การศึกษาอุปกรณ์เสริมด้วยมอเตอร์สำหรับลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ ด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม

อรุณรักษ์ ตันพานิช[1] ณัฐชา สาระมาศ[2] ประชิต พรหมสุวรรณ[3] และ อรสา มั่งสกุล[4]
[1]คอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[2]การบัญชี วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[3]ช่างยนต์ วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[4]ผู้ช่วยนักวิจัย
อีเมล [1]aroonrak.t@rmutsv.ac.th

วันที่ได้รับต้นฉบับบทความ: *04 สิงหาคม 2563*
วันที่แก้ไขปรับปรุงบทความ: *02 พฤศจิกายน 2565*
วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ: *09 พฤศจิกายน 2565*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบวัสดุและอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ 2) เพื่อวิเคราะห์อุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม และ 3) เพื่อประเมินความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ กลุ่มตัวอย่างคือคนพิการทางการเคลื่อนไหว ณ ศูนย์ผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการ จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลประเมินความต้องการจำเป็น ($PNI_{Modified}$) ผลการวิจัยพบว่า วัสดุที่นำมาประดิษฐ์ต้นแบบอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการควรใช้เหล็กเนื่องจากมีราคาถูก มีความแข็งแรง และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่ามากกว่าการใช้อลูมิเนียม การนำระบบมอเตอร์และเบรกไฟฟ้ามาใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการช่วยให้คนพิการสามารถทำกิจกรรมหรือเดินทางได้ด้วยตนเองอย่างมีอย่างอิสระ คนพิการสามารถประกอบและถอดอุปกรณ์ลากจูงกับรถเข็นนั่งคนพิการได้ง่าย ใช้งานได้สองระบบคือขับเคลื่อนด้วยกำลังแขนและขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์พลังงานไฟฟ้า วัสดุลากจูงเป็นโครงสร้างเหล็กเป็นวัสดุทดแทนที่สามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายเพื่อเป็นอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อให้คนพิการสามารถเดินทางได้ด้วยตนเองอย่างมีเสรีภาพสำหรับทำกิจกรรมด้วยตนเอง

คำสำคัญ รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ การออกแบบและพัฒนา ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม

The Study of Motorized Accessories for Towing Wheelchair with Innovative Problem-Solving Theory

Aroonrak Tunpanit[1], Natcha Saramas[2], Prachit Promsuwan[3], and Orasa Mangsakul[4]

[1]Business Computer Program, Rattaphum Collage, Rajamangala University of Technology Srivijaya, [2]Accounting Program, Rattaphum Collage, Rajamangala University of Technology Srivijaya, and [3]Mechanic Power Technology, Rattaphum Collage, Rajamangala University of Technology Srivijaya, and [4]Research Assistant

E-mail: [1]aroonrak.t@rmutsv.ac.th

Received: *August 04, 2020*

Revised: *November 02, 2022*

Accepted: *November 09, 2022*

Abstract

The objectives of this research were 1) to compare materials and accessories towing wheelchairs for the disabled, 2) to analyze wheelchairs for the disabled using innovative problem- solving theory, and 3) to assess the needs and necessities for wheelchair towing accessories for people with disabilities. The sample consisted of 30 people with mobility disabilities at the Center Production of Assistive Devices, Songkhla Province. The statistics used in the data analysis were mean, percentage, standard deviation and the Needs Assessment (PNI Modified). The results showed that the material used to create prototypes of wheelchair accessories for people with disabilities should be steel because it is cheaper, stronger, and more durable than aluminum. The use of motor systems and electric brake to drive wheelchair accessories allows people with disabilities to do activities and travel independents. The method of use can be disassembling the towing device and assembled with a wheelchair. The steel structure is used as a substitute material that can be easily serviced as a prototype equipment for the mobility disabilities who can travel independently for self-activity

Keywords: Wheelchair, Design and Development, Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาด้านสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจเป็นประเด็นที่สำคัญสำหรับผู้พิการทางการเคลื่อนไหวและครอบครัว อีกทั้งเพิ่มค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล โดยคนพิการทางการเคลื่อนไหวในกลุ่มที่ขาดสมดุลการควบคุมระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ หรือมีการเคลื่อนไหวบกพร่องเป็นกลุ่มที่เข้ารับการรักษาพยาบาลเพื่อดูแลรักษาปัญหาสุขภาพเพิ่มขึ้น จากสถิติของกรมส่งเสริมพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ ปีพุทธศักราช 2560 จำนวนคนพิการที่มีบัตรประจำตัวมีจำนวน 1,756,849 คน คิดเป็นร้อยละ 2.66 ของประชากรทั้งประเทศ เป็นเพศชาย จำนวน 928,594 คน คิดเป็นร้อยละ 52.86 ซึ่งเป็นผู้พิการทางการเคลื่อนไหวที่ใช้รถเข็นนั่ง จำนวน 61,944 คน (Jongkol, 2018)

