ชื่อโครงงาน

การออกแบบชุดขาเสริมพลังทางกายภาพสำหรับด้านอุตสาหกรรม

Design of Prototype of Exoskeleton legs for Industry application

ผู้จัดทำโครงงาน

หัวหน้าโครงงาน

นายเพชรตรี สีโยพล รหัสประจำตัวนักศึกษา B6022440

คณะทำงาน

นายจักรภัทร วิเศษวงษา รหัสประจำตัวนักศึกษา B6022457

นางสาววริยา ทำสี รหัสประจำตัวนักศึกษา B6028749

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2/2562

ชื่อโครงงาน

การออกแบบชุดขาเสริมพลังทางกายภาพสำหรับด้านอุตสาหกรรม

Desing of Plototype of Exoskeleton legs for Industry application

ผู้จัดทำโครงงาน

หัวหน้าโครงงาน

นายเพชรตรี สีโยพล รหัสประจำตัวนักศึกษา B6022440

คณะทำงาน

นายจักรภัทร วิเศษวงษา รหัสประจำตัวนักศึกษา B6022457

นางสาววริยา ทำสี รหัสประจำตัวนักศึกษา B6028749

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์

บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2/2562

บทคัดย่อ

ผู้จัดทำ 1.นายเพชรตรี สีโยพล , 2.นายจักรภัทร วิเศษวงษา , 3.นางสาววริยา ทำสี
ชื่อโครงงาน การออกแบบชุดขาเสริมพลังทางกายภาพสำหรับด้านอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อ. ดร. โศรฎา แข็งการ

การออกแบบชุดขาเสริมพลังทางกายภาพสำหรับด้านอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและออกแบบชุดขาเสริมพลัง ให้ใช้งานได้จริง เพื่อสะดวกต่อการทำงานในแต่ละวัน และเสริมสร้างบุคลิกภาพที่ดี เพื่อช่วยบรรเทาอาการเหนื่อยล้าของร่างกาย ส่วนขอบเขตของโครงงานออกแบบให้สามารถสวมใส่ได้ 1 ชุด ต่อ 1 คน

ใช้วัสดุน้ำหนักเบาในการการทำชิ้นงาน ตัวช่วยในการส่งกำลังขับเคลื่อน คือ สปริง ออกแบบให้สามารถขนย้าย หรือ สวมใส่ ไม่ยากจนเกินไป

ใช้โปรแกรม solid works ในการออกแบบจำลองการทำงานกลไกวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง วิธีการดำเนินงาน ชุดขาเสริมพลังจะถูกออกแบบให้ซัพพอร์ตและช่วยเสริมแรงในส่วนขา หัวเข่า สะโพกในการเดิน ยืนทำงานในชีวิตประจำวัน ใส่ได้หนึ่งคนต่อหนึ่งชุด วัสดุที่ใช้ทำคือวัสดุน้ำหนักเบา การทำงานจะถูกช่วยเสริมกำลังด้วยระบบส่งกำลังจากสปริง สามารถขนย้ายได้ง่าย โครงงานสร้างจะถูกออกแบบให้สามารถปรับขนาดของชุดให้เหมาะสมกับการสวมใส่ของบุคคลนั้น ๆได้ การสร้างออกแบบหรือจำลองการทำงานของกลไกของชุด และการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างจะใช้โปรแกรม SolidWorks ในการทำงานบนเงื่อนไขการใช้งานและชนิดของวัสดุจริงที่จะใช้ทำต้นแบบ สรุปผลจากการทดสอบตัวชุดผลการทดลอง ทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆ และนำมาสู่วิธีแก้ไข้ ปัญหาที่พบเจอส่วนแรกคือวัสดุที่เรียกใช้ ตอนแรกดีไซน์หรือออกแบบเป็นวัสดุน้ำหนักเบา เลยเรียกใช้อลูมิเนียมและสแตนเลส แต่พอนำมาใช้จริงน้ำหนักโดยรวมไม่ได้เบาตามที่คิดเลยเปลี่ยนมาใช้ท่อ PVC แทน ปัญหาที่สองคือ ตัวสปริงต้นขา พอได้ทดสอบชุดจริง ก็ทำให้รู้ว่าสปริงส่วนนี้ไม่ค่อยได้ช่วยอะไรมากนักและยังทำให้การสวมใส่ชุดหรือการเคลื่อนไหวไม่ค่อยสะดวก เลยใช้แค่สปริงตรงหัวเข่าแค่ตัวเดียว ปัญหาที่สามคือตัวชุดมีการเปลี่ยนแปลจากการที่ได้นำเสนอไว้ในก่อนหน้าเกิดจากค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เลยต่อทำให้ดัดแปลบ้างส่วนอาจจะทำให้ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมไม่ได้ แต่ก็ยังสามารถที่จะช่วยในการเดิน การบำบัดหรือการใช้ในชีวิตประจำวันได้

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

Creator: 1. Mr. Petttree Sriyopon , 2. Mr.Jrakrapat Wisetwongsa , 3. Ms.Wariya Thamsee

Project name: Desi of Plototype of Exoskeleton legs for Industry application

Advisor: Dr. Sorada Khaengkarn

Desing of Plototype of Exoskeleton legs for Industry application have a purpose To study and design the power legs To actually use To be convenient for daily work And strengthen good personality To help relieve the tiredness of the body Scope of work Designed to be able to wear 1 set per 1 person

Designed to be able to install basic life support equipment, including oxygen tanks, heart pumps Brine System Use lightweight materials to make materials. The driving aid for driving is spring, designed to be able to be transported or worn, not too poor.

Use solid works program to design simulation of structural strength analysis mechanism. Method of operation The power legs will be designed to support and help strengthen the legs, knees, hips to walk. Standing to work everyday Can fit one person per set The materials used are lightweight materials. The work is reinforced by a power transmission system from the spring. Can be easily transported The construction project is designed to be able to adjust the size of the outfit to suit the person's wear. Creating, designing, or simulating the mechanism of the dress And structural strength analysis will use the solid works program to perform on the conditions of use and the type of real material to be used to make the prototype From the test of the experimental set Made him aware of various problems And bring to the fever The first part of the problem encountered is the material used. At first, the design or design was a lightweight material. So run aluminum and stainless steel But when actually used, the overall weight is not as light as thought, so switch to PVC pipes instead. The second problem is Thigh spring After testing the actual set Shows that this part of the spring doesn't really help much, and also makes it difficult to wear clothes or movement So use only one knee spring The third problem is that the set changed from the previous presentation, due to the relatively high cost.

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ อ.ดร.โศรฎา แข็งการ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำเสนอแนะ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดจนโครงงานชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่และผู้ปกครองที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณสถานที่ทำงานในการทำชิ้นโครงงาน ร้านพงษ์ศักดิ์การไฟฟ้าเครื่องเย็น ที่ได้ช่วยในการยืมเครื่องมือต่างๆ ในการทำชิ้นโครงงานชิ้นนี้

อ.ดร.โศรฎา แข็งการ
นายอนุชิต วิเศษวงษ า
นายสมคิด วิเศษวงษา
นางจุรีรัตน์ วิเศษวงษา
นายสุรศักดิ์ ทำสี
นางบุญย้อน ทำสี
นายวัชรินทร์ ทำสี
นายศุภวุฒิ ธรรมรัตน์
นางคำใจ คำวิเศษ
นายระเบียบ สีโยพล

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของโครงงาน	2
สถานที่ดำเนินงาน	2
เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง	4
ทฤษฎีเกี่ยวกับ Exoskeleton	4
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	13
วิธีการออกแบบ	13
วิธีการดำเนินงาน	14
ขั้นตอนการทำชุด	14

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	18
จากการทดสอบชุดในวันที่ 1	18
จากการทดสอบชุดในวันที่ 2	20
การทดสอบความเหนื่อยล้าของร่างกาย	20
สรุปการทดสอบ	22
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	23
สรุปผลการทดสอบ	23
ข้อเสนอแนะ	23
อ้างอิง	24
ภาคผนวก	25
ประวัติผู้เขียน	30

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

เรื่อง **หน้า**

ตารางที่ 4.1 การทดสอบ การเดินระยะทาง 500 เมตร เดินขึ้นบันได 2 ชั้น 21

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง	หน้า
รูปภาพที่ 2.1 การทำงานแบบ Active ใช้พลังงานไฟฟ้า ของบริษัท LG	4
รูปภาพที่ 2.2 การทำงานแบบ Active ใช้พลังงานไฟฟ้า ของบริษัท Panasonic	4
รูปภาพที่ 2.3 โครงกระดูกภายนอกแบบพาสซีฟ (Exoskeleton)	5
รูปภาพที่ 2.4 การออกโดยใช้ 3D CAD Design Software SOLIDWORKS	5
รูปภาพที่ 2.5 ทำงานแบบ Active ของบริษัท Panasonic รุ่น AWN-03	6
รูปภาพที่ 2.6 ทำงานแบบ Active ของบริษัท suitX ตัวนี้ชื่อว่า Phoenix	6
รูปภาพที่ 2.7 ทำงานแบบ Active ของบริษัท Lockheed Martin FORTIS exoskeleton	7
รูปภาพที่ 2.8 พารามิเตอร์การออกแบบสปริง	8
รูปภาพที่2.9 การยืดหดของสปริง	12
รูปภาพที่ 3.1 การออกแบบโดยใช้ SolidWorks	13
รูปภาพที่3.2 การเลือกใช้สปริง	13
รูปภาพที่ 3.3 ประกอบท่อ PVC เข้ากับสปริงดัดท่อ	14
รูปภาพที่ 3.4 ต่อข้อต่ออลูมิเนียม	14
รูปภาพที่ 3.5 ที่บล็อกเอว	15
รูปภาพที่ 3.6 ประกอบเข้ากับที่บล็อกเอว	15
รูปภาพที่ 3.6 ประกอบเข้ากับที่บล็อกเอว	16
รูปภาพที่3.8 สปริงกับตัวเร่งสลิง	16
รูปภาพที่3.9 ประกอบตัวสปริงกับตัวเร่งสลิงเข้ากับชุด	17
รูปภาพที่ 3.10 ชุดพร้อมทดสอบ	17
รูปภาพที่ 4.1 ปรับขนาดรอบเอว	18
รูปภาพที่ 4.2 การทำให้สปริงปรับแรงดึงได้	19
รูปภาพที่ 4.3 สปริงส่วนหน้าขาที่ตัดออก	19
รูปภาพที่ 4.4 ชุดที่ใช่ทดสอบ	20

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

โดยปกติแล้วสิ่งมีชีวิตระดับสูงจะมีโครงร่างค้ำจุน ไม่ว่าจะเป็นภายในแบบมนุษย์หรือภายนอก สำหรับโครงกระดูกภายนอกนั้น เราสามารถมองเห็นได้ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ โดยทั่วไปแล้วจะทำหน้าที่เป็นโครงร่างของร่างกาย และให้ความแข็งแรง ป้องกันอันตรายจากภายนอก สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเช่นนี้ ได้แก่ สัตว์ในกลุ่ม Arthropods (เช่น แมงมุม กุ้ง แมลงต่างๆ เป็นต้น) รวมถึงสัตว์น้ำ เช่น หอยต่างๆ

ในปัจจุบัน ปัญหาหนึ่งที่ทำให้การใช้ชีวิตประจำวัน การทำงานในแต่ละวัน ของมนุษย์ คือ ร่างกายที่ถูกใช้งานอย่างหนัก ในบางอุตสาหกรรมการทำงานที่ต้องยืน เดิน ทำงานในระยะเวลายาวนาน ทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนล้า ไม่เว้นแม้แต่บุคคลปกติทั่วไปที่ไม่ได้ทำงาน รวมไปจนถึงผู้ที่มีปัญหาทางกายภาพในการเดิน การเคลื่อนที่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง มีปัญหาในด้านหัวเข่า ดังนั้นปัญหาที่ได้เล็งเห็นแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างหนึ่งที่สามารถเป็นไปได้คือ “ทำอย่างไรถึงจะช่วยให้บุคคลที่เข้าข่ายมีปัญหาในเรื่องข้างต้น อย่างเช่นกล้ามเนื้ออ่อนแรง ในการทำงาน ยืนนาน เดินนานไม่ได้ กลับมาสามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น ยาวนานยิ่งขึ้น และช่วยเสริมกำลังให้บุคคลที่มีกล้ามเนื้อที่ไม่แข็งแรงสามารถเดินหรือใช้ชีวิตได้ได้ดียิ่งขึ้น” โครงการวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาและออกแบบ “ ชุดขาเสริมพลังทางกายภาพในด้านอุตสาหกรรม” เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม หรือในชีวิตประจำวันได้

จากการศึกษาแล้วระบบร่างกายส่วนขาเป็นส่วนที่รับภาระมากที่สุดในร่างกาย และเมื่อเรายกของหนักร่างกายส่วนขาก็จะรับน้ำหนักมากขึ้นไปอีก เราเลยได้คิดที่จะทำชุดนนี้ขึ้นมาเพื่อนลดภาระในส่วนนั้นและจัดบุคลิกภาพของร่างกาย ส่วนกล้ามเนื้อต้นขา เพราะเป็นกล้ามเนื้อที่หนา กว้าง ใหญ่ และยังเป็นกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่แข็งแรงที่สุด และปัญหาที่จะพบจากการยกของหนักก็คือหัวเข่าจะทำงานหนัก เมื่อเรานั่งแล้วยกของน้ำหนักทั้งหมดจะมาที่ช่วงน่องขาและหัวเข่าทำให้น้ำหนักจากทั้งตัวและสิ่งของที่จะทำการยกทำให้น้ำหนักทั้งหมดจะรวมกันทำให้ต้นขายังไม่ได้รับน้ำหนักเมื่อเรายังไม่ได้ยืนขึ้น เราจึงคิดสร้างชุดเสริมแรงนี้เพื่อช่วยในการทำงาน

