

Received: February 20, 2024; Revised: July 25, 2024; Accepted: July 30, 2024

การออกแบบระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บ The design of partial weight-support system for injured elephants

ภาคย์ พรหมณณ์แก้ว¹ ปรัชญา मुखดา¹ กังสดาล สกุลพงษ์มาลี¹ ชวงชัย ชูปวา¹ อิทธิพัฒน์ รูปคม¹
กฤษณ์ ไชยวงศ์¹ อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก¹ บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนาจ¹
มหิศร ประภาสะโนบล² และชวัญชัย หนาแน่น^{1*}

Bhark Pramkaeo¹, Prachya Mukda¹, Kangsadan Sagulpongmalee¹, Chuangchai Chupwa¹,
Ittipat Roopkom¹, Krit Chaiwong¹, Alongkorn Chatmuangpak¹, Bundidpong Sriamnouy¹,
Mahisorn Prapasanobol² and Kwanchai Nanan^{1*}

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

¹Faculty of Engineering and Industrial Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi Province

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

²Faculty of Agricultural Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi Province

*Corresponding Author E-mail Address : kwanchai.nanan@mail.pbru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างที่ได้รับบาดเจ็บ เป้าหมายหลักของงานวิจัยคือการออกแบบระบบที่สามารถใช้เพื่อช่วยเหลือช้างที่ได้รับบาดเจ็บและไม่สามารถลุกยืนได้ด้วยตัวเองให้ได้รับการรักษาเบื้องต้นก่อนที่จะนำช้างไปรักษาต่อที่โรงพยาบาล กระบวนการเข้าช่วยเหลือช้างบาดเจ็บต้องกระทำอย่างรวดเร็วและปลอดภัยทั้งสำหรับผู้ปฏิบัติงานและช้างเอง ระบบพยุงน้ำหนักนี้มีการออกแบบเพื่อให้การช่วยเหลือช้างนั้นเป็นไปอย่างสะดวก สามารถลากจูงได้ด้วยรถกระบะทั่วไปที่ความเร็วในการลากจูงไม่เกิน 60 km/hr น้ำหนักออกแบบระบบพยุงนี้พิจารณาที่น้ำหนักยกเท่ากับ 14.7 kN ซึ่งคิดเป็นน้ำหนักพยุงประมาณ 30% ของน้ำหนักเฉลี่ยของช้างไทยเต็มวัย 49.1 kN เส้นรอบอกและความสูงของช้างไทยเต็มวัยที่ใช้ในการออกแบบนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 400 และ 300 cm ตามลำดับ ผลจากการทดสอบระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าระบบนี้สามารถยกน้ำหนักได้สูงสุดถึง 19.6 kN ที่ความสูงยก 3.5 m เมื่อระบบนี้ไปใช้งานกับช้างบาดเจ็บที่มีน้ำหนักเท่ากับ 49.1 kN จะมีค่าความเสถียรภาพ (N) เท่ากับ 1.33

คำสำคัญ: ช้าง ช้างบาดเจ็บ ระบบพยุงน้ำหนักบางส่วน

Abstract

This research aims to design a partial weight-support system for injured elephants, with the primary goal of providing preliminary care for elephants that have been injured and are unable to stand on their own before being transported to a hospital for further treatment. The process of assisting injured elephants must be rapid and safe for both the caretakers and the elephants. This weight-support system is designed to facilitate the assistance of injured elephants and can be towed by a standard pickup truck at speeds not exceeding 60 km/hr. The design takes into consideration the optimal weight that the system can lift, which

is approximately 14.7 kN, calculated as 30% of the average weigh of adult Thai elephants, which is 49.1 kN. The chest circumference and height of adult Thai elephants used in this design are on average of 400 and 300 cm, respectively. Testing the weight-lifting system in a laboratory setting showed that it can lift a maximum weight of 19.6 kN at a height of 3.5 meters. When applied to an injured elephant weighing 49.1 kN, the stability factor (N) is 1.33.

Keywords: Elephant, Injured elephant, Partial weight-support system

บทนำ

ช้างในประเทศไทย กระจายตัวอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทั้งหมด 69 แห่ง จากทั้งหมด 189 แห่ง คิดเป็น 37% ของพื้นที่อนุรักษ์ทั่วประเทศ จำนวนประชากรช้างทั้งหมดในประเทศไทยในปี 2563 อยู่ที่ 3,084-3,500 ตัว แต่เมื่อเทียบกับจำนวนช้างเมื่อ 14 ปีที่แล้ว มีแนวโน้มว่ากำลังเพิ่มจำนวนมากขึ้น กลุ่มป่าที่มีจำนวนช้างมากที่สุดคือกลุ่มป่าตะวันตก รองลงมาคือกลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ กลุ่มป่าภูเขียว-น้ำหนาว กลุ่มป่าตะวันออก และกลุ่มป่าแก่งกระจาน-กุยบุรี ซึ่งมีจำนวนประชากรของช้างเป็นจำนวนมากจัดเป็นอันดับ 3 ของประเทศ อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาก็มีช้างจำนวนไม่น้อยได้เสียชีวิตจากการเจ็บป่วย จากการรวบรวมสถิติการเจ็บป่วยของช้างได้จำแนกออกเป็น 2 สาเหตุดังต่อไปนี้ 1) การเจ็บป่วยตามธรรมชาติ เช่น การป่วยเป็นโรคของช้าง การหิวโหย การต่อสู้กัน การตกจากที่สูง การตกหลุม การถูกสัตว์มีพิษกัด เป็นต้น และ 2) การบาดเจ็บที่เกิดจากน้ำมือของมนุษย์ เช่น การล่า รถชน ไฟช็อต เป็นต้น