ซึ่งอนุสัญญาว่าด้วยสิทธิของคนพิการ หมวด 20 เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของคนพิการได้ระบุไว้ว่าผู้พิการควรเคลื่อนที่ได้อย่างเป็นอิสระมากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ด้วยตนเองหรือมีสมาชิกครอบครัวช่วยเหลือ และควรปรับสภาพแวดล้อมหรือสิ่งอำนวยความสะดวดที่เหมาะสมให้แก่ผู้ใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ (Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute, 2017) สอดคล้องกับองค์การสหประชาชาติได้กำหนดกฎ Standard Rules on the Equalization of Opportunities for Persons with Disabilities, the Convention on the Rights of Persons with Disabilities and World Health Assembly resolution WHA58.23 ซึ่งเกี่ยวข้องกับคนพิการในการป้องกันและฟื้นฟูสมรรถภาพ ให้ความสำคัญกับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการและอุปกรณ์ช่วยต่าง ๆ (The United Nations Convention on the Rights of Persons with a Disability [UNCRPD], 2008) โดยรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการมีรูปแบบการใช้งานที่หลากหลาย ได้แก่ รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการระบบไฟฟ้า และรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังแขน (Janssen, Oers, Woude, & Hollander, 1994) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับช่วยเหลือคนพิการทางกล้ามเนื้อให้มีการเคลื่อนไหวออกกำลังแขน เพื่อดำรงชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ช่วยฟื้นฟูร่างกายและจิตใจของผู้พิการและคนในครอบครัวได้

จากเหตุผลดังกล่าวศูนย์ผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการ จังหวัดสงขลาบูรณาการกับสมาคมคนพิการจังหวัดสงขลา ให้ความสำคัญเพื่อผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยเหลือคนพิการตอบสนองต่อนโยบายของจังหวัดสงขลา (SamilaTime, 2020) ดังนั้นอุปกรณ์เสริมสำหรับลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้คนพิการสามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างอิสระ เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของคนพิการในการเข้าร่วมในการกิจกรรมการต่าง ๆ ในสังคมและดำรงชีวิตประจำวันหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมได้อย่างปกติ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัย แนวคิดทฤษฎีแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์คิดค้นและสร้างนวัตกรรม (Theory of Inventive Problem Solving: TRIZ) เพื่อคัดเลือกคุณสมบัติที่มีประโยชน์ ลดความสิ้นเปลืองที่เป็นโทษ สังเคราะห์วิธีการพัฒนาที่เหมาะสม รวมถึงประเมินความต้องการจำเป็นจากคนพิการ เป็นแนวทางใน