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและออกแบบ ให้ใช้งานได้จริง
2. เพื่อให้เวลาเดินช่วยก้าวได้ง่ายขึ้น
3. เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานในร่างกายนะ

ขอบเขตของโครงงาน

1) ออกแบบให้สามารถสวมใส่ได้ 1 ชุด ต่อ 1 คน

2) ใช้วัสดุน้ำหนักเบา ในการทำวัสดุชิ้นงาน

3) ตัวช่วยในการส่งกำลังขับเคลื่อนคือ ตัวสปริง

4) ออกแบบให้สามารถขนย้าย หรือสวมใส่ ไม่ยากจนเกินไป

5) ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบ จำลองการทำงานกลไก วิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง

สถานที่ดำเนินงาน

ร้านพงษ์ศักดิ์การไฟฟ้าเครื่องเย็น

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

1. laser cut
2. เครื่องเจาะ
3. เครื่องกลึง
4. เครื่องตัด
5. เครื่องอัด
6. เครืองเชื่อม

ประโยชน์ที่ได้รับ

สำหรับชุดขาเสริมพลังนี้ ทำให้การเคลื่อนไหวของร่างกายดีขึ้น ลดภาระส่วนขาของร่างกาย ทำให้เคลื่อนไหวและเดินได้ง่ายขึ้น ช่วยบรรเทาอาการเจ็บหัวเข่า

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่2
ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเกี่ยวกับ Exoskeleton

การทำงานของชุด Exoskeleton มีอยู่ 2 รูปแบบ มีการทำงานแบบ Active แบบ Passive การทำงานแบบ Active จะเป็นการทำงานในรูปแบบ พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า เข้ามาช่วยในการขยับข้อต่อของร่างกายเพื่อให้ขยับช่วงข้อต่อได้ง่ายขึ้นเพื่อลดภาระของร่างกายได้ดีขึ้น

รูปภาพที่ 2.1 การทำงานแบบ Active ใช้พลังงานไฟฟ้า ของบริษัท LG

(https://venturebeat.com/2018/08/23/lgs-new-wearable-robot-is-a-connected-exoskeleton-that-gives-you-just-a-hint-of-superpowers/)

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ 2.2 การทำงานแบบ Active ใช้พลังงานไฟฟ้า ของบริษัท Panasonic

(https://www.thairobotics.com/2016/03/25/new-exoskeleton-panasonic/)

ได้พัฒนาโครงกระดูกภายนอกแบบ Passive ที่ออกแบบมาเพื่อลดการทำงานของข้อต่อระหว่างการเดิน โครงสร้างภายนอกทำให้การใช้โครงสร้างแบบ Passive ที่เรียกว่าเอ็นเทียมทำหน้าที่ขนานกับขา เอ็นเทียมเป็นองค์ประกอบที่ยืดหยุ่นสามารถจัดเก็บและกระจายพลังงานบนขามนุษย์ข้อต่อ ลักษณะความยืดหยุ่นของเส้นเอ็นได้รับปรับให้เหมาะสมเพื่อลดการทำงานเชิงกลของขามนุษย์ข้อต่อ

รูปภาพที่ 2.3 โครงกระดูกภายนอกแบบพาสซีฟ (Exoskeleton)

(A Passive Exoskeleton with Artificial Tendons)

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การออกแบบ Exoskeleton

ได้ออกแบบเป็นระบบ Passive ใช้แรงจากสปริงในการทำงาน อ้างอิงมาจาก A Passive Exoskeleton with Artificial Tendons และ Design considerations of a lower limb exoskeleton system to assist walking and load - carrying of infantry soldiers เพื่อที่จะเอามาออกแบบในชุด Exoskeleton โดยใช้ โปรแกรม 3D CAD Design Software SOLIDWORKS

รูปภาพที่ 2.4 การออกโดยใช้ 3D CAD Design Software SOLIDWORKS

ชุด Exoskeleton นี้มีหลากหลาย บริษัทที่ได้สร้างและผลิตขึ้นมา และส่วนมากให้การสร้างชุดของบริษัทเหล่านี้นั้นเป็นระบบ แบบ Active เช่น

รูปภาพที่ 2.5 ทำงานแบบ Active ของบริษัท Panasonic รุ่น AWN-03
(https://www.thairobotics.com/2016/03/25/new-exoskeleton-panasonic/)

บริษัท Panasonic ปล่อยข่าวเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ Exoskeleton ที่ใช้สำหรับผ่อนแรมนุษย์ออกมา 3 รุ่น ใช้ในงานลักษณะต่างกัน ได้แก่AWN-03 ช่วยยกของหนักได้มากขึ้น 15 กิโลกรัม สำหรับออกแรงช่วยยกของหนัก PLN-01 (มีชื่อพิเศษว่า นินจา) ช่วยให้เดินง่ายขึ้นในที่สูงชัน ในป่าหรือสถานที่ที่ต้องออกแรงเดินมาเป็นพิเศษ Power Loader ออกแบบมาเพื่อใช้ในงานบรรเทาสาธารณภัยและงานก่อสร้าง (https://www.thairobotics.com/2016/03/25/new-exoskeleton-panasonic/)

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ 2.6 ทำงานแบบ Active ของบริษัท suitX ตัวนี้ชื่อว่า Phoenix
(https://www.thairobotics.com/2016/02/15/suitx-phoenix/)

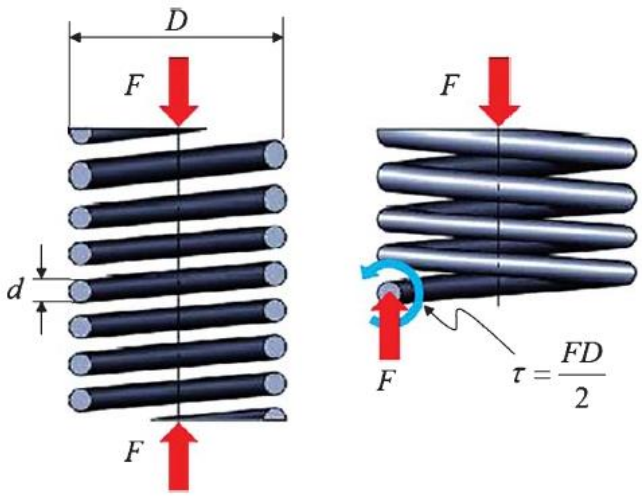
Exoskeleton ตัวนี้ชื่อว่า Phoenix (ฟีนิกซ์) เปิดตัวมาด้วยราคา 40,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ (ประมาณ 1.4 ล้านบาท) ถูกกว่าราคาปกติก่อนหน้านี้ประมาณครึ่งหนึ่ง มีน้ำหนัก 12.25 กิโลกรัม ซึ่งเป็นรุ่นที่มีน้ำหนักเบาที่สุดเท่าที่เคยทำมาใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาโดยห้องวิจัยที่มหาวิทยาลัยเบิร์กลีย์ แคลิฟอร์เนีย แล้วแยกตัวออกมาเป็นบริษัทชื่อว่า suitX นำโดย Dr. Homayoon Kazerooni Phoenix มีมอเตอร์อยู่ที่ส่วนล่างของสายรัดเอว ใช้ควบคู่กับไม้พยุง ส่วนออกแรงหลักถูกออกแบบมาในลักษณะแยกส่วนได้ มีส่วนสะโพก 1 ส่วน ส่วนเข่า 2 ส่วน และส่วนเท้า 2 ส่วน ซึ่งผู้ใช้สามารถแยกส่วนออกมาใช้ได้อย่างอิสระ หรือจะประกอบรวมกันแล้วใช้งานก็ได้ สำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง จะใช้งานได้ต่อเนื่อง 4 ชั่วโมง หรือ ใช้ ๆ หยุด ๆ ได้ประมาณ 8 ชั่วโมง เดินได้เร็วที่สุดด้วยความเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที สวมใส่ได้สะดวกในขณะผู้ป่วยนั่งเก้าอี้ล้อหมุนอยู่ ใช้งาน ลุก-เดิน-นั่ง ได้อย่างเป็นธรรมชาติ (https://www.thairobotics.com/2016/02/15/suitx-phoenix/)

สาขา นิกส์
สำนักวิชาวิศวกร ทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ 2.7 ทำงานแบบ Active ของบริษัท Lockheed Martin FORTIS exoskeleton (https://www.thairobotics.com/2014/08/20/lockheedmartin-fortis/)

Lookheed Martin ส่ง FORTIS exoskeleton ให้กองทัพเรือสหรัฐฯ ทดสอบ FORTIS เป็น exoskeleton ที่น้ำหนักเบา ไม่ต้องใช้แหล่งพลังงาน ถูกออกแบบมาให้ใช้ในงานซ่อมบำรุงเรือ ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถใช้เครื่องมือหนัก ๆ ได้โดยไม่เมื่อยล้า เทคนิคที่ FORTIS ใช้ คือ ใช้แขนที่มีกลไกชดเชยน้ำหนัก (gravity compensation mechanism) ของบริษัท Equipois รุ่น zeroG ช่วยรับน้ำหนักของเครื่องมือ และติดตั้งแขนนี้บนโครงที่ถ่ายน้ำหนักลงไปบนพื้นโดยตรง ทำให้ผู้สวมใส่ไม่ต้องแบกรับน้ำหนักของเครื่องมือ นอกจากนี้ยังมีแท่นติดตั้งตุ้มถ่วงน้ำหนักสำหรับปรับสมดุลน้ำหนักแนวหน้า-หลังของลำตัว

เมื่อสปริงผิดรูปแรงเฉือน F และแรงบิดโมเมนต์ T ถูกสร้างในหน้าตัดตามที่แสดงในขณะนี้โหลดความเค้นสูงสุดไว้บนเส้นลวดแสดงถึงค่าที่ทับซ้อนกันของแรงเฉือนความเครียดความเครียดเฉือนโดยตรงและโมเมนต์บิด ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของสปริงและเส้นผ่านศูนย์กลางของการเขียนสปริงถูกกำหนดเป็น D และ d, ตามลำดับนี้สามารถแสดงออกโดยพลังงานความเครียด วิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ (Design considerations of a lower limb exoskeleton system to assist walking and load-carrying of infantry soldiers)



รูปภาพที่ 2.8 พารามิเตอร์การออกแบบสปริง

(Design considerations of a lower limb exoskeleton system to assist walking and load-carrying of infantry soldiers)

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$$E_s = \frac{F^2 l}{2AG} + \frac{T^2 l}{2Gl} \quad (1)$$

A คือพื้นที่หน้าตัดและ G คือแรงเฉือนโมดูลัสที่นี่ถ้าตัวแปรในสมการที่ (1) ถูกกำหนดเป็นในสมการที่ (2) เราสามารถรับสมการที่ (3) ได้

$$T = \frac{FD}{2}, l = \pi D N_a, J = \frac{\pi d^4}{32}, A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

$$E_S = \frac{2F^2 D N_a}{d^2 G} + \frac{4F^2 D^3 N_a}{d^4 G} \quad (3)$$

Na ในสมการที่ (2) และ (3) แทนจำนวนคอยล์สปริงที่ผิดปกติในสปริงและ l คือความยาวของเส้นลวดสปริง หากมีการเสียรูปโดยรวมของสปริงถูกนิยามเป็น r, สมการต่อไปนี้

$$r = \frac{\delta E_S}{\delta F} = \frac{4FDN_a}{d^2G} + \frac{8FD^3N_a}{d^4G} \tag{4}$$

ถ้าเราคิดว่าเทอมที่สองนั้นยิ่งใหญ่กว่า เทอมแรกสมการ (4) สามารถลดความซับซ้อนลงได้ดังนี้

$$r \cong \frac{8FD^3N_a}{d^4G} = \frac{F}{k_s} \tag{5}$$

$$k_s = \frac{d^4G}{8D^3N_a} \tag{6}$$

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ดังที่แสดงในสมการข้างต้นความแข็งของสปริง k_s เกี่ยวข้องกับจำนวนของคอยส์สปริง เป็นเช่นเดียวกับโครงสร้างภายนอกเช่นขนาดสปริงการค้นพบนี้ถูกใช้สำหรับวิธีการต่างๆ ของระบบชุดและระบบรองรับน้ำหนักในที่อื่น คำเป็นที่รู้จักกันว่าความฝืดของสปริงสามารถแก้ไขโดยการปรับจำนวนของคอยส์สปริงหรือโดยการเปลี่ยนรูปร่างของสปริง