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันมีชาวการช่วยเหลือช้างบาดเจ็บตลอดเวลา เช่น เดือน ตุลาคม 2560 พบช้างป่าเพศผู้มวล 4 ตัน อายุประมาณ 7-8 ปี บาดเจ็บจากการถูกน้ำป่าพัดตกไปในคลองชมพู่ อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก โดยการช่วยเหลือเบื้องต้นต้องปรับแผนในการดึงช้างขึ้นจากน้ำซึ่งบริเวณพื้นที่เกิดเหตุเป็นจุดที่ตลิ่งที่มีความชันสูง ต้องใช้เวลามากกว่า 26 ชั่วโมง กระทั่งสามารถช่วยชีวิตช้างขึ้นมาบนตลิ่งเพื่อนำช้างป่าขึ้นรถออกเดินทางไปที่ศูนย์อนุรักษ์ช้างที่ จ.ลำปาง (ไทยพีบีเอส, 2560) ต่อมาในเดือน ธันวาคม 2561 มีกรณีลูกช้างป่าอายุประมาณ 5-6 ปี ถูกช้างเพศผู้เหยียบระหว่างการทำแผลในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ได้รับบาดเจ็บบริเวณขาหลังขวาโดยล้มลงนอนตะแคงอยู่บริเวณร่องเขา หมู่ 6 ต.เขาจำว อ.ปรางบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ ห่างจากแนวเขตอุทยานแห่งชาติกุยบุรี ประมาณ 1 กิโลเมตร อยู่บริเวณเทือกเขาตะนาวศรี ใกล้กับชายแดนไทย-เมียนมา ใช้เวลาและความพยายามช่วยลูกช้างป่ากว่า 60 ชั่วโมง การช่วยเหลือเริ่มจากทางเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติกุยบุรี และชาวบ้านได้ช่วยกันปรับพื้นที่เพื่อให้รถบรรทุกหกล้อสำหรับบรรทุกลูกช้างเข้าถึงได้ใกล้มากที่สุด จากนั้นจึงนำเชือกร้อยตัวลูกช้างเพื่อช่วยพยุงตัว ซึ่งขั้นตอนนี้มีความยุ่งยากในการคล้องเชือกช่วยพยุงกว่า 1 ชั่วโมง เพราะลูกช้างป่ามีมวลมากเกือบ 2 ตัน และยังบาดเจ็บ ต้องระวังไม่ให้เกิดการบาดเจ็บเพิ่มเติม (ไทยรัฐออนไลน์, 2561) ต่อมาในเดือน มกราคม 2564 ช้างป่าพลายย่นหว่างตายขณะเจ้าหน้าที่ขนย้ายจาก จ.ชลบุรี มาที่สถานกักกันช้างฯ จ.สระแก้ว คาดว่ายาซึมเกินขนาด เพื่อติดปลอกคอและนำขึ้นรถบรรทุกนานกว่า 6 ชั่วโมง จนช้างล้ม เจ้าหน้าที่ชี้แจงสาเหตุการตายเบื้องต้น เกิดจากสภาวะสัตว์มีอาการสับสนอาหารเข้าสู่หลอดลมอย่างกะทันหัน (ไทยพีบีเอส, 2564) ถัดมาในเดือน กรกฎาคม 2565 สัตวแพทย์หญิงชนัญญา กาญจนสาขา สัตวแพทย์ประจำอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช และทีมเจ้าหน้าที่เดินทางมายังพื้นที่หมู่ 2 ต.สาริกา อ.เมือง จ.นครนายก หลังได้รับแจ้งจากเจ้าหน้าที่ชุดผลักดันช้างป่าว่ามีลูกช้างอายุประมาณ 1 ปี พลัดตกบ่อพักท่อระบายน้ำ ที่มีขนาดลึก 2 เมตร กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร ไม่สามารถขึ้นมาเองได้และมีแม่ช้างคอยเฝ้าอยู่ไม่ห่าง ทำให้ไม่สามารถเข้าใกล้ลูกช้างได้ ท่ามกลางสภาพอากาศที่มีฝนตกอยู่ตลอดเวลา โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ชุด คือ ชุดขึ้นเขาเพื่อทำแนวป้องกันโคลนช้างที่จะตามลงมาโดยให้มีรัศมีห่างจากจุดนี้ประมาณ 1 กิโลเมตร เพื่อป้องกันเวลาช้างแม่ร้องเรียกช้างฝูงที่อยู่ด้านบนเมื่อได้ยินอาจจะวิ่งสวนลงมา ชุดทีมยิงยาสลบ ทีมคอยเฝ้าระวัง และทีมคอยเช็กพฤติกรรมของสัตว์ และชุดที่จะเข้าไปช่วยนำลูกช้างขึ้นมาจากบ่อซึ่งลูกช้างได้รับการช่วยเหลือและปลอดภัย (ไทยพีบีเอส, 2565) จากนั้นอีกไม่นาน ในเดือน สิงหาคม 2565 เจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ ทีมสัตวแพทย์ สัตวบาล สอส.สบอ.3 (บ้านโป่ง) สัตวแพทย์ประจำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงฉวากและศูนย์พัฒนาการจัดการสัตว์ป่าบึงฉวาก เข้ารักษา “บุญรอด” ช้างป่าเพศผู้ อายุ 2-3 ปี พบบาดเจ็บแผลสาหัสบริเวณโคนหาง โดยเจ้าหน้าที่ได้ตัดรั้วไฟฟ้าเพื่อกักบริเวณรักษาในพื้นที่สวนยางพาราของชาวบ้าน ต.ด่านแม่แฉลบ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี โดยการรักษาค้างจำเป็นต้องช่วยพยุงช้างเพื่อให้พร้อมเฝ้าดูแลอย่างใกล้ชิดและปลอดภัย (ศูนย์ประสานการปฏิบัติที่ 4 กอ.รมน., 2565) ถัดมา ในเดือน กันยายน 2565

เกิดอุบัติเหตุรถชนข้างคว่ำระหว่างการขนย้าย ที่ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ส่งผลให้ข้างบาดเจ็บ ขยับตัวได้น้อย สมาคมสหพันธ์ช่างไทยได้เข้าช่วยเหลือโดยรถกู้ภัยไปช่วยข้างปู้คำ โดยมีสัตว์แพทย์จาก โรงพยาบาลช้าง ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย, TECC กำลังปฏิบัติการกิจในพื้นที่พอดี พร้อมกับทีมผู้ช่วยสัตวแพทย์ผ่านการอบรมในพื้นที่ได้รู้ให้การปฐมพยาบาลข้างเบื้องต้น เพื่อรอขนย้าย โดยสมาคมฯ กำลังส่งรถกู้ภัยช้างและเจ้าหน้าที่ไปรับ ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 6-7 ชั่วโมง (ข่าวสด, 2565) ล่าสุดในเดือน ตุลาคม 2566 สมาคมสหพันธ์ช่างไทยเข้าไปช่วยเหลือข้างสีดทองหล่อ อายุ 63 ปี มีอาการป่วยหนักอยู่ที่ปางช้างข้างมีอาการไม่มีแรง ล้มนอนครั้งนี้เป็นครั้งที่ 3 ซึ่งมีอาการหนักกว่าทุกครั้ง การเข้าช่วยเหลือต้องมีการนำรถมาช่วยยกพยุงตัวให้ยืนขึ้น แต่ข้างยังอ่อนแรง พยุงตัวเองลุกยืนไม่ได้ ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยพยุงเพื่อรักษาอาการเบื้องต้นให้ดีขึ้นก่อนที่จะเคลื่อนย้ายข้างไปรักษาในโรงพยาบาลต่อไป (สมาคมสหพันธ์ช่างไทย, 2566) ในส่วนของงานวิจัยเกี่ยวกับข้างมีพบว่า มีงานวิจัยที่ได้ศึกษาวิธีการคำนวณมวลช้างจากภาพถ่ายดิจิทัลโดยสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวและความสูงกับมวลเพื่อใช้สำหรับการประมาณมวลจริงของช้างด้วยภาพถ่ายดิจิทัล ในการทดลองได้ใช้ข้อมูลของช้างจริงทั้งหมด 28 เชือก ประกอบด้วยเพศผู้จำนวน 15 เชือก และเพศเมียจำนวน 13 เชือก ผลที่ได้จากงานวิจัยพบว่า การวิเคราะห์ภาพถ่ายดิจิทัลสามารถประมาณมวลของช้างได้ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและไม่จำเป็นต้องจับหรือสัมผัสตัวช้าง ทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามยังคงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความแม่นยำของสมการ (วาริชภัทร, 2563) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเรื่องของระบบพยางค์กับผู้ป่วยที่มีการออกแบบโครงช่วยฝึกเดินที่มีระบบพยางค์น้ำหนักบางส่วนสำหรับผู้ที่มีปัญหาการเคลื่อนไหวด้านการเดิน ซึ่งงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยฝึกเดินประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระบบพยางค์น้ำหนักบางส่วนโดยใช้แก๊สสปริงทำหน้าที่พยางค์น้ำหนักเพื่อช่วยพยางค์น้ำหนักบางส่วนของผู้ป่วยโดยปรับระดับแรงพยางค์น้ำหนักได้โดยการปรับมุมเอียงที่ใช้ติดตั้งแก๊สสปริง และชุดสวมใส่ที่ออกแบบพิเศษสำหรับยกพยางค์น้ำหนักเพื่อให้เกิดความสบายและถูกต้องตามหลักการฝึกเดิน จากผลการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบพบว่าอุปกรณ์สามารถพยางค์น้ำหนักตัวผู้ป่วยได้ตามที่ออกแบบไว้ และสามารถช่วยเหลือผู้ป่วยให้การฝึกเดินด้วยอุปกรณ์ช่วยฝึกเดินเป็นเรื่องที่ง่ายขึ้น (วรรัตน์, 2559) อีกทั้งยังมีการพัฒนาขาเทียมสำหรับสุนัขที่ได้รับการรักษาหรือโดนตัดขาที่ตำแหน่งกึ่งกลางขาหน้าส่วนล่างโดยการทำขาเทียม 3 รูปแบบ รูปแบบแรกใช้เหล็กแผ่นรูปตะขอรับน้ำหนัก รูปแบบที่สองใช้โฟมชนิดเบาความยาวเท่าขา โดยทั้งสองรูปแบบ เป็นการสวมเข้ากับตอขา และรูปแบบที่สามมีการพัฒนาให้มีส่วนเท้า เพื่อให้มีลักษณะคล้ายขาจริง บริเวณข้อศอกสามารถปรับขยายได้เพื่อป้องกันการกดบริเวณปุ่มข้อและรัดขาเทียมกับตอขาเพื่อไม่ให้ขาเทียมหลุดได้ง่าย ผลการวิเคราะห์คะแนนการลงน้ำหนัก ลักษณะการเดินและความพึงพอใจของเจ้าของสัตว์ พบว่า ขาเทียมรูปแบบที่ 3 ได้รับการประเมินดีกว่ารูปแบบอื่น (วรรณนา และคณะ, 2558) ต่อมามีการประดิษฐ์อุปกรณ์พยางค์เท้าด้านใน และอุปกรณ์พยางค์สันเท้าชนิดทำจากซิลิโคนโดยการพิมพ์เท้าผู้ป่วยแล้วหล่อแบบด้วยซิลิโคนที่มีค่าความแข็ง 23° shore A แล้วให้ผู้ป่วยใส่เดินเพื่อวัดแรงกดฝ่าเท้าด้วยเครื่อง digital foot scan (FSA Insole®) เปรียบเทียบแรงกดได้ส้นเท้าก่อนและหลังใส่อุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด ผลที่ได้พบว่า อุปกรณ์พยางค์เท้าด้านในสามารถลดแรงกดได้มากกว่าอุปกรณ์พยางค์สันเท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ภายหลังการใช้อุปกรณ์ 2 สัปดาห์พบว่าอุปกรณ์เกือบทั้งหมดมีสภาพดีพอ ๆ เดิม โดยระดับความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการใช้อุปกรณ์พยางค์ทั้งสองประเภทโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และไม่พบภาวะแทรกซ้อนจากการใช้อุปกรณ์พยางค์ทั้ง 2 ประเภท (อนล และสันติ, 2559) นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาเชือกช่วยพยุงตัวในการออกกำลังกายและการฝึกเดินเพื่อนำไปใช้กับเด็กสมองพิการที่มีปัญหาในการเดินและการทรงตัว โดยในการพัฒนาเครื่องมือประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ 1) การกำหนดคุณลักษณะของเชือกช่วยพยุงตัวจากปัญหาที่พบในเด็กสมองพิการ 2) การออกแบบเครื่องมือ 3) การสร้างและติดตั้งเครื่องมือ และ 4) การตรวจสอบและประเมินผลเครื่องมือ จากการทดสอบใช้งานเครื่องมือพบว่า อาสาสมัครเดินได้ตามปกติและเครื่องมือสามารถรับน้ำหนักตัวของอาสาสมัครได้ในขณะที่ย่อตัวลงนั่งโดยไม่มีการเลื่อนหลุด และไม่ผลอันตรายเกิดขึ้น (สรายุจิต และคณะ, 2564) อีกไม่นานได้มีการศึกษาปัจจัยการเลือกใช้อุปกรณ์ช่วยเดินที่เหมาะสมซึ่งขึ้นแรกควรพิจารณาถึงความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการใช้แขนข้างเดียวหรือทั้งสองข้างในการช่วยพยุงการทรงตัวและช่วยในการลงน้ำหนัก หากต้องการใช้เพียงแขนข้างเดียวในการช่วยพยุงการทรงตัวและลงน้ำหนัก ไม่เท่าถือว่ามีความเหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ใช้ แต่หากผู้ใช้ต้องการใช้แขนทั้งสองข้างในการช่วยพยุงการทรงตัวและลงน้ำหนัก ควรเลือกใช้โครงเหล็กช่วยเดินหรือไม่ค้ำยัน ทั้งนี้การเลือกอุปกรณ์ช่วยเดินให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละคน ควรคำนึงถึงลักษณะความผิดปกติ ระดับการรับรู้ สมรรถภาพทางกาย สภาวะแวดล้อม ความสามารถในการตัดสินใจ การมองเห็น และความแข็งแรงของร่างกายส่วนบน (พุทธิพงษ์, 2556) และได้พัฒนาอุปกรณ์ช่วยพยุงตัวสำหรับผู้สูงอายุซึ่งจากการประเมินความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่ใช้เครื่องช่วยพยุงพบว่า ผู้สูงอายุสามารถเดินได้เร็วขึ้นกว่าปกติเนื่องจากผู้สูงอายุเกิดความมั่นใจมากขึ้นนอกจากนั้นเมื่อสามารถนั่งพักระหว่างการเดินทาง ทำให้ผู้สูงอายุสามารถเดินได้ในระยะทางเพิ่มขึ้นจากเดิม (พรพรรณ, 2560)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยพยุงสัตว์ที่มีขนาดใหญ่อย่างเช่นช้างเลย โดยในปัจจุบันได้อาศัยเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ เช่น รถแบคโฮในการช่วยพยุงช้างซึ่งมักพบปัญหาด้านเวลาและความคล่องตัวในการเข้าพื้นที่เพื่อช่วยเหลือ โดยขั้นตอนที่สำคัญก่อนการรักษาช้างคือการนำตัวช้างออกจากจุดเกิดเหตุเพื่อให้การปฐมพยาบาลช้างเบื้องต้นในการนำตัวช้างออกจากจุดเกิดเหตุต้องอาศัย การดึง การลาก การยก และการพยุงช้างให้ยืนขึ้น ซึ่งต้องแข่งกับเวลา จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่ได้สร้างนวัตกรรมระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บที่สะดวกและรวดเร็วในการเข้าช่วยเหลือช้างซึ่งสามารถดึง ลาก ยก และพยุงช้างให้ยืนเพื่อรับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ทฤษฎีในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักช้างไทยเต็มวัยเท่ากับ 49 kN ความสูงของระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนเท่ากับ 350 cm ซึ่งสูงกว่าความสูงเฉลี่ยของตัวช้าง 50 cm และเส้นรอบอกเท่ากับ 400 cm โดยทั่วไปของการออกแบบระบบพยุงพิจารณาค่าน้ำหนักพยุงเท่ากับ 30% ของน้ำหนักตัว (วรรัตน์, 2559) ซึ่งในกรณีน้ำหนักพยุงช้างบาดเจ็บนี้มีค่าเท่ากับ 14.7 kN สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแข็งแรงของระบบพยุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บมีดังนี้

ความเค้น คือ แรงหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ ความเค้นดึง ความเค้นกด และความเค้นเฉือน ดังสมการที่ (1), (2) และ (3) ตามลำดับ

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

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad (2)$$

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3)$$

โดยที่	σ_t	คือ ความเค้นดึง (N/mm ²)
	σ_c	คือ ความเค้นอัด (N/mm ²)
	τ	คือ ความเค้นเฉือน (N/mm ²)
	F	คือ แรงที่กระทำกับพื้นที่หน้าตัดที่รับแรง (N)
	A	คือ พื้นที่หน้าตัดที่รับแรง (mm ²)

ความเค้นดัด ใช้สำหรับพิจารณาชิ้นส่วนของเครื่องพยุงช้างที่รับแรงในแนวตั้งลักษณะเช่นเดียวกับคานทั่วไป ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการออกแบบ ความเค้นดัดสูงสุดเกิดที่ผิวนอกสุด ณ ตำแหน่งที่เกิดโมเมนต์ดัด ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

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

โดยที่	σ_b	คือ ความเค้นดัด (N/mm ²)
	M	คือ โมเมนต์ดัด (N·mm)
	c	คือ ระยะจากแกนสะเทิน (mm)
	I	คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ (mm ⁴)

รอก (Pulley) เป็นอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกหรือผ่อนแรง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ที่สามารถช่วยผ่อนแรงได้ 2 เท่าของน้ำหนักที่ต้องการยก ดังสมการ

$$T = \frac{W}{2} \quad (5)$$

โดยที่	T	คือ แรงดึงในเส้นลวดสลิง (N)
	W	คือ แรงยกน้ำหนัก (N)

ค่าความปลอดภัย (SF) คือ อัตราส่วนระหว่างความเค้นสูงสุดของวัสดุที่รับได้ต่อความเค้นใช้งาน หาได้ดังสมการ

$$SF = \text{Ultimate strength} / \text{Working stress} \quad (6)$$

ค่าความเสถียรภาพของระบบ (N) คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักยกสูงสุดของระบบต่อน้ำหนักพุงใช้งาน หาได้ดังสมการ

$$N = \text{น้ำหนักยกสูงสุดของระบบ} / \text{น้ำหนักพุงใช้งาน} \quad (7)$$

อุปกรณ์การทดลองและวิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการช่วยเหลือช้างที่บาดเจ็บ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันยังคงอาศัยรถแบ็กโฮและเชือกในการดึงและพุงช้างออกจากจุดเกิดเหตุซึ่งการเข้าช่วยเหลือต้องแข่งกับเวลานอกจากนั้นช้างอาจได้รับบาดเจ็บเพิ่มเติมจากการดึงของเส้นเชือกเพื่อนำช้างออกจากจุดเกิดเหตุอาจต้องมีการบวกรถดึง ยก และพุงตัวช้างให้ยืนขึ้นเพื่อรับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นก่อนเคลื่อนย้ายไปรักษาต่อไป จากข้อมูลทางกายภาพของช้างไทยโตเต็มวัย อายุ 15-99 ปี สุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ จำนวน 28 เชือก แบ่งเป็นเพศผู้ 15 เชือก และเพศเมีย 13 เชือก เป็นช้างเลี้ยงของศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 14.4-43.9 kN ความสูงตั้งแต่ 175-277 cm และมีเส้นรอบอกเท่ากับ 270-390 cm



(ก) การวัดความสูง



(ข) การวัดรอบอก

รูปที่ 1 การวัดความสูงและเส้นรอบอกของช้าง (วาริชภัทร, 2563)

สำหรับระบบพุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บที่ได้ทำการสร้างนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ช่วยยกพุงช้างที่ไม่สามารถลุกขึ้นได้ด้วยตัวเอง จำเป็นจะต้องมีการช่วยให้สามารถลุกขึ้นได้ โดยระบบพุงช้างนี้มีลักษณะเป็นรถที่มี 3 ล้อ ล้อหน้ามีขนาดเล็กกว่าล้อคู่หลังที่รับน้ำหนัก สามารถหมุนและพับเก็บได้ในขณะลากด้วยรถกระบะทั่วไป ตัวโครงรถทำจากเหล็กสามารถยกแขนสำหรับใช้พุงได้ด้วยกระบะไฮดรอลิคแบบใช้คันโยกที่ระดับความสูงยก 2.5 และ 3.5 m พร้อมกับติดตั้งชุดก้านสลิงไฟฟ้า (Electric winch) หรือ รอกก้านสลิงไฟฟ้าที่มีความสามารถในการลากดึงสูงสุด 12,000 ปอนด์ (52.9 kN) ปลายแขนยกมีตะขอสำหรับยกด้วยลวดสลิงและรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ช่วยให้ทุ่นแรงได้ 2 เท่า การใช้งานง่ายเพียงกดปุ่มรีโมทเพื่อยกวัตถุโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงการติดตั้งระบบลากกระบะพุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บด้วยรถกระบะเพื่อเข้าไปยังพื้นที่เกิดเหตุ ในการใช้เคลื่อนย้ายนี้จำเป็นต้องยกล้อหน้าของระบบพุงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บขึ้นในขณะที่ทำการลากจูงเพื่อไม่ให้เกิดการสะบัดโดยสามารถทำความเร็วในการเคลื่อนที่ได้สูงสุด 60 km/hr



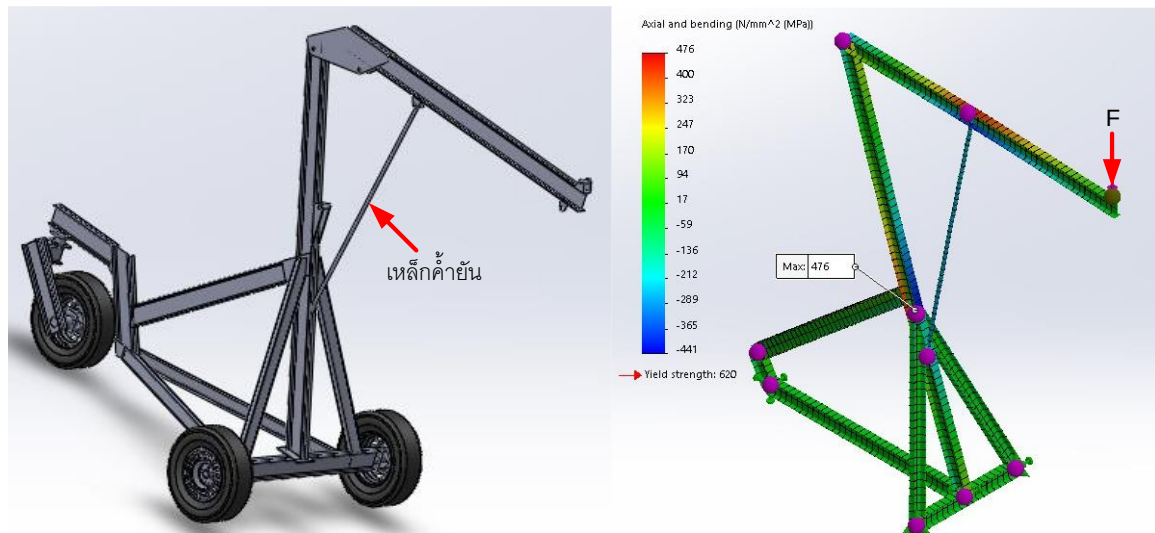
รูปที่ 2 ระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บ

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

ผลการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย การออกแบบความแข็งแรงของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ขนาดของชิ้นส่วน และส่วนที่สองคือการทดสอบความเสถียรภาพของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บในห้องปฏิบัติการซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การออกแบบความแข็งแรงของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3 แสดงผลการจำลองความแข็งแรงของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ โครงรถและชุดแขนยกทำจากเหล็กไวด์แฟรงค์ (Wide flange) มีค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุรับได้ 620 N/mm^2 ขนาดหน้าตัด $150 \times 75 \text{ mm}$ ชุดแขนยกยาว $2,700 \text{ mm}$ เหล็กค้ำยันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 mm ยาว $1,700 \text{ mm}$ ในขณะที่จุดหมุนบนแขนยกและเหล็กค้ำยันใช้สลักเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 mm ซึ่งรับแรงเฉือนแบบคู่ ผลจากการคำนวณความแข็งแรงด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์พบว่าชิ้นส่วนของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บจะเกิดความเสียหายบนชุดแขนยกบริเวณตำแหน่งรอยต่อกับฐานและบริเวณจุดที่เหล็กค้ำยันก่อนชิ้นส่วนอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเกิดค่าความเค้นเท่ากับ 476 N/mm^2 ภายใต้น้ำหนักกระทำขนาด (F) 24.5 kN ซึ่งมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 1.30 นอกจากนั้นเมื่อทำการคำนวณภายใต้น้ำหนักตั้งแต่ 14.7 ถึง 29.4 kN พบว่า ค่าความปลอดภัยของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บจะมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่กระทำดังแสดงในตารางที่ 1 โดยพบว่า ระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับช้างบาดเจ็บนี้สามารถรองรับน้ำหนักใช้งานได้สูงสุดเท่ากับ 24.5 kN โดยมีค่าความปลอดภัยเท่ากับ 1.30



รูปที่ 3 การจำลองความแข็งแรงของระบบพวงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช่วงบาดเจ็บด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ภายใต้ น้ำหนัก (F) เท่ากับ 24.5 kN

ตารางที่ 1 ผลการจำลองความแข็งแรงชิ้นส่วนระบบพวงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช่วงบาดเจ็บด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

น้ำหนัก, F (kN)	ความเค้นใช้งาน (N/mm ²)	ค่าความปลอดภัย, SF (-)
14.7	286	2.17
19.6	381	1.63
24.5	476	1.30
29.4	571	1.08



รูปที่ 4 การทดสอบระบบพวงน้ำหนักบางส่วนสำหรับช่วงบาดเจ็บในห้องปฏิบัติการ

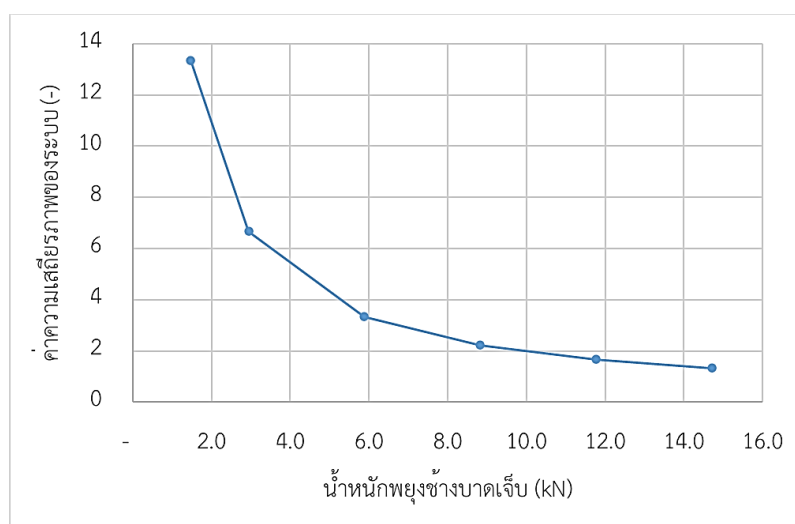
การทดสอบความเสถียรภาพของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บในห้องปฏิบัติการ

สำหรับรูปที่ 4 แสดงการทดสอบระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บในห้องปฏิบัติการ ได้จำลองยกมวลทดสอบแทนน้ำหนักตัวข้าง น้ำหนักทดสอบมีค่าเท่ากับ 4.9, 9.8, 14.7, 19.6, 24.5 และ 29.4 kN ตามลำดับ ตำแหน่งของน้ำหนักทดสอบมีระยะห่างจากเพลาท้ายของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บเท่ากับ 2 m และทดสอบที่ระยะความสูงยกเท่ากับ 3.5 m ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่า ระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บนี้สามารถยกน้ำหนักทดสอบได้สูงสุดเท่ากับ 19.6 kN เมื่อทำการเพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็น 24.5 kN ผลที่ได้พบว่า ชุดล้อด้านหน้าของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บลอยขึ้นเหนือพื้นเล็กน้อย (ขณะทำการทดสอบระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บถูกติดตั้งกับชุดลากจูงของรถกระบะ) เมื่อทำการเพิ่มมวลทดสอบเป็น 29.4 kN พบว่า ชุดหางลากมีการรับแรงยกเพิ่มขึ้นและอาจเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นผลการยกน้ำหนักของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บนี้ได้สูงสุดเท่ากับ 19.6 kN โดยไม่เสียเสถียรภาพของระบบ

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดค่าความเสถียรภาพของระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บ โดยพิจารณาจากน้ำหนักข้างบาดเจ็บตั้งแต่ 4.9 ถึง 49.1 kN น้ำหนักพยุ่งซึ่งคิดเป็น 30% ของน้ำหนักข้างบาดเจ็บ จะมีค่าเท่ากับ 1.5 ถึง 14.7 kN จะได้ค่าความเสถียรภาพของระบบ (N) ซึ่งคิดจากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักยกสูงสุดของระบบ (19.6 kN) ต่อน้ำหนักพยุ่งใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนั้นในรูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสถียรภาพของระบบกับน้ำหนักพยุ่งข้างบาดเจ็บ เมื่อนำระบบพยุ่งน้ำหนักรบบบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บไปใช้งานกับข้างบาดเจ็บจริงพบว่า ระบบนี้จะมีค่าความเสถียรภาพเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักของข้างบาดเจ็บที่ลดลง โดยระบบพยุ่งน้ำหนักรบบบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บนี้สามารถนำไปใช้ได้กับข้างที่มีน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 49.1 kN มีค่าความเสถียรภาพ (N) เท่ากับ 1.33

ตารางที่ 2 แสดงค่าน้ำหนักพยุ่งและค่าความเสถียรภาพของระบบ

น้ำหนักข้างบาดเจ็บ (kN)	น้ำหนักพยุ่ง 30% ของน้ำหนักข้าง (kN)	ค่าความเสถียรภาพของระบบ (-)
4.9	1.5	13.33
9.8	2.9	6.67
19.6	5.9	3.33
29.4	8.8	2.22
39.2	11.8	1.67
49.1	14.7	1.33



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสถียรภาพของระบบกับน้ำหนักพยุ่งข้างบาดเจ็บ