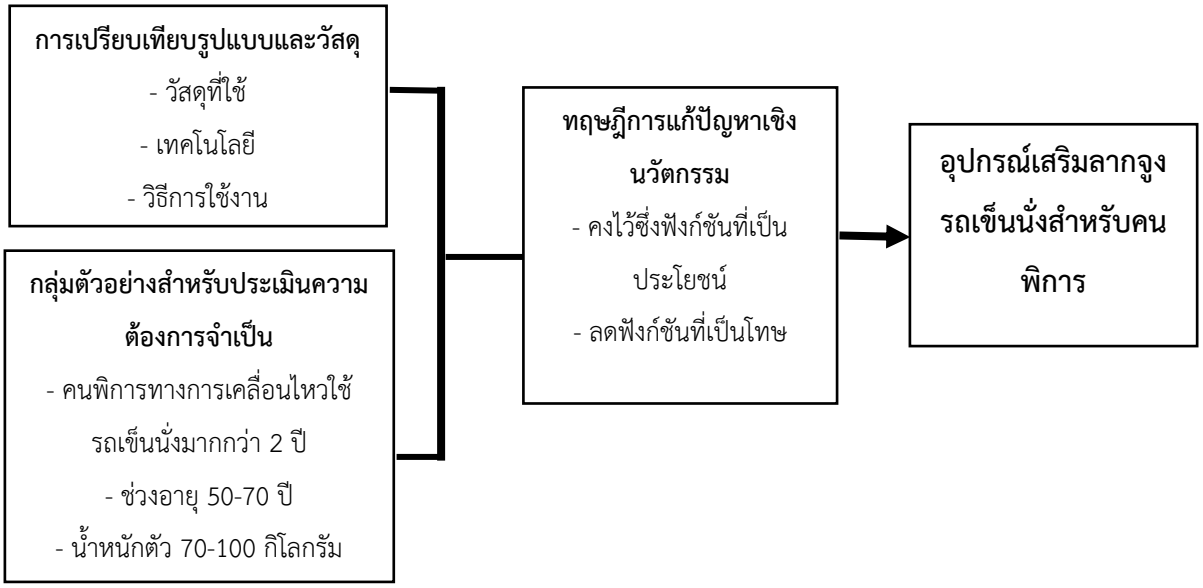
การพัฒนาอุปกรณ์เสริมด้วยมอเตอร์สำหรับลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนไหวเมื่ออยู่เพียงลำพังให้สามารถทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง (Verasirivuttana & Keatchum, 2013) ลดความเหนื่อยล้าของร่างกาย ลดความเครียดทางกายภาพ และอาการบาดเจ็บ โดยเป็นอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับใช้ในการเสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ และเลือกใช้วัสดุทดแทนเพื่อลดต้นทุนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างรถเข็นนั่งคนพิการ และใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อช่วยให้กำลังในการขับเคลื่อนรถเข็นนั่งคนพิการ ให้ผู้พิการได้มีเทคโนโลยีทางเลือกที่สอดคล้องกับความต้องการต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบวัสดุและอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ
2. เพื่อวิเคราะห์อุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม
3. เพื่อประเมินความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม เป็นกระบวนการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบและวัสดุสำหรับพัฒนาอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการโดยวิธีการสำรวจความต้องการจากคนพิการทางการเคลื่อนไหวที่ได้บันทึกประวัติ ณ ศูนย์ผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการ จังหวัดสงขลา ซึ่งได้ใช้หลักการออกแบบประดิษฐ์กรรมด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม TRIZ (Benjaboonyasit, 2009) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์

1. ทฤษฎี TRIZ (Benjaboonyasit 2009) คือ หลักการคิดค้นและออกแบบประดิษฐ์กรรมสำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในทางอุตสาหกรรมให้มีฟังก์ชันการใช้งานสูงสุด ลดฟังก์ชันที่เป็นโทษอีกทั้งทรัพยากรที่ต้องใช้ (Resources) นั่นคือการเพิ่มความเป็นอุดมคติ (Ideality) ซึ่งมีข้อของความขัดแย้งทางเทคโนโลยี (Contradiction) ซึ่งทฤษฎี TRIZ เป็นเครื่องมือช่วยให้นักประดิษฐ์ประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาที่มีผู้คิดค้นหรือเคยประสบมาก่อนแล้วโดยใช้แนวทางแก้ปัญหา 39 ตัวแปร (The Altshuller's 39 Engineering Parameters) และการสร้างประดิษฐ์กรรม 40 หลักการ (40 Fundamental Inventive Principles) (Chachee, 2011) สำหรับเลือกรูปแบบที่ต้องการเปลี่ยนแปลงของบทความนี้คือ 5. พื้นที่วัตถุที่เคลื่อนที่และ 19. ใช้พลังงานกับวัตถุที่เคลื่อนที่

2. คนพิการทางการเคลื่อนไหว หมายถึง คนพิการที่มีความบกพร่องหรือความผิดปกติของการเคลื่อนไหวร่างกาย เช่น มือ แขน ขา หรือลำตัว ทำให้ไม่สามารถใช้ชีวิตประจำวันขั้นพื้นฐาน เช่น การรับประทานอาหาร การเคลื่อนย้ายลำตัว การนั่งเก้าอี้ การขึ้นและลงบันได การสวมใส่เสื้อผ้าได้ เป็นต้น ซึ่งสามารถจำแนกประเภทความพิการทางการเคลื่อนไหวเป็น 2 กลุ่มดังนี้ คือ คนพิการทางการเคลื่อนที่ (Ambulant Disabled People) และ คนพิการทางการเคลื่อนไหวที่ใช้รถเข็นนั่ง (Chair Bound People หรือ Wheelchair User) (Ananda, Oishee, Prasanna, & Subhasis, 2016)

3. รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ (Wheelchair) หมายถึง อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ด้วยล้อและมีที่นั่งสำหรับคนพิการทางการเคลื่อนไหว ซึ่งต้องการเคลื่อนไหวอย่างปลอดภัยในการดำรงชีวิต มี

ส่วนประกอบที่เหมาะสมกับการใช้งานทำให้สามารถช่วยเหลือตัวเองได้สะดวกยิ่งขึ้น (Sirindhorn National Medical Rehabilitation Centre, 2014)

4. อุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่ง หมายถึง อุปกรณ์เสริมสำหรับเพิ่มความคล่องตัว ซึ่งใช้โครงสร้างเหล็กสำหรับถอด-ประกอบ อุปกรณ์ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และมีเบรกเมื่อไม่ต้องการใช้งานได้ด้วยตนเอง ช่วยให้คนพิการทางการเคลื่อนไหวสามารถช่วยเหลือตนเองและเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พัฒนาต้นแบบอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการโดยวิเคราะห์จากทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม

2. ทราบความต้องการจำเป็นเกี่ยวกับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยทำการจำแนกเพื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการและรูปแบบการใช้งานที่มีคุณภาพ (Quality Function Deployment) โดยสำรวจความต้องการจากคนพิการทางการเคลื่อนไหวซึ่งกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มคนพิการทางการเคลื่อนไหวที่ได้บันทึกประวัติ ณ ศูนย์ผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการ จังหวัดสงขลา ใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการมากกว่า 2 ปี มีช่วงอายุตั้งแต่ 50-70 ปี และมีน้ำหนักตัวตั้งแต่ 70-100 กิโลกรัม จำนวน 30 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความต้องการและตารางเปรียบเทียบอุปกรณ์รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการจากงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวและแทนค่าในระบบการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรมเพื่อกำหนดฟังก์ชันที่มีประโยชน์ให้คงไว้และลดฟังก์ชันที่เป็นโทษ โดยมีกระบวนการศึกษาดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบวัสดุและอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์อุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม

ตอนที่ 3 การประเมินความต้องการจำเป็นอุปกรณ์เสริมลากจูงสำหรับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบวัสดุและอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

การศึกษาวัสดุและอุปกรณ์รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการจากเอกสารและงานวิจัย สำหรับการนำมาประยุกต์เลือกใช้วัสดุและเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มความคล่องตัว และรูปแบบในการใช้งานรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ รวมถึงเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ ดังตารางที่ 1

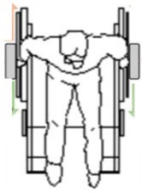
ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุและเทคโนโลยีการใช้งานรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

ชื่ออุปกรณ์	วัสดุที่ใช้	เทคโนโลยี/การใช้งาน	ภาพประกอบ	แหล่งที่มา
Auxiliary Mobility System for a Wheelchair	- โครงสร้างเหล็ก - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - ไม่ต้องดัดแปลงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ	- แรงดันมอเตอร์ 40 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 350 วัตต์ - การถอดประกอบ 2 ขั้นตอน - ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ - อุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับลากรถเข็นคนพิการ		(Castillo, 2018)
Motorized Apparatus for Towing a Wheelchair	- โครงสร้างเหล็ก - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - ไม่ต้องดัดแปลงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ	- แรงดันมอเตอร์ 24 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 350 วัตต์ - การถอดประกอบ 3 ขั้นตอน - ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ - อุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับลากรถเข็นคนพิการ		(Huang, 2006)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่ออุปกรณ์	วัสดุที่ใช้	เทคโนโลยี/การใช้งาน	ภาพประกอบ	แหล่งที่มา
Omnidirectional Assistive Wheelchair: Design and Control with Isometric Myoelectric Based Intention Classification	- โครงสร้างเหล็ก - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - แผงวงจรควบคุมด้วยโครงข่ายประสาทเทียม	- แรงดันมอเตอร์ 40 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 77 วัตต์ - ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ -ขับเคลื่อนด้วยมือและโครงข่ายประสาทเทียม -ขับเคลื่อนด้วยมือ		(Ananda, 2016)
Design and development of sola power-assisted manual/electric wheelchair	- โครงสร้างเหล็ก - โครงสร้างอลูมิเนียม - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - แบตเตอรี่เก็บพลังงานและแผงโซล่าเซล	- แรงดันมอเตอร์ 24 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 100 วัตต์ - การถอดประกอบ 3 ขั้นตอน - พลังงานแสงอาทิตย์ - ขับเคลื่อนด้วยมือ		(Chien, Huang, Liao, & Lee 2014)
การพัฒนารถเข็นคนพิการต้นