งานในต่างประเทศ[2]

โดยในโครงการวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์ค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity, CG.) ของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่เปลี่ยนตำแหน่งไปขณะใช้งานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมุมที่ฐานหมุนและมุมก้มเงยของคานขณะทำการยกภาระโหลดน้ำหนักที่แขวนไว้ปลายคานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมา ทั้งนี้เพื่อป้องกันการล้มคว่ำขณะใช้งาน ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานั้นได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจุดศูนย์ถ่วงโดยวิธีการนำเครื่องทั้งเครื่องไปแขวนไว้กับคานรับน้ำหนักขนาดใหญ่เพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงจริงโดยใช้จุดตัดของเส้นแนวตั้งสองแนวขึ้นไปตัดกันเป็นตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง

2. ทฤษฎีและวิธีการดำเนินการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องยกผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกนี้ได้คำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ โดยมีการเลือกค่าความปลอดภัยในการออกแบบสำหรับโหลดน้ำหนักเป็นแบบแรงกระทำ โดยมีเป้าหมายในการใช้งานคือ

แขนยกสามารถยกขึ้นและลงได้รวม 1.4 เมตร

ฐานของเครื่องสามารถหมุนซ้ายและขวาได้รวม 180 องศา

รับน้ำหนักผู้ป่วยสูงสุดได้ 120 กิโลกรัม

ขนาดความสูงของเครื่องไม่เกิน 1.7 เมตร

ขนาดความยาวของแขนไม่เกิน 1.0 เมตร

เครื่องไม่พลิกล้มเมื่อใช้งานบนพื้นราบ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางในทางแกน x นั้นเป็นไปตามสมการ

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือตำแหน่งของจุดศูนย์กลางที่นับระยะจากจุด origin ในทางแกน x, m

$\bar{x}$ คือตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของอุปกรณ์ย่อยแต่ละชิ้นที่นับระยะจากจุด origin ในทางแกน x, m

m คือมวลของอุปกรณ์ย่อยแต่ละชิ้น, kg

n คือลำดับนับตามจำนวนชิ้นของอุปกรณ์ย่อย, ไม่มีหน่วย

2.2 หลักการทำงาน

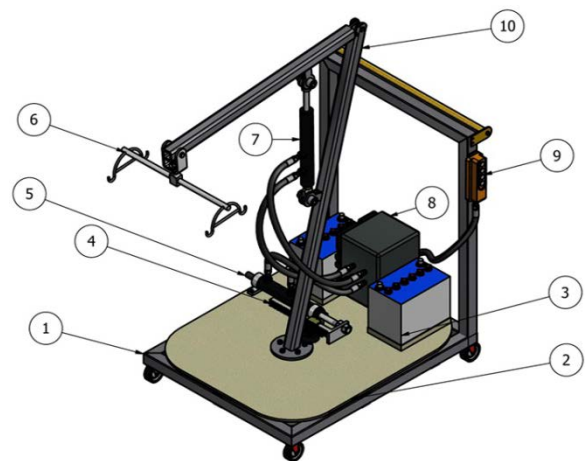
เครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกที่ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นมีลักษณะดังรูปที่ 2 (ก) สำหรับรูป 2 (ข) นั้นแสดงจุดอ้างอิงและแกนอ้างอิงในการหาจุดศูนย์กลางของเครื่อง โดยรายการของอุปกรณ์ย่อยต่างๆที่สำคัญนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการของอุปกรณ์ย่อยๆของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิก

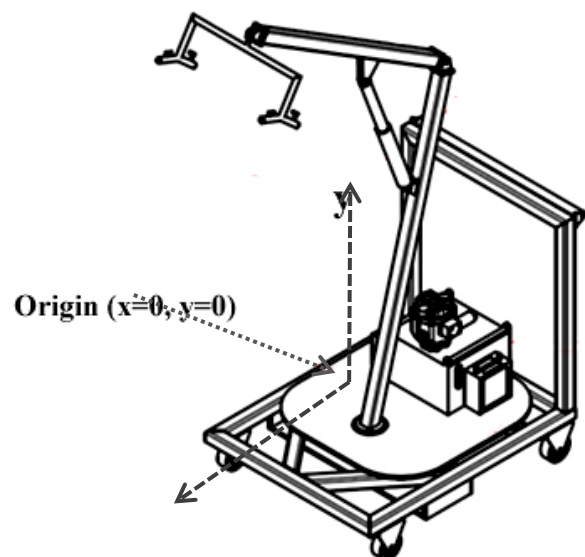
ลำดับที่	รายการ
1	โครงสร้างหลัก
2	ฐานรองรับที่หมุนได้
3	แบตเตอรี่
4	ชุดเพื่องขับเคลื่อน
5	กระบอกไฮดรอลิก
6	ก้านสำหรับคล้องผ้าใบรับน้ำหนัก
7	กระบอกไฮดรอลิก
8	มอเตอร์และปั๊มไฮดรอลิก
9	รีโมทสั่งการ
10	คานรับน้ำหนัก

เครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกมีขนาดฐานเครื่องกว้าง 0.8 เมตร x 1.0 เมตร สูง 1.4 เมตรทำจาก

เหล็กกล่องมาตรฐาน มอก. มีปั๊มไฮดรอลิกที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ที่สามารถสร้างแรงดันไฮดรอลิกได้สูงสุด 14715.0 กิโลปาสคาลเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนกระบอกสูบไฮดรอลิกขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.00114 ตารางเมตร จำนวน 2 กระบอกเพื่อใช้ในการยกคานและหมุนฐานเครื่องมีการติดตั้งเกจวัดความดันไว้ที่กระบอกสูบทั้งสองกระบอกคานสามารถยกได้สูงสุด 2 เมตรจากระดับพื้นดินมุมยก 30 องศา โดยคิดเป็นระยะยกที่เกิดจากการเคลื่อนที่ยกขึ้น 0.7 เมตร โดยที่ตัวคานยกเองมีความยาว 1.0 เมตร ฐานของเครื่องสามารถหมุนซ้ายไปขวาได้รวม 180 องศา



(ก) รูปสามมิติพร้อมชี้แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ย่อยต่างๆ

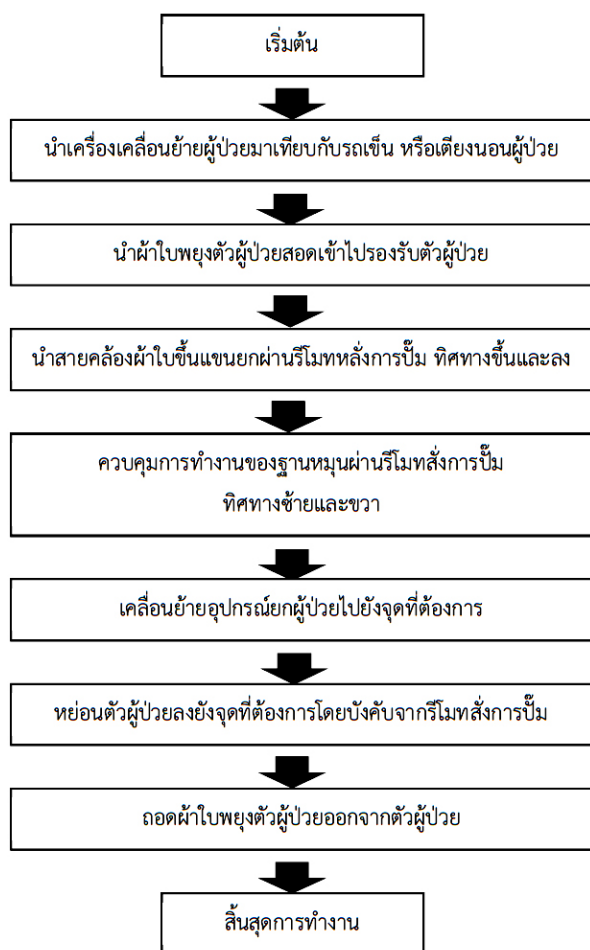


X (Parallel to ground)

(ข) จุดอ้างอิงและแกนอ้างอิงในการหาจุดศูนย์กลางของเครื่องรูปที่ 2 เครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิก

หลักการทำงานคือเมื่อผู้ดูแลกดปุ่มควบคุมที่รีโมทสั่งการ มอเตอร์ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่มีค่าความต่างศักย์ขนาด 24 โวลต์ (12 โวลต์จำนวนสองลูก) จะหมุนขับ

ปั๊มไฮดรอลิกให้ทำงานเพื่อทำการป้อนน้ำมันไฮดรอลิกผ่าน วาล์วควบคุมไหลสู่กระบอกสูบที่ต้องการ ซึ่งมีทั้งสิ้น 2 กระบอก โดยกระบอกสูบที่อยู่ด้านล่างนั้นสำหรับบังคับฐาน ให้หมุนซ้ายหรือขวาผ่านชุดเฟืองขับเคลื่อน rack and pinion โดยจะเป็นการหมุนทั้งฐาน ส่วนกระบอกสูบที่อยู่ด้านบนนั้น ใช้สำหรับบังคับคันรับน้ำหนักให้เคลื่อนที่ขึ้นหรือลงผ่านชุดเฟืองขับเคลื่อน rack and pinion อีกชุดหนึ่ง โดยได้มีการติดตั้งเกววัดความดันของน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อใช้ตรวจสอบความดันของปั๊มไฮดรอลิกและกระบอกไฮดรอลิกทั้งสองกระบอกด้วย



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของเครื่องยกผู้ป่วย

ส่วนวิธีการใช้งานนั้น เมื่อผู้ป่วยนั่งอยู่บนรถเข็นวีลแชร์ หรืออยู่บนเตียงนอน ผู้ดูแลสามารถนำเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยมาเทียบในระยะประชิดกับรถเข็นวีลแชร์ที่ผู้ป่วยนั่งหรือเตียงนอน และนำผ้าใบพวงตัวผู้ป่วยที่เป็นส่วนประกอบหนึ่งของชุดอุปกรณ์ยกผู้ป่วย สอดเข้าไปรองรับตัวผู้ป่วย หลังจากนั้นนำสายคล้องผ้าใบขึ้นแขนยกกับก้านสำหรับคล้องผ้าใบผู้ดูแลก็จะสามารถใช้งานอุปกรณ์ยกได้โดยควบคุมการทำงานผ่านรีโมทหลังการปั๊มไฮดรอลิก ให้คันรับน้ำหนักเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง หรือให้ฐานหมุนซ้ายหรือขวาตามทิศทาง

ที่ผู้ดูแลต้องการ ในการทำงานของอุปกรณ์นี้ผู้ป่วยจะอยู่ท่าแน่นในผ้าใบพวงตัวผู้ป่วยซึ่งห่อหุ้มผู้ป่วยอย่างปลอดภัย หลังจากนั้นผู้ดูแลสามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยการขึ้นเครื่องนี้ไปยังจุดที่ต้องการหย่อนวางตัวผู้ป่วยลงและควบคุมการทำงานผ่านรีโมทหลังการให้คันรับน้ำหนักหย่อนผู้ป่วยลง โดยมีแผนผังการทำงานของเครื่องแสดงดังรูปที่ 3

สำหรับผ้าใบพวงตัวผู้ป่วยนั้นสามารถสั่งตัดให้เหมาะสมกับสรีระและลักษณะการเจ็บป่วยของผู้ป่วย ทั้งนี้ต้องอยู่ภายใต้คำปรึกษาของนักเทคนิคการแพทย์กายภาพบำบัดเท่านั้น

ผลการทดลองการทำงานของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกพบว่าสามารถใช้งานได้ดี โดยแรงดันกระบอกสูบไฮดรอลิกที่ใช้ยกคันจะแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของภาระโหลดที่ปลายคันในอัตราคงที่โดยภาระโหลดสูงสุด 120 กิโลกรัมภายในกระบอกสูบมีความดัน 3727.8 กิโลปาสคาลส่วนกระบอกสูบไฮดรอลิกที่ใช้ในการหมุนฐานมีความดันคงที่โดยความดันภายในกระบอกสูบจะเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่ไหลเข้าไปในกระบอกสูบเพื่อควบคุมความเร็วในการหมุนฐานเครื่องเท่านั้น

2.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในแง่ของความปลอดภัยนั้นได้มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์หาค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยการแทนค่าน้ำหนักของอุปกรณ์ชิ้นย่อยๆลงไปตามระยะที่ห่างจากจุด Origin ในตำแหน่งที่อุปกรณ์ชิ้นย่อยนั้นตั้งอยู่แล้วคำนวณโดยสมการที่ 1 เพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงรวมโดยค่าจุดศูนย์ถ่วงรวมนี้จะเปลี่ยนตำแหน่งไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมุมฐานหมุนจากมุม 0 45 90 135 และ 180 องศาจากซ้ายไปขวา และมุมก้มเงยของคัน -100 10 และ 20 องศาจากแนวระดับขณะทำการยกภาระโหลดน้ำหนักที่ใช้งานซึ่งต่อมาผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานั้นได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองหาจุดศูนย์ถ่วงโดยวิธี balance and plumb lines [7] ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการหาจุดศูนย์ถ่วง โดยนำเครื่องไปแขวนกับคันรับน้ำหนักขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4 (ก) และ 4 (ข) เพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง โดยนำค่าระยะและมุมจากการแขวนเครื่องสองครั้งขึ้นไปมาป้อนข้อมูลในโปรแกรมเขียนแบบ AutoCAD เพื่อหาจุดตัดของเส้นแนวตั้งบนโปรแกรมดังรูปที่ 4 (ค) จุดตัดของเส้นแนวตั้งที่เกิดขึ้นจะแทนค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องที่เงื่อนไขการใช้งานนั้นๆ โดยค่าความผิดพลาดที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมาเมื่อเทียบกับการทดลองจริงนั้นเป็นองค์ความรู้ที่ช่วย

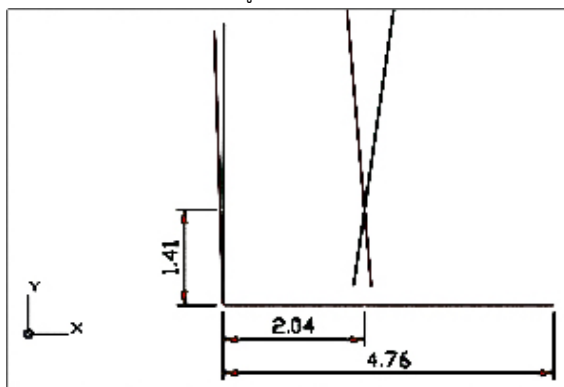
แนะนำผู้ออกแบบอุปกรณ์ในลักษณะเดียวกันนี้ให้ประมาณการเรื่องการล้มคว่ำได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น



(ก) การแขวนเครื่องยกผู้ป่วยเพื่อหาเส้นแนวตั้งแรก



(ข) การแขวนเครื่องยกผู้ป่วยเพื่อหาเส้นแนวตั้งที่สอง

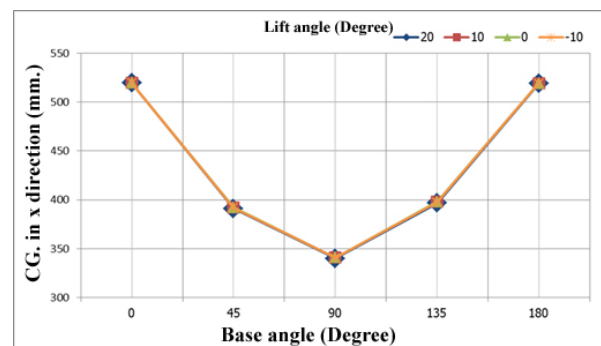


(ค) การนำค่าระยะและมุมจากเส้นแนวตั้งทั้งสองมาหาจุดตัดเพื่อสร้างจุดศูนย์กลางด้วยการซ้อนภาพในโปรแกรม AutoCAD

รูปที่ 4 การแขวนเครื่องยกผู้ป่วยเพื่อหาจุดศูนย์กลางโดยวิธีสมดุลและเส้นตั้งตั้งฉาก (balance and plumb line)

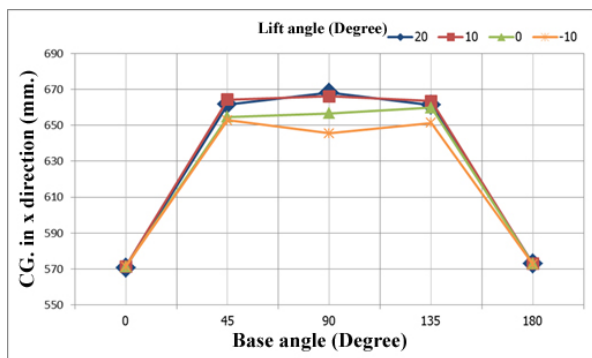
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ค่าตำแหน่งของจุดศูนย์กลางเพื่อป้องกันการล้มคว่ำขณะใช้งานของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่เปลี่ยนตำแหน่งไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมุมฐานหมุนและมุมก้มเงยของคานขณะทำการยกภาระโหลดน้ำหนักที่แขวนไว้ปลายคานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมาได้แสดงดังรูปที่ 5 และ 6 จากรูปที่ 5 แสดงกราฟตำแหน่งจุดศูนย์กลางของเครื่องยกผู้ป่วยขณะไม่มีภาระโหลดพบว่า จุดศูนย์กลางที่มุมฐานหมุนเท่ากับ 0 และ 180 องศา นั้นมีตำแหน่งของจุดศูนย์กลางที่ใกล้เคียงกันเพราะเป็นมุมที่เครื่องอยู่ในลักษณะการวางตัวคล้ายกัน เช่นเดียวกับที่มุมฐานหมุน 45 และ 135 องศาจะมีค่าตำแหน่งของจุดศูนย์กลางใกล้เคียงกัน ลักษณะการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์กลางจะเปลี่ยนไปตามตำแหน่งของมุมฐานหมุน ซึ่งตำแหน่งมุมฐานหมุนที่ 90 องศา มุมยกคานรับน้ำหนัก 20 องศา ส่งผลให้จุดศูนย์กลางเคลื่อนออกจากจุด origin คือโคนของเสารับน้ำหนักมาทางระนาบแกน x น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 340.14 มิลลิเมตร รูปที่ 6 แสดงกราฟตำแหน่งจุดศูนย์กลางของเครื่องยกผู้ป่วยที่ภาระโหลด 120 กิโลกรัมพบว่าที่ภาระโหลดนี้ ณ มุมฐานหมุนที่ 90 องศา มุมยกคานรับน้ำหนัก 20 องศา ทำให้จุดศูนย์กลางเคลื่อนออกจากจุด origin มาทางระนาบแกน x มากที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 668.06 มิลลิเมตร ซึ่ง ณ ตำแหน่งนี้ค่าของจุดศูนย์กลางยังไม่เคลื่อนหลุดออกนอกฐานโครงสร้างเครื่องยกผู้ป่วย ดังนั้นเครื่องยกผู้ป่วยเครื่องนี้จึงไม่พลิกคว่ำ



รูปที่ 5 กราฟตำแหน่งจุดศูนย์กลางทางแกน x ของเครื่องยกผู้ป่วยขณะไม่มีภาระโหลด

โดยเมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับทดสอบจริงโดยวิธีนำเครื่องไปแขวนกับคานรับน้ำหนักเพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางโดยใช้จุดตัดของเส้นแนวตั้งดังตารางที่ 2 พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานั้นมีความคลาดเคลื่อนในทางแกน x เท่ากับ 20.44 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมาจากความคลาดเคลื่อนในการป้อนข้อมูลตำแหน่งจุดศูนย์กลางของอุปกรณ์ย่อยบนเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยนี้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมา



รูปที่ 6 กราฟตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงทางแกน x ของเครื่องยกผู้ป่วยที่ภาระโหลด 120 กิโลกรัม

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าจุดศูนย์ถ่วง (CG.) ระหว่างการทดสอบจริงโดยวิธี balance and plumb lines กับการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ ขณะที่ไม่มีการะโหลด (ที่ตำแหน่งมุมฐานหมุน 90 องศา มุมยกคานรับน้ำหนัก 0 องศา

ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง	ค่าตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง		
	ทดสอบจริง (mm.)	โปรแกรมวิเคราะห์ (mm.)	% ความคลาดเคลื่อน
CG _x	428.57	340.95	20.44
CG _y	273.12	235.26	13.86

4. บทสรุป

ผลการทดลองการทำงานของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยโดยใช้ระบบไฮดรอลิกพบว่า แรงดันกระบอกสูบไฮดรอลิกที่จ่ายคานจะแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงของภาระโหลดที่ปลายคานในอัตราคงที่โดยภาระโหลดสูงสุด 120 กิโลกรัมภายในกระบอกสูบมีความดัน 3727.8 กิโลปาสกาล สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีส่วนการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยนั้นพบว่าจุดศูนย์ถ่วงจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามมุมฐานหมุนและมุมยกคานรับน้ำหนักของเครื่องยกผู้ป่วยแล้วมีการแปรผันตามภาระโหลด น้ำหนักที่แขวนไว้ปลายคานโดยที่มุมฐานหมุนมีค่าเท่ากับ 0 องศาและ 180 องศาจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงที่ใกล้เคียงกันเพราะมุมทั้งสองมีลักษณะตำแหน่งการทำงานที่คล้ายกัน เช่นเดียวกับที่มุมฐานหมุนมีค่าเท่ากับ 45 องศาและ 135 องศาจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงที่ใกล้เคียงกันโดยมุมการทำงานของเครื่องยกผู้ป่วยที่ทำให้ค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงเคลื่อนออกจากจุด Origin คือโคไซน์ของเสายกมาทางระนาบแกน x มากที่สุดนั้นอยู่ที่มุมฐานหมุน 90 องศา มุมยกคาน 20 องศาซึ่งเมื่อรับโหลดปลายคาน 120 กิโลกรัมจะมีค่าระยะการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงออกมา 0.67 เมตรซึ่งค่าของจุดศูนย์ถ่วงนั้นยังไม่เคลื่อนหลุดออกนอกฐานโครงสร้างของเครื่องยกผู้ป่วยดังนั้น

เครื่องยกผู้ป่วยเครื่องนี้จึงไม่พลิกล้มมีความปลอดภัยในการใช้งานที่ภาระโหลดสูงสุดไม่เกิน 120 กิโลกรัมสำหรับค่าการทดสอบจุดศูนย์ถ่วงระหว่างการทดสอบจริงโดยวิธีนำเครื่องไปแขวนกับคานรับน้ำหนักเพื่อหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงโดยใช้จุดตัดของเส้นแนวตั้งกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมาวิเคราะห์นั้นพบว่าโปรแกรมวิเคราะห์ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อน 20.44 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมาจากความคลาดเคลื่อนในการป้อนข้อมูลตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของอุปกรณ์ย่อยๆบนเครื่องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยนี้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมา

5. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการยกระดับปริญญาโทเป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน ประจำปี 2558 ทางคณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] *Patient lifter equipment*. Available from: <http://www.news.rmutt.ac.th/archives/11465> [Accessed 20th June 2014].
- [2] *Patient lifter unit*. Available from : <http://www.dolphinstairlifts.com/products/> [Accessed 20th June 2014].
- [3] Pichaiya. T and Mongkolgeard. K. *Innovation of low cost hydraulic structure for patient lifting purpose*; 2001: P 5 – 9.
- [4] Buengmum. L. *Impact on half-side parlay sis home attendant*. Half-side paralysis attending activities at attendant's house; 2009: P 75 – 78.
- [5] Kachinthorn. N. *Mobile patient lifter*: Daily News Press: November; 2013.
- [6] *Electrical patient lifter*. Available from: <http://thai.alibaba.com/product-gs/jy-ywd01-electric-patient-lift-570964256.html> [Accessed 10th September 2014].
- [7] *Finding the Center of Gravity Using Plumb Lines*. Available from: https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/ETE_Plumb_Lines.html [Accessed 15th June 2016].