บทสรุป

ในการออกแบบระบบพยุ่งน้ำหนักบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บด้วยรถกระบะนี้มีเป้าหมายเพื่อให้การช่วยเหลือข้างที่ได้รับบาดเจ็บอย่างรวดเร็วและปลอดภัย ขั้นตอนแรกของการช่วยเหลือคือต้องช่วยยกพยุ่งข้างที่ไม่สามารถลุกขึ้นได้ด้วยตัวเอง ในการช่วยเหลือเบื้องต้นอาจต้องมีการดึง/ลากตัวข้างออกจากที่เกิดเหตุ ซึ่งระบบพยุ่งน้ำหนักร่างบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บมีชุดกว้านสลิงไฟฟ้าที่มีความยาวสลิง 26 m มีความสามารถดึงได้สูงสุด 52.9 kN สำหรับการออกแบบด้านความแข็งแรงของระบบพยุ่งน้ำหนักร่างบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บพบว่า สามารถรองรับน้ำหนักใช้งานได้สูงสุดเท่ากับ 24.5 kN โดยมีค่าความปลอดภัย (SF) เท่ากับ 1.30 ในขณะที่การใช้งานของระบบพยุ่งน้ำหนักร่างบางส่วนสำหรับข้างบาดเจ็บนี้สามารถยกน้ำหนักได้สูงสุดเท่ากับ 19.6 kN ที่ความสูงยก 3.5 m สามารถนำไปใช้ช่วยพยุ่งข้างบาดเจ็บที่มีน้ำหนักสูงสุด 49.1 kN ภายใต้แรงช่วยพยุ่งน้ำหนักร่างบางส่วนเท่ากับ 14.7 kN (30% ของน้ำหนักตัวข้าง) จะมีค่าความเสถียรภาพ (N) เท่ากับ 1.33

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินกองทุนเพื่อการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ครุภัณฑ์ เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ข่าวสด. (2565). นำสงสาร! รถชนข้างคว่ำ 'ปู่คำ' บาดเจ็บ ขยับตัวแทบไม่ได้. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2566.
https://www.khaosod.co.th/around-thailand/news_7248753
- ไทยรัฐออนไลน์. (2561). ย้ายลูกข้างเข้ารักษาตัว รพ.สนาม อช.กุยบุรี คาดใช้เวลา 3 เดือน. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565.
<https://www.thairath.co.th/news/local/central/1450273>
- ไทยพีบีเอส. (2560). เปิดนาทีชีวิตช่วย "ข้างป่า" ตกคลองชมพู 26 ชั่วโมง. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565.
<https://www.thaipbs.or.th/news/content/267028>
- ไทยพีบีเอส. (2564). 7 วันรู้ผล "พลายยันหว่าง" ข้างป่าตาย สงสัยให้ยาเกินขนาด. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565.
<https://www.thaipbs.or.th/news/content/300673>
- ไทยพีบีเอส. (2565). นาที่ชีวิต ช่วยข้างป่า "แม่-ลูก" ตกห้วยระบายน้ำ ลึก 2 เมตร. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2566.
<https://www.thaipbs.or.th/news/content/317479>
- พุทธพงษ์ พลคำฮัก. (2556). อุปกรณ์ช่วยเดิน. วารสารศรีนครินทร์เวชสาร. 28(4): 583-588.
- พรพรรณ เครืออนุรัตน์. (2560). การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยพยุ่งสำหรับผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรตม์ สิทธิเหล่าถาวร. (2559). การออกแบบโครงช่วยฝึกเดินที่มีระบบพยุ่งน้ำหนักร่างบางส่วนสำหรับผู้ที่มีปัญหาการเคลื่อนไหวด้านการเดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วรรณนา สุริยาสถาพร, วินา จูเปีย, อติกันต์ ทองทา, เกรียงไกร ทองก้อน, กณวีร์ วาฤทธิ์ และเทอดชัย ชีวะเกต. (2558). ขาเทียมสำหรับสุนัข. วารสารเชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 13(3): 139-146.
- วริชภัทร จำเริญ. (2563). การพัฒนาสมการถดถอยเพื่อประมาณน้ำหนักของช้างเอเชียโดยใช้การวิเคราะห์ภาพถ่ายดิจิทัล. วิทยานิพนธ์ปริญญาสัตวแพทยศาสตรบัณฑิต คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์ประสานการปฏิบัติที่ 4 กอ.รมน. (2565). เอาใจช่วย! ช้างป่าใจสู้ “บุญรอด” บาดเจ็บสาหัส. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2566. <https://4occ.isoc.go.th/04news/?p=7679>.

สมาคมสหพันธ์ช้างไทย. (2566). ช่วยเหลือช้างสีดอทองหล่อ อายุ 63 ปี. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2566.

<https://www.thaielephantalliance.org/en/all-activity.html>

สรายุจิต แสนแก้ว, วนิดา ตรีปัญหา, ปิยะวรรณ ศรีสุรักษ์ และกรวรรณ โหม่งพุ่ม. (2564). การพัฒนาเชือกช่วยพยุงตัว สำหรับใช้ในการออกกำลังกายและการฝึกเดินในเด็กสมองพิการ. ใน การประชุมวิชาการเสนองานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22. 25 มีนาคม 2564. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 864-873.

อนล สถาพรสถิต และสันติ อัสวพลังชัย. (2559). ผลของการใส่อุปกรณ์พยุงอุ้งเท้าด้านในและอุปกรณ์พยุงสันเท้าชนิดทำจากซิลิโคนต่อแรงกดใต้สันเท้า. วารสารเวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร. 26(3): 98-103.