

## ระบบควบคุมตำแหน่งสะโพกอัตโนมัติด้วยหมอนลม An Automatic Hip Repositioning Control System by Air Pillow

ชุตติกานต์ ไชยะเดชะ<sup>1</sup> ณัฐภูมิ มาลีลัย<sup>1\*</sup>

E-mail: nmaieelai@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบลดแรงกดทับ โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์อาศัยหมอนลมพลิกตะแคงสะโพกใช้ปั๊มลม 2 ตัว เป็นตัวสูบลมเข้าหมอนลมทั้งสองฝั่งและโซลินอยด์แอร์วาล์ว 2 ตัว เป็นตัวควบคุมลมเข้าออกหมอนลม โดยจะออกแบบระบบให้มีการพลิกตะแคงตัวทุก 5 นาที ผลจากการใช้ระบบควบคุมหมอนลมในการลดแรงกดทับของสะโพกจำลองที่มีมวลข้างซ้ายและขวาประมาณ 14 กิโลกรัม เมื่อสะโพกจำลองเกิดการเอียงทำมุมสูงสุดที่หมอนลมสามารถทำได้คือประมาณ 34 องศา หาค่าแรงกดฝั่งซ้ายได้ 3,319 พาสคัล และหาแรงกดทับฝั่งขวาได้ 5,549 พาสคัล พบว่าเมื่อเกิดการเอียงระบบควบคุมหมอนลมอัตโนมัติจะสามารถลดแรงกดทับของสะโพกจำลองฝั่งที่สูบลมเข้าได้ หากผู้ป่วยแผลกดทับมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 60 กิโลกรัม ซึ่งมวลร่างกายบริเวณสะโพกจะมีค่าประมาณ 30 กิโลกรัม หรือ ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของมวลร่างกายทั้งหมด จะทำให้สามารถคำนวณหาแรงกดทับที่ได้ประมาณ 4454.29 พาสคัล ดังนั้นผู้ป่วยจะต้องได้รับการตะแคงตัวทุก 1 ชั่วโมง จึงจะสามารถลดโอกาสเกิดแผลกดทับได้

**คำสำคัญ:** ระบบพลิกสะโพกอัตโนมัติ หมอนลมพลิกตะแคงสะโพก หมอนลมลดแผลกดทับ

### Abstract

Objective of this research is to design the compression system. Using electronic circuits and microcontrollers Arduino Air pillow, flip on the hip side, use 2 air pumps to inflate the air pillows on both sides and 2 servo valve to control the air in and out of the air pillow. In which the system will be designed to be flipped on its side every 5 minutes. The result of the use of an air pillow control system to reduce the pressure of the simulated hip with a mass of about 14 kg left and right when the simulated hip was tilted at the maximum angle that the air pillow can do is approximately 34 degrees. Left 3,319 Pa and right 5,549 Pa found that when tilting the automatic air pillow control system can reduce the pressure of the hip simulate the inflated side. If a person with pressure ulcers weighs approximately 60 kg, the hip area is approximately 30 kg, or approximately 40% of the total body mass. Thus, it is possible to calculate the compressive pressure of approximately 4,454.29 Pa, so the patient must be tilted every 1 hour to reduce the chance of pressure ulcers.

**Keywords:** automatic hip flipping system, hip-flipping air pillow, air pillow reduces pressure sores

### ความเป็นมาของปัญหา

แผลกดทับ เป็นสภาวะแทรกซ้อนที่มักเกิดได้กับผู้ป่วยสูงอายุ โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเรื้อรัง และผู้ป่วยที่ประสบกับปัญหาสุขภาพประกอบที่จำเป็นต้องนอนอยู่บนเตียงหรือรถเข็นเป็นเวลานาน ทำให้เลือดไม่สามารถไหลไปเลี้ยงส่วนที่ได้รับแรงกดได้อย่างเพียงพอ ผิวหนังขาดออกซิเจน ซึ่งผู้ป่วยจะได้รับแรงกด แรงเฉือน และแรงเสียดสีหรือเสียดทานจากการเคลื่อนย้าย ขยับ หรือเคลื่อนไหวร่างกาย ทำให้ได้รับโอกาสเกิดแผลกดทับเพิ่มมากขึ้น แผลกดทับ คือ การได้รับบาดเจ็บทางผิวหนังหรือเนื้อเยื่ออันเกิดจากแรงกดทับที่ผิวหนังซึ่งเป็นแรงกดที่มากกว่า 4266.3 Pa ในแนวราบ (จินพิชญชา มะมม, 2558) กระทำต่อผิวหนังอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ดังนั้นผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือ ในการจัดท่านอน เพื่อช่วยลดแรงต่างๆ ที่ทำให้เกิดแผลกดทับ

การจัดกิจกรรมพลิกตะแคงตัวและท่านอนจึงเป็นกิจกรรมที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยนอนติดเตียง เพื่อป้องกันแผลกดทับ อันเนื่องมาจากผู้ป่วยที่ต้องนอนท่าเดิมเป็นเวลานาน มีผลการศึกษางานวิจัยมากมายที่พบว่าการจัดท่านอนที่สามารถกระจายแรง และลดแรงกดทับที่ผิวหนังได้ดีที่สุด คือ ท่านอนหงายศีรษะสูงไม่เกิน 60 องศา งอเข่าไม่เกิน 45 องศา และท่านอนตะแคงควรจัดให้อยู่ท่ากึ่งคว่ำสะโพกทำมุมไม่เกิน 30 องศากับแนวราบ นอกจากการจัดท่านอนแล้วยังต้องมีการเปลี่ยนท่านอนทุก 1-2 ชั่วโมง ปัจจุบันจึงได้มีการประดิษฐ์คิดค้นเตียงที่ช่วยในการพลิกตะแคงตัวเพื่อลดแผลกดทับ มีทั้งที่ควบคุมโดยใช้มือหมุนซึ่งมีการออกแบบให้สามารถพลิก

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ตะแคงด้านข้างได้มุมสูง 0-30 องศา ปรับศีรษะเอียงทำมุมสูงได้ 0-60 องศา สามารถยกข้อพับเข้าได้ 0-45 องศา กับแนวราบ (จิณพิชญ์ชา มะมม, 2558) แบบที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนพาวเวอร์สกรูไปขับเคลื่อนโคลงรองเบาะทำให้เกิดการถ่ายน้ำหนักในแต่ละจุดได้ทุกส่วน (Siva Soonthornkiti and Petch Jearanaisilawong , 2012)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาวิธีการการออกแบบและแนวทางการพัฒนาระบบช่วยพลิกสะโพกผู้ป่วยนอนติดเตียง เพื่อนำไปพัฒนาและออกแบบระบบช่วยพลิกสะโพกให้มีความสามารถพลิกตะแคงตัวได้ถูกต้องตามหลักการ นำไปสู่การช่วยลดปัญหาแผลกดทับในผู้ป่วยนอนติดเตียง

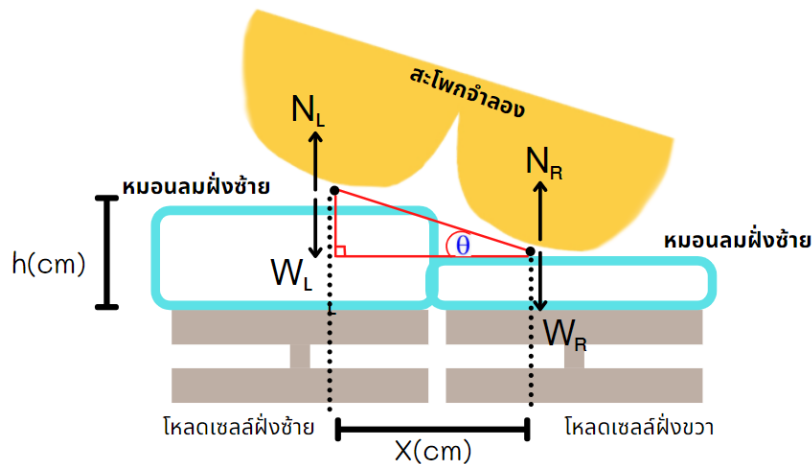
### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความดัน ( P ) คือ ขนาดของแรงที่กระทำบนพื้นที่มีหน่วยเป็นมีหน่วยเป็น นิวตัน/ตารางเมตร (N/m<sup>2</sup>) หรือพาสคัล (Pa) ดังสมการที่ 1 ความดันแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ความดันที่เกิดจากน้ำหนักวัตถุ และความดันของของเหลวที่บรรจุในภาชนะ

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

เมื่อ F คือ ขนาดของแรง มีหน่วยเป็น นิวตัน ( N )

A คือ พื้นที่ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m<sup>2</sup>)



ภาพประกอบที่ 1 แรงที่กระทำระหว่างสะโพกของผู้ป่วยและหมอนลม

จากภาพประกอบที่ 1 แรงกดทับที่ทำให้เกิดแผลกดทับเกิดจาก น้ำหนักตัวของผู้ป่วย ซึ่งน้ำหนักตัวของผู้ป่วยจะทำให้เกิดแรงต้านหรือแรงปฏิกิริยา (N) ซึ่งจะเป็แรงกระทำย้อนกลับไปทำให้เกิดแผลที่สะโพกนั่นเอง สามารถหาความดันกดทับบริเวณสะโพกได้จาก น้ำหนักตัวของผู้ป่วยบริเวณสะโพก ( W ) หารด้วยพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างสะโพกกับหมอนลม ( A ) เป็นไปตามสมการที่ 2

$$P = \frac{W}{A} \quad (2)$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักบริเวณสะโพก มีหน่วยเป็น นิวตัน ( N )

A คือ พื้นที่ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m<sup>2</sup>)

### วิธีการดำเนินการ

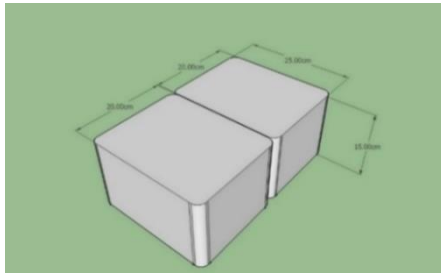
การออกแบบหมอนลมและระบบควบคุม

ผู้วิจัยออกแบบและหาประสิทธิภาพของหมอนลมในการช่วยพลิกตะแคงสะโพกและระบบควบคุมหมอนลมอัตโนมัติ

ดังนี้

1. การออกแบบหมอนลมและระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบหมอนรองสะโพกซึ่งทำจากยางพาราด้วยโปรแกรม Google Sketch Up โดยตัวหมอนรองสะโพกมีขนาดสูงจากพื้น 15 เซนติเมตร หมอนฝั่งซ้ายและขวามีความ กว้าง 20 เซนติเมตรและมีความยาว 25 เซนติเมตร ดังภาพประกอบที่ 2



( ก )

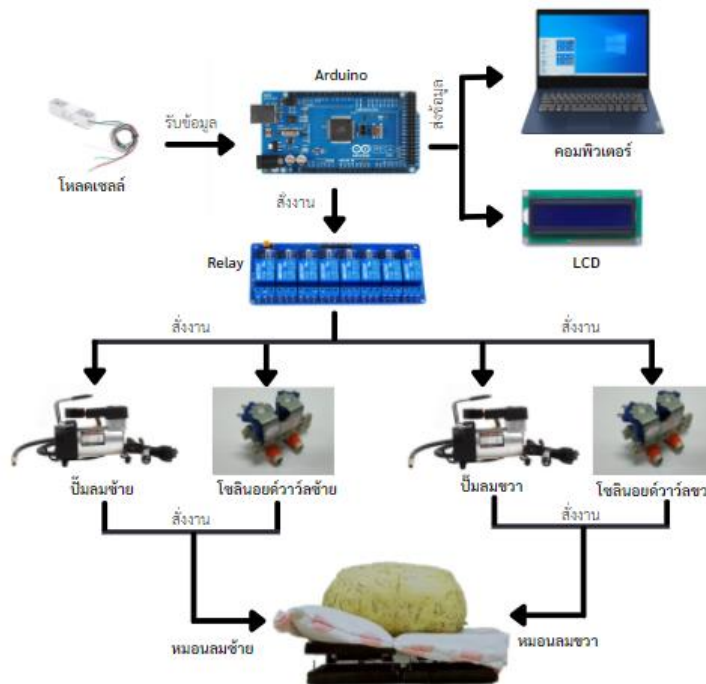


( ข )

ภาพประกอบที่ 2 (ก) การออกแบบหมอนลม (ข) หมอนลมและระบบจริง

2. ออกแบบระบบวงจรและระบบควบคุม

การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino) จะถูกสั่งการด้วยคำสั่ง โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และทำการสั่งงาน Relay ให้สั่งปั๊มลมทำงานซึ่งมีลำดับการทำงานแสดง ดังภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบที่ 3 การออกแบบระบบควบคุมพลิกตะแคงสะโพก

จากภาพประกอบที่ 3 เป็นโครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมระบบพลิกตะแคงสะโพก โดยมีหลักการทำงานเริ่มจาก Arduino สั่งให้ Relay เปิดการทำงานของปั๊มลมฝั่งซ้ายเพื่อสูบลมเข้าหมอนฝั่งซ้าย เมื่อสูบลมเข้าหมอนฝั่งซ้ายจนเต็มแล้ว Relay จะสั่งปิดปั๊มลมฝั่งซ้าย เพื่อให้สะโพกฝั่งซ้ายยกสูงเป็นเวลา 3 นาที สั่งเปิด Solenoid Air Valve ฝั่งซ้ายเพื่อปล่อยลมออกจากหมอนฝั่งซ้าย และในขณะเดียวกัน Relay เปิดการทำงานของปั๊มลมฝั่งขวาเพื่อสูบลมเข้าหมอนฝั่งขวา เมื่อสูบลมเข้าหมอนฝั่งขวาจนเต็มแล้ว Relay จะสั่งปิดปั๊มลมฝั่งขวา เพื่อให้สะโพกฝั่งขวายกสูงเป็นเวลา 3 นาที สั่งเปิด Solenoid Air Valve ฝั่งขวา เพื่อปล่อยลมออกจากหมอนฝั่งขวา ทำแบบนี้สลับกันไป โดยมีเงื่อนไขในการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมด ดังตารางที่ 1

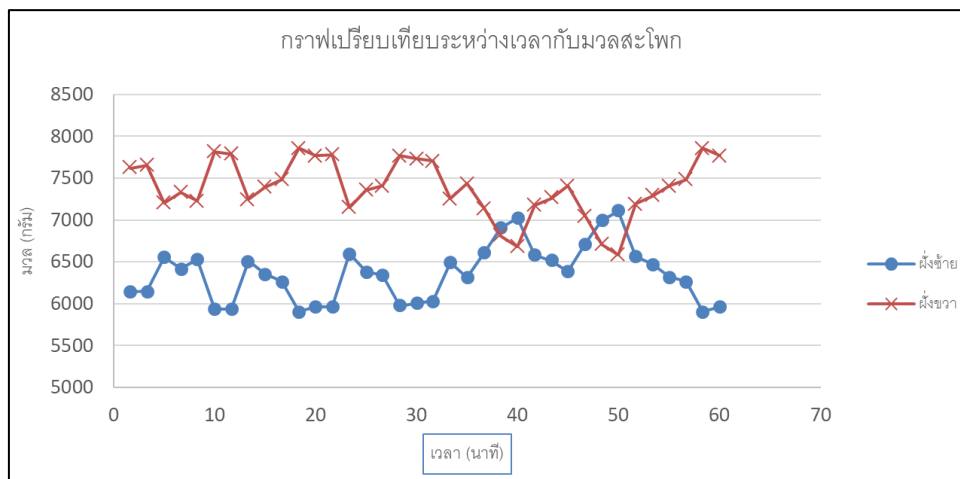
**ตารางที่ 1** เงื่อนไขการทำงานของระบบควบคุม

	ปั๊มลม		Solenoid Air Valve		หมอนลม	
	Left	Right	Left	Right	Left	Right
Step 1	on	off	off	on	พอง	ยุบ
Step 2	off	on	on	off	ยุบ	พอง
Step 3	on	off	off	on	พอง	ยุบ
Step 4	off	on	on	off	ยุบ	พอง

**3. การเก็บข้อมูล**

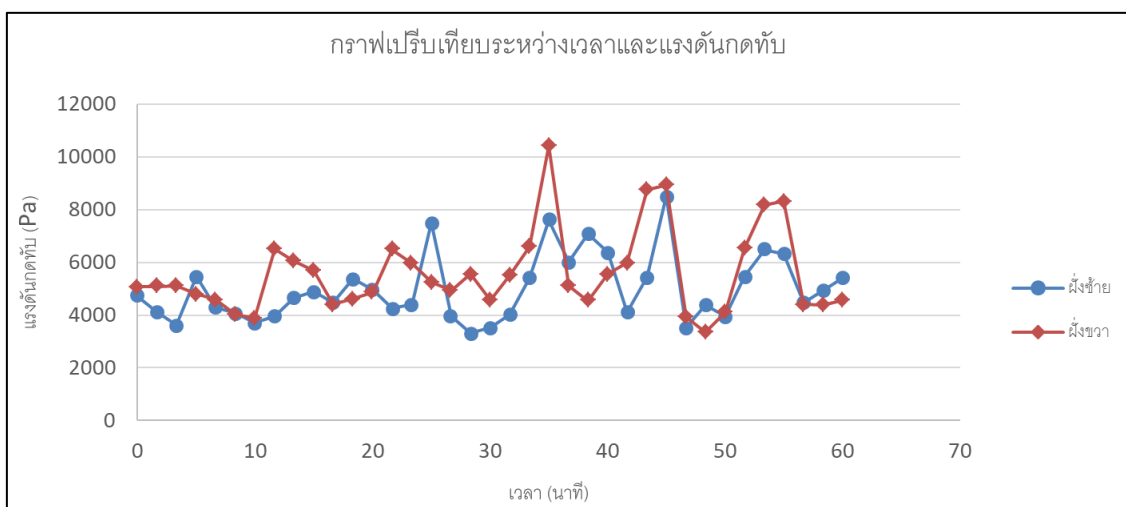
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลแรงดัน ( N ) ที่วัดได้จาก Load cell วัดน้ำหนักที่ออกแบบและสร้างขึ้น จำนวน 2 ตัวโดยวัดค่าทุก 100 วินาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมีการสุบลมเข้าหมอนรองสะโพกทั้งสองข้างโดยมีการทำงานของปั๊มลมและ Solenoid Air valve 5 นาที เมื่อครบ 5 นาทีระบบจะทำงานวนซ้ำ และนำไปคำนวณหาค่าแรงดันกดทับที่เกิดขึ้นโดยมีผลการคำนวณ ซึ่งทำให้หมอนฝั่งซ้ายเกิดการพองเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นจะถูกปล่อยลมออกและหมอนฝั่งขวาจะเกิดการพองสลับกันทุก 5 นาที

3.1 กราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลากับมวลสะโพกที่ซึ่งเปลี่ยนไปเมื่อเกิดการตะแคงสะโพกจำลองทำให้มวลของสะโพกจำลองมีการเปลี่ยนแปลง ดังภาพ



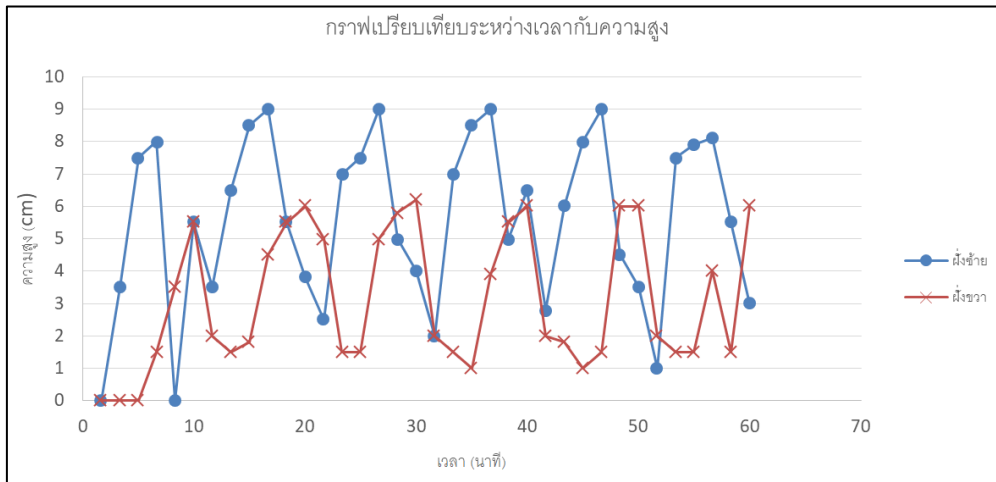
ภาพประกอบที่ 4 กราฟการเปรียบเทียบระหว่างเวลากับมวลสะโพกที่เปลี่ยนไปเมื่อเกิดการตะแคงสะโพกจำลอง

3.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลาและแรงความดันกดทับที่เปลี่ยนไปเมื่อเกิดการตะแคงสะโพกจำลอง ทำให้แรงดันกดทับที่สะโพกกระท่อมอนลมเปลี่ยนไป ดังภาพประกอบที่ 5



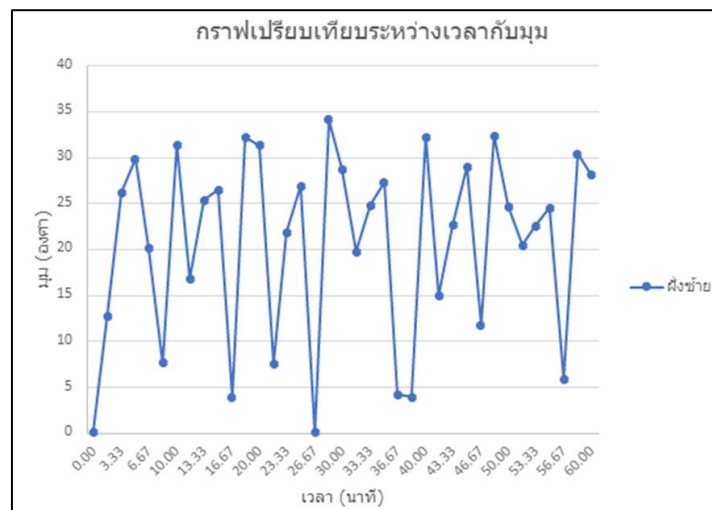
ภาพประกอบที่ 5 กราฟการเปรียบเทียบระหว่างเวลาและแรงกดดันที่สะโพกกระท่อมอนลม

3.3 กราฟเปรียบเทียบระหว่างเวลากับความสูงที่หมอนลมยกสะโพกจำลองขึ้น เมื่อปั๊มลมสุบลมเข้าไปภายในหมอนลมจนทำให้เกิดการตะแคงสะโพกจำลอง จะมีความสูงที่เปลี่ยนไป ดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบที่ 6 กราฟการเปรียบเทียบระหว่างเวลาและความสูงที่หมอนลมยกสะโพกจำลองขึ้น

3.4 การเปรียบเทียบระหว่างเวลากับมุมที่พลิกตะแคงสะโพก เมื่อเกิดการตะแคงสะโพกจะมีมุมและเปลี่ยนไปตามการทำงานของระบบ ดังภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบที่ 7 กราฟการเปรียบเทียบเวลากับมุมที่พลิกตะแคงสะโพก

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลเพื่อหาความแรงดันกดทับ จากการดำเนินงานของระบบตำแหน่งควบคุมสะโพกอัตโนมัติด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่าเมื่อฝั่งซ้ายของสะโพกมีความสูงเพิ่มขึ้น แรงดันกดทับของสะโพกจะลดลงฝั่งซ้ายจะลดลงและในขณะเดียวกันฝั่งขวาของสะโพกจะมีความสูงลดลงแต่จะมีแรงดันกดทับของสะโพกเพิ่มขึ้น ดังภาพประกอบที่ 5 และภาพประกอบที่ 6 ตามลำดับ

#### ผลการวิจัย

ในการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน ควบคุมพลิกตะแคงสะโพกด้วยหมอนลมโดยใช้ปั๊มลม 2 ตัวเป็นตัวสูบลมเข้าหมอนลมทั้งสองฝั่งและโซลินอยด์แอร์วาล์ว 2 ตัว เป็นตัวควบคุมลมเข้าออกหมอนลม ออกแบบระบบให้มีการพลิกตะแคงตัวทุก 5 นาที ผลจากการใช้ระบบควบคุมหมอนลมในการลดแรงกดทับของสะโพกจำลองที่มีมวลข้างซ้ายและขวาประมาณ 14 กิโลกรัม จากการทดลองสามารถเอียงท่ามุมสูงสุดได้ 34 องศา หาค่าแรงกดฝั่งซ้ายได้ 3,319 พาสคัล หรือ 48.88 มิลลิเมตรปรอท และหาแรงกดฝั่งขวาได้ 5,549 พาสคัล หรือ 41.62 มิลลิเมตรปรอท

## อภิปรายผล

ทั้งนี้พิจารณาศึกษาพบว่าเมื่อเกิดการเอียงระบบควบคุมหมอนลมอัตโนมัติจะสามารถลดแรงกดทับของสะโพกจำลองฝั่งที่สูบลมเข้าได้ หากผู้ป่วยแผลกดทับมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 60 กิโลกรัม ซึ่งมวลร่างกายบริเวณสะโพกจะมีค่าประมาณ 30 กิโลกรัม หรือประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของมวลร่างกายทั้งหมด (ปิ่นพงศ์ ไชยนคร พร้อมคณะ, 2561) จะทำให้สามารถคำนวณหาแรงกดทับที่ได้ประมาณ 4,454.2 พาสคัล ดังนั้นหากใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติควรสั่งให้ระบบตะแคงตัวผู้ป่วยทุก 1 ชั่วโมงจึงจะสามารถลดโอกาสเกิดแผลกดทับได้

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่สนับสนุนงบประมาณทุนการวิจัย ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยที่คอยให้คำความรู้และขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ที่อนุเคราะห์เครื่องมือในงานวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- จิณพิชญ์ มะมม, พย.ม.. (2558). การพัฒนานวัตกรรมเตียงพลิกตะแคงตัวเพื่อป้องกันการเกิดแผลกดทับ. วารสารสภากาชาด คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. <<http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php>> (สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563)
- ปิ่นพงศ์ ไชยนคร และคณะ. (2561). การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ป้องกันและบรรเทาแผลกดทับ. บทความ (วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น. <<http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php>> (สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2563)
- อุทัย จำปาอะดี และคณะ. ผลของการใช้เบาะรองสะโพกสำหรับป้องกันการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยที่จำเป็นต้องจำกัด การเคลื่อนไหว. วิจัย. คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. <<http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php>> (วันสืบค้น 10 มกราคม 2563)
- Siva Soonthornkiti and Petch Jearanaisilawong, 2012. Design of Anti-Bedsore Hospital Bed. วิทยานิพนธ์ (วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต). Bangkok King Mongkut's University of Technology North Bangkok. <<http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php>> (สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563)