การเครื่องที่ของ Exoskeleton legs เป็นการเคลื่อนที่ในรูปแบบของ Dynamics รูปแบบการเคลื่อนที่มีทั้งแบบ Velocity Analysis เป็นการหาความเร็วของการเคลื่อนที่และ Acceleration Analysis เป็นการหาความเร่งของการเคลื่อนที่ เป็นรูปแบบการเคลื่อนที่แบบสองมิติโดยใช้ปริมาณเวกเตอร์ ดังนี้

$$\overrightarrow{V_n} = V_n\,\hat{\imath} \tag{7}$$

จากสมการที่ (7) เป็นการเคลื่อนที่แบบ Translation ในรูปแบบเวกเตอร์ $\hat{\imath}$ และ $\hat{\jmath}$ เป็นตัวกำหนดแกนในการเคลื่อนที่ ซึ่ง $\hat{\imath}$ จะเคลื่อนที่ในแกน x และ $\hat{\jmath}$ จะเคลื่อนที่ในแกน y เป็นการหาความเร็วในรูปแบบเส้นตรง

$$\overrightarrow{V_m} = \omega_A \hat{k} \times \vec{R}m_{/A} \tag{8}$$

จากสมการที่ (8) เป็นการเคลื่อนที่แบบ Rotation เป็นการหาความเร็วในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในรูปแบบเวกเตอร์ ω_a เป็นความเร็วเชิงมุม $\vec{R}m_{/A}$ คือรัศมีระยะห่างจากจุด m ถึง A

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$$\begin{bmatrix} V \ \textit{General plane} \\ \textit{motion} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V \ \textit{Traslation} \\ \textit{with n} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V \ \textit{Rotation} \\ \textit{about n} \end{bmatrix} \tag{9}$$

$$V_m = V_n + \omega_{mn}\hat{k} \times \vec{r}m_{/n} \tag{10}$$

จากสมการที่ (9) เป็นการเคลื่อนที่แบบผสมระหว่าง Translation และ Rotation เรียกว่า General plane motion และจะได้สมการที่ (10) ออกมาจากการแทนสมการลงไป

สมการข้างต้นทั้งหมดเป็นการคำนวลหาการเคลื่อนที่แบบ Velocity Analysis เป็นการหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุด Exoskeleton legs ที่เป็นทฤษฎี

$$\vec{a}_n = a_n \hat{\imath} \tag{11}$$

จากสมการที่ (11) เป็นการเคลื่อนที่แบบ Translation ในรูปแบบเวกเตอร์ $\hat{\imath}$ และ $\hat{\jmath}$ เป็นตัวกำหนดแกนในการเคลื่อนที่ ซึ่ง $\hat{\imath}$ จะเคลื่อนที่ในแกน x และ $\hat{\jmath}$ จะเคลื่อนที่ในแกน y เป็นการหาความเร่งในรูปแบบเส้นตรง

$$a_m = \alpha \times r_{m/A} - \omega_A^2 \vec{r}_{m/A} \tag{12}$$

จากสมการที่ (12) เป็นการเคลื่อนที่แบบ Rotation เป็นการหาความเร่งในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในรูปแบบเวกเตอร์

$$\left[a_{\substack{General\ plane \\ motion}}\right] = \left[a_{\substack{Traslation \\ with\ n}}\right] + \left[a_{\substack{Rotation \\ about\ n}}\right] \tag{13}$$

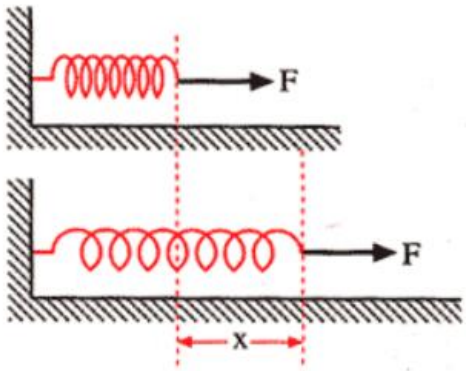
$$a_n = a_m + \alpha \times r_{m/A} - \omega_A^2 \vec{r}_{m/A} \tag{14}$$

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากสมการที่ (13) เป็นการเคลื่อนที่แบบผสมระหว่าง Translation และ Rotation เรียกว่า General plane motion และจะได้สมการที่ (14) ออกมาจากการแทนสมการลงไป

สมการข้างต้นทั้งหมดเป็นการคำนวณหาการเคลื่อนที่แบบ Acceleration Analysis เป็นการหาความเร่งในการเคลื่อนที่ของชุด Exoskeleton legs ที่เป็นทฤษฎี

การคำนวณค่าการยืดหดของสปริงจะใช้ พลังงานสะสมในตัวสปริงหรือวัตถุยืดหยุ่นขณะยืดหรือหดออกจากแนวสมดุล



รูปภาพที่2.9 การยืดหดของสปริง

(http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/virtual3/spring/index.html)

ค่า x ในรูปที่2.2 เป็นระยะที่สปริงเปลี่ยนจากแนวสมดุล

เมื่อ k เป็นค่าคงที่ของสปริง F=kx แต่งานที่ทำกับระบบ คือ พลังงานที่เกิดขึ้น

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$$W = FS = F_{เฉลี่ย}S \tag{15}$$

$$W = \frac{1}{2}kx^2 \tag{16}$$

จากสมการที่16 เป็นการหาค่ายืดหดของตัวสปริง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการออกแบบ

การออกแบบมีแนวคิดมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อส่วนขา จึงได้ออกแบบให้สปริงทำงานช่วยยกหัวเขาได้ง่ายขึ้น และเราออกแบบโดยใช้โปรแกรม 3D CAD Design SOLIDWORKS ดังรูปภาพที่ 3.1

รูปภาพที่ 3.1 การออกแบบโดยใช้ SolidWorks

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเลือกใช้สปริง มาจากการคำนวณ โดยการ ใช้ มวลหนัก 3 กิโลกรัม เพื่อหาความแข่งของสปริงที่ใช้เพื่อที่จะมาหาแรงของสปริง ตามรูปที่3.2

รูปภาพที่3.2 การเลือกใช้สปริง

วิธีการดำเนินงาน

หาข้อมูลกล้ามเนื้อส่วนต้นขา และส่วนหัวเข่า จากนั้นออกแบบชุดขาเสริมพลังในตำแหน่งต่างๆที่ต้องการ และหาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆที่ออกแบบไว้ จากนั้นตรวจสอบราคาตามอุปกรณ์ที่เราต้องการ และเตรียมอุปกรณ์ในการทำชุดเสริมพลังและสถานที่ที่ทำการ

ขั้นตอนการทำชุด

ตัดท่อ PVC 4 หุน ให้ได้ตามแบบแล้วประกอบเข้ากับตัวสปริงดัดท่อจะได้เป็นดังรูปภาพที่ 3.3

รูปภาพที่ 3.3 ประกอบท่อ PVC เข้ากับสปริงดัดท่อ

พอได้ตามรูปที่ 3.3 แล้วก็นำมาต่อเข้ากับตัวอลูมิเนียมและสปริงดึงดังรูปภาพที่ 3.4

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ 3.4 ต่อข้อต่ออลูมิเนียม

จากนั้นทำตัวบล็อกเอวขึ้นมาติดกับตัวชุดเซฟตี้ ตามรูปภาพที่ 3.5

รูปภาพที่ 3.5 ที่บล็อกเอว

จากนั้นนำตัวอลูมิเนียมที่ต่อเข้ากับตัวท่อ PVC 4 หุน ดังรูปภาพที่ 3.3 และรูปภาพที่ 3.4 มาประกอบเข้ากับบล็อกเอวที่ต่อเข้ากับชุดเซฟตี้ จะได้ตามรูปภาพที่ 3.6

สาขาวิชา ทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศ ลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ 3.6 ประกอบเข้ากับที่บล็อกเอว

นำเทปตีนตุ๊กแกมาทำเป็นที่ล็อคต้นขาและน่องขา จะประกอบเข้ากับตัวอลูมิเนียมที่ต่อเข้ากับตัวท่อ PVC 4 หุน ดังรูปภาพที่ 3.3 และรูปภาพที่ 3.4 จะได้ตามรูปภาพที่ 3.7

รูปภาพที่ 3.7 ทำที่ล็อคต้นขาด้วยเทปตีนตุ๊กแก

เตรียมสปริงกับตัวเร่งสลิงเพื่อจะนำมาประกอบเขากับส่วนขาของชุด ตามรูปภาพที่3.8

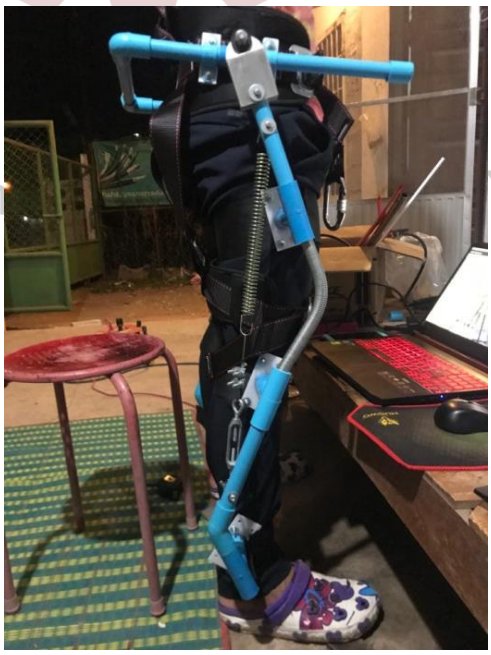
รูปภาพที่3.8 สปริงกับตัวเร่งสลิง

จากนั้นนำตัวสปริงกับตัวเร่งสลิงที่เตรียมไว้ตามรูปภาพที่3.8 มาประกับเข้ากับตัวชุดกับส่วนขาเข้าด้วยกันจะได้เป็นดังรูปภาพที่3.9

สาขาวิชา ทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศ ลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่3.9 ประกอบตัวสปริงกับตัวเร่งสลิงเข้ากับชุด

ชุดพร้อมทดสอบ ตามรูปภาพที่ 3.10



รูปภาพที่ 3.10 ชุดพร้อมทดสอบ

สาขาวิชาวิ ส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศา โนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

การทดลองได้ทำการทดลองในการเดิน 500 เมตร เดินขึ้นบันได 2 ชั้น สวมใส่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้ระยะเวลา 2 วัน และเก็บข้อมูลจากผู้สวมใส่

จากการทดสอบชุดในวันที่ 1

ข้อมูลจากผู้สวมใส่ได้กล่าวว่า จากการเดิน 500 เมตร เดินขึ้นบันได้ 2 ชั้น สวมใส่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชุดแน่นเกินไปรู้สึกใส่ไม่สบายและรู้สึกว่าสวนสปริงส่วนหัวเข่าดึงแรงจนเกินไปทำให้รู้สึกเดินลำบากเพราะสปริงตึงเกินไปในส่วนสปริงต้นขารู้สึกไม่ช่วยในการทำงานและเป็นภาระของชุดที่สวมทำให้ใส่ไม่สบาย

จากการทดลองข้างต้นทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและนำมาแก้ไข ได้ทำการปรับขนาดของรอบเอว ดังรูปภาพที่ 4.1

รูปภาพที่ 4.1 ปรับขนาดรอบเอว

ได้ทำการเปลี่ยนสปริงช่วงหัวเข่าเป็นแบบปรับความตึงของสปริงได้ด้วยการใช้สลิงดึงเข้ากับเกียวเร่ง ดังภาพที่ 4.2

รูปภาพที่ 4.2 การทำให้สปริงปรับแรงดึงได้

แล้วได้ทำการตัดสปริงช่วงต้นขาออกเพราะข้อมูลจากผู้สวมใส่ได้ กล่าวว่า“เหมือนจะไม่ได้ช่วยลดภาระในการเดิน” และได้สังเกตเห็นว่า เพราะสปริงที่ต้นขาทำให้ชุดสวมใส่ไม่สบาย จึงทำการตัดออกเพื่อให้ชุดใส่ได้สบายมากขึ้น ดังภาพที่ 4.3

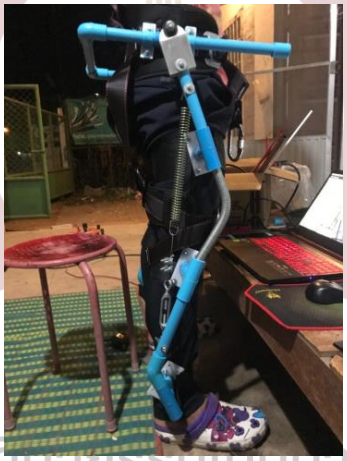
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปภาพที่ 4.3 สปริงส่วนหน้าขาที่ตัดออก

จากการทดสอบชุดในวันที่ 2

ข้อมูลจากผู้สวมใส่ได้กล่าวว่า จากการเดิน 500 เมตร เดินขึ้นบันได้ 2 ชั้น สวมใส่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากผู้สวมใส่รู้สึกชุดใส่สบายมากขึ้น รู้สึกว่าเอวไม่รัดจนเกินไปและสปริงไม่ตึงเกินไป เหมาะสมกับการเดิน

จากการทดสอบการใส่ชุดในเวลา 2 วัน สรุปได้ว่าการที่ใช้สปริงที่ต้นขา ดังรูปภาพที่ 4.3 ไม่ได้ช่วยดึงต้นขาในการยกมากนัก ปรับขนาดเอวและปรับสปริงให้ปรับความตึงได้ จึงได้ทำการตัดออกและเหลือแค่สปริงส่วนหัวเข่าที่สามารถช่วยได้ ดังรูปภาพที่ 4.4 สรุปเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบ



รูปภาพที่ 4.4 ชุดที่ใช่ทดสอบ

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการออกแบบเครื่องจักรกลอิเล็กทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทดสอบความเหนื่อยล้าของร่างกาย

การทดสอบความเหนื่อยล้าของร่างกาย จะวัดมาจากการเต้นของหัวใจด้วย Smart watch เพื่อที่จะได้ทราบการเต้นของหัวใจที่แม้นยำ การทดสอบจะให้ผู้ทดสอบทั้งหมด 5 คน ซึ่งเป็นผู้ชายทั้ง 5 คน อายุประมาร 18- 25 ปี ที่ได้มาทำการทดสอบ ในครั้งนี้

การเต้นของหัวใจจะวัดการสูบฉีดเลือดเพื่อดูว่าการเต้นหัวใจก่อนใส่และหลังใส่ชุดการเต้นหัวใจต่างกันมากหรือไม่ เพื่อดูว่าร่างกายต้องการออกซิเจนมากขึ้นหรือไม่ จะได้ทราบการเหนื่อยล้าในการเดินได้

อัตราการเต้นของหัวใจ ในผู้ชายอาจแตกต่างกันได้ตามปัจจัยหลายอย่าง เช่น สูบบุหรี่ อุณหภูมิ ผลข้างเคียงจากยา แต่โดยค่าเฉลี่ยของบุคคลทั่วไปอยู่ที่ 70-80 ครั้งต่อนาที

การทดสอบได้ให้ผู้ทดสอบทำการเดินระยะทาง 500 เมตร แล้วเดินขึ้นบันได 2 ชั้น ก่อนจะทำการทดสอบจะให้ทำการพัก 30 นาที เพื่อให้ การเต้นหัวใจอยู่ในสถานะปกติ อยู่ที่ 70-73 ต่อนาที

ตารางการทดสอบ

ตารางที่ 4.1 การทดสอบ การเดินระยะทาง 500 เมตร เดินขึ้นบันได 2 ชั้น

คน	รายการทดสอบ	การวัดการเต้นของหัวใจ		
		สถานะปกติ	ก่อนสวมชุด	หลังสวมชุด
1	เดินระยะทาง 500 เมตร	72	74	74
	เดินขึ้นบันได 2 ชั้น		76	75
2	เดินระยะทาง 500 เมตร	72	73	72
	เดินขึ้นบันได 2 ชั้น		77	76
3	เดินระยะทาง 500 เมตร	71	73	73
	เดินขึ้นบันได 2 ชั้น		76	75
4	เดินระยะทาง 500 เมตร	73	74	74
	เดินขึ้นบันได 2 ชั้น		78	77
5	เดินระยะทาง 500 เมตร	74	75	76
	เดินขึ้นบันได 2 ชั้น		77	78
	เฉลี่ย การเดิน 500 เมตร	72.4	73.8	73.8
	เฉลี่ย การขึ้นบันได 2 ชั้น		76.8	76.2
	เฉลี่ยทั้งหมด		75.3	75

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปการทดสอบ

จากการทดสอบทราบว่าในสถานะปกติการเต้นของหัวใจทุกคนเฉลี่ยอยู่ที่ 72.4 ต่อนาที การเดินระยะทาง 500 เมตร ยังไม่สวมชุดหัวใจทุกคนเต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 73.8 ต่อนาที และการเดินขึ้นบันได 2 ชั้นอยู่ที่ 76.8 ต่อนาที และเมื่อส่วมใส่ชุดในการเดินระยะทาง 500 เมตร ทุกคนหัวใจเต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 73.8 ต่อนาที การเดินขึ้นบันได 2 ชั้นอยู่ที่ 76.2 ต่อนาที และค่าเฉลี่ยทั้งหมดการเดินระยะทาง 500 เมตร อยู่ที่ 75.3 ต่อนาที การเดินขึ้นบันได 2 ชั้น อยู่ที่ 75 ต่อทาที เราจริงได้ทราบว่าจากการทดลองชุดได้ช่วยลดการเต้นของหัวใจ ถึง 15 เปอร์เซน ในการทดสอบของผู้ทดสอบ 5 คน

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดสอบ

การทดสอบการเหนื่อยล้าของร่างกายด้วยการวัดการเต้นของหัวใจ จากการทดสอบเราได้ทราบว่าในสถานะปกติการเต้นของหัวใจทุกคนเฉลี่ยอยู่ที่ 72.4 ต่อนาที การเดินระยะทาง 500 เมตร ยังไม่สวมชุดหัวใจทุกคนเต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 73.8 ต่อนาที และการเดินขึ้นบันได 2 ชั้นอยู่ที่ 76.8 ต่อนาที และเมื่อสวมใส่ชุดในการเดินระยะทาง 500 เมตร ทุกคนหัวใจเต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 73.8 ต่อนาที การเดินขึ้นบันได 2 ชั้นอยู่ที่ 76.2 ต่อนาที และค่าเฉลี่ยทั้งหมดการเดินระยะทาง 500 เมตร อยู่ที่ 75.3 ต่อนาที การเดินขึ้นบันได 2 ชั้น อยู่ที่ 75 ต่อทาที เราจริงได้ทราบว่าจากการทดลองชุดได้ช่วยลดการเต้นของหัวใจ ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบของผู้ทดสอบ 5 คน

ข้อเสนอแนะ

จากการทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆ และนำมาสู่วิธีแก้ไข้ ปัญหาที่พบเจอส่วนแรกคือวัสดุที่เรียกใช้ ตอนแรกได้ออกแบบเป็นวัสดุน้ำหนักเบา เลยเรียกใช้อลูมิเนียมและสแตนเลส แต่พอนำมาใช้จริงน้ำหนักโดยรวมไม่ได้เบาตามที่คิดเลยเปลี่ยนมาใช้ท่อ PVC แทน ปัญหาที่สองคือ ตัวสปริงต้นขา พอได้ทดสอบชุดจริง ก็ทำให้รู้ว่าสปริงส่วนนี้ไม่ค่อยได้ช่วยอะไรมากนักและยังทำให้การสวมใส่ชุดหรือการเคลื่อนไหวไม่ค่อยสะดวก เลยใช้แค่สปริงตรงหัวเข่าแค่ตัวเดียว ปัญหาที่สามคือตัวชุดมีการเปลี่ยนแปลจากการที่ได้นำเสนอไว้ในก่อนหน้า เกิดจากค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เลยต้องทำให้ดัดแปลบ้างส่วนอาจจะทำให้ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมไม่ได้ แต่ก็ยังสามารถที่จะช่วยในการเดิน การบำบัดหรือการใช้ในชีวิตประจำวันได้

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

อ้างอิง

A passive exoskeleton with artificial tendons: Design and experimental evaluation https [ออนไลน์]. ได้จาก https://ieeexplore.ieee.org/document/5975470

A passive exoskeleton with artificial tendons: Design and experimental evaluation [ออนไลน์]. ได้จาก https://www.semanticscholar.org/paper/A-passive-exoskeleton-with-artificial-tendons%3A-and-Dijk-Kooij/8d78792d26108c44c30d296379a37807f7e96946

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

ตารางวัสดุ

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขีอขนาด และ มิติท่อPVC
รายละเอียดท่อพีวีซีแข็ง

ขีอ/ขนาด (มม.) mm.	ขีอ/ขนาด (นิ้ว) Inch	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (OD)	ความหนา มม ชั้น 5	ความหนา มม ชั้น 8.5	ความหนา มม ชั้น 13.5
18	½"	22 ± 0.15	-	2.0 ± 0.20	2.5 ± 0.20
20	¾"	26 ± 0.15	-	2.0 ± 0.20	2.5 ± 0.20
25	1"	34 ± 0.15	-	2.0 ± 0.20	3.0 ± 0.20
35	1 1/4"	42 ± 0.15	1.5 ± 0.15	2.0 ± 0.20	3.1 ± 0.25
40	1 1/2"	48 ± 0.15	1.5 ± 0.15	2.3 ± 0.20	3.5 ± 0.25
55	2"	60 ± 0.15	1.8 ± 0.20	2.9 ± 0.25	4.3 ± 0.30
65	2 1/2"	76 ± 0.20	2.2 ± 0.20	3.5 ± 0.25	5.4 ± 0.35
80	3"	89 ± 0.20	2.5 ± 0.20	4.1 ± 0.30	6.4 ± 0.40
100	4"	114 ± 0.30	3.2 ± 0.25	5.2 ± 0.35	8.1 ± 0.50
125	5"	140 ± 0.30	3.9 ± 0.30	6.4 ± 0.40	9.9 ± 0.55
150	6"	165 ± 0.40	4.6 ± 0.30	7.5 ± 0.45	11.7 ± 0.65

มาตรฐานความยาว 4 เมตรต่อท่อน
ได้รับการรับรองเป็นสินค้าคุณภาพมาตรฐานสากล ตาม มอก 17-2532

สนใจติดต่อ Line: @VLineProduct หรือโทร 086-310-8771

ตารางวัสดุ PVC

Material	Shear (× 10³ psi)	Ultimate (× 10³ psi)	Yield (× 10³ psi)
Aluminum (anneal)			
2SO	9.0	13.0	5.0
17SO	18.0	26.0	10.0
24SO	18.0	25.0	11.0
Alclad	16.0	32.0	14.0
Asbestos	5.0	—	—
Brass (anneal)			
Gilding metal	30.0	38.0	14.0
Comm. bronze	32.0	41.0	15.0
Red	34.0	46.0	18.0
Cartridge	35.0	54.0	22.0
Yellow	35.0	54.0	22.0
Bronze (anneal) high silicon (3%)	45.0	63.0	30.0
Cardboard			
Soft	4.0	—	—
Hard	8.0	—	—
Cellulose acetate	10.0	—	—
Cloth	8.0	—	—
Copper (anneal) electrolytic	22.0	32.0	10.0
Fiber			
Hard	28.0	—	—
Phenol	25.0	—	—
Inconel (anneal)			
Hot-rolled	65.0	95.0	45.0
Cold-rolled	63.0	90.0	37.0
High T.S.	85.0	156.0	108.0
Lead, commercial	2.0	—	—
Leather			
Soft	9.0	—	—
Hard	14.0	—	—
Magnesium (annealed)	21.0	36.0	22.0
Hard rolled	20.0	37.0	27.0

Material	Shear (× 10³ psi)	Ultimate (× 10³ psi)	Yield (× 10³ psi)
Mica	10.0	—	—
Monel			
Soft	50.0	75.0	35.0
Hard	65.0	110.0	100.0
Monel-K			
Annealed	75.0	120.0	60.0
Cold-worked	100.0	160.0	120.0
Nickel, rolled	52.0	63.0	20.0
Nickel-silver			
Annealed	56.0	60.0	30.0
Hard	80.0	85.0	74.0
Paper			
Bristol	6.5	—	—
Soft	4.0	—	—
Hard	5.0	—	—
Rubber, hard	20.0	—	—
Steel (annealed)			
0.10C	35.0	56.0	—
0.20C	42.0	69.0	—
0.30C	52.0	85.0	—
0.40C	70.0	100.0	—
0.50C	80.0	110.0	—
1.00C	110.0	125.0	—
SAE			
2320	98.0	160.0	—
2340	125.0	—	—
3130	110.0	—	—
3140	130.0	—	—
3250	165.0	—	—
4130	115.0	—	—
Soft	55.0	90.0	
Hard	90.0	12.5	
Stainless steel, No. 302	56.0	74.0	30.0

ตารางวัสดุต่างๆ

ลำดับ	อุปกรณ์	ราคาต่อชิ้น	จำนวน	ราคารวม
1	ลูกปืน 2 ตัว 5x11x5	20	2	40
2	สปริงดัดท่อ	67	2	135
3	สปริงดึง	95	4	380

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4	ชุดเซฟตี้ 	1600	1	1600
5	ข้อต่ออลูมิเนียม 	700	2	1400
6	ท่อ PVC 4 หุน 2เมตร 	20	1	20

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7	ท่อ PVC 3 หุน 2 เมตร	15	1	15
8	ข้อต่อตรง 4 หุน	5	4	20
9	กิ๊บยึดท่อ	8	8	64
10	เทปตีนตุ๊กแก 1 ชุด 1 เมตร	50	1	50

ตารางประเมินค่าใช้จ่าย

สาขา มเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวก หาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายจักรภัทร วิเศษวงษา

วันเดือนปีเกิด 28 มีนาคม 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 5/16 หมู่ 19 ต.ชุมเห็ด อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ รหัสไปรษณีย์ 31000

เบอร์โทร 092-6130533

อีเมล shimibead@hotmail.com

วุฒิการศึกษา กำลังศึกษาอยู่ที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชื่อ-นามสกุล นางสาววริยา ทำสี

วันเดือนปีเกิด 21 กุมภาพันธ์ 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 24/1 หมู่ 1 ต.เขาแก้ว อ.ชียงคาน จ.เลย รหัสไปรษณีย์ 42110

เบอร์โทร 061-0279639

อีเมล dedee9639@gmail.com

วุฒิการศึกษา กำลังศึกษาอยู่ที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุระนารี สำนักวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชื่อ-นามสกุล นาย เพชรตรี สีโยพล

วันเดือนปีเกิด 23 กรกฎาคม 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 65 หมู่ 3 ต.เขวาใหญ่ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150

เบอร์โทร 093-5482601

อีเมล pettree.sriyopon@gmail.com

วุฒิการศึกษา กำลังศึกษาอยู่ที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี