**ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** การพัฒนาการออกแบบข้อเข่าเทียมโดยการใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับสิ่งแวดล้อม

**ผู้เขียน** นางสาวสุณัฐดา วุฒิเฟย

**ปริญญา** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** รศ. ดร. เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการออกแบบข้อเข่าเทียมโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับสิ่งแวดล้อม (Quality Function Deployment for Environment : QFDE) เพื่อพัฒนาข้อเข่าเทียมให้มีคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามลักษณะการใช้งาน ตรงตามความต้องการของผู้พิการ เพิ่มความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์ เพิ่มปลอดภัยในระหว่างการใช้งานแก่ผู้พิการและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วยโดยรวบรวมความต้องการคุณลักษณะข้อเข่าเทียม จากกลุ่มตัวอย่างผู้พิการ 100 คน พบว่า ความต้องการที่มากที่สุด คือ อายุการใช้งานข้อเข่า มีระดับความสำคัญเท่ากับ 4.48 ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental VOC) ประยุกต์ใช้เทคนิค QFDE เฟสที่ 1 ถึง 4 พบว่า ข้อกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิควิศวกรรม (TC) ด้านโครงสร้างข้อเข่าในเฟสที่ 1 ระดับความสัมพันธ์สัมพัทธ์ เท่ากับ 22.61 และส่วนประกอบ (Part) ตัวปรับฝืดภายในข้อเข่า ในเฟสที่ 2 ระดับความสัมพันธ์สัมพัทธ์ เท่ากับ 16.37 มีความสัมพันธ์กับความต้องการของผู้พิการมากที่สุด ในเฟสที่ 3 พัฒนาข้อเสนอการออกแบบ โดยเลือกปรับปรุงข้อกำหนดฯ (TC) คุณสมบัติเชิงกลด้านความแข็งแรง และแรงกระแทกให้แก่ตัวปรับฝืด และในเฟสที่ 4 ทำการประเมินผลข้อเสนอการออกแบบ พบว่า เมื่อมีการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลด้านความแข็งแรงและแรงกระแทกแก่ตัวปรับฝืด สามารถเพิ่มอายุการใช้งานให้แก่ข้อเข่าได้ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้พิการ (Environmental VOC)จากนั้นพัฒนาการออกแบบ ตัวปรับฝืดให้สอดคล้องกับผลการวิจัยของเทคนิค QFDE โดยใช้หลักการออกแบบบนพื้นฐานทางวิศวกรรมด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณสมบัติเชิงกลด้านความแข็งแรง ในรูปของค่าความเค้น ค่าความเครียด และค่าการเปลี่ยนรูปร่าง โดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finit Element Analysis : FEA) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ความเค้น ความเครียด และการเปลี่ยนรูปร่าง มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับตัวปรับฝืดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบแบบวัฏจักร (Cyclic Test) เพื่อหาอายุการใช้งานข้อเข่า พบว่า ตัวปรับฝืดที่ถูกพัฒนาสามารถเพิ่มอายุการใช้งานของข้อเข่าได้มากถึง 3 เท่า และจากอายุการใช้งานที่เพิ่มขึ้นนี้ สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน (Energy Consumption) ตลอดช่วงวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle) ข้อเข่าเทียมได้ถึงร้อยละ 62.42 เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานของข้อเข่าเทียมที่ใช้ในปัจจุบัน อีกทั้งช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Footprint) ที่ปลดปล่อยสู่อากาศได้ถึง ร้อยละ 58.89 เมื่อเทียบกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้อเข่าเทียมที่ใช้ในปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Thesis Title** Development of Hinged Knee Joint Design Using Quality Function Deployment for Environment

**Author** Miss Sunutda Woottifoei

**Degree** Master of Engineering (Industrial Engineering)

**Thesis Advisor** Assoc. Prof. Dr. Sermkiat Jomjunyong

## Abstract

The objective of this research is to development of Hinged Knee Joint Design by using Quality Function Deployment for Environment (QFDE) to match the hinged knee joint characteristics to the need of the handicapped user. And it will give them confident to use it safely, it will improve their quality of life and it will environment friendly. From the Voice of customer (VOC) survey of 100 present handicapped users, found that the considerable VOC which had the important level of 4.48 was Hinged Knee Joint lifetime and The Four-Phase model of QFDE technique was applied and found that both of the Hinged Knee Joint Structure of Technical Characteristic (TC) in the House of Quality (phase 1) has relative important level of 22.61 and the Frictional Link, part of Hinged Knee Joint in the Part Deployment (phase 2) has relative important level of 16.37 and were related to considerable VOC. From the data in phase 1 and 2, the Development and Planning (phase 3) was to modify the Frictional Link focused on its mechanical properties to increase the strength. In phase 4, the modified frictional link was evaluated on its mechanical properties, it was found that the modification in phase 3 led to decreasing the stress, strain and deformation. Also the decreasing in all of them means high strength for frictional link and it affected directly to the Hinged Knee Joint Lifetime. As a conclusion, the Design Developing of frictional link, as in this development, is based on engineering design theory and the analysis of its the mechanical properties by using Finite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Element Analysis (FEA). The value of stress, strain and deformation decreased compare to the previous model. As the result from the cyclic test, the hinged knee joint with the modified frictional link could increase the three longer lifetimes than the previous model. From the three longer lifetime, it could decrease 62.42 percentage of Energy Consumption during Hinged Knee Joint Life Cycle compared to the amount of Energy Consumption currently. It also could decrease 58.89 percentage of Carbon Dioxide (Carbon Footprint) released into the atmosphere during Hinged Knee Joint Life Cycle compared to the amount of Carbon Dioxid ฺ ฺ rbon Footprint) currently.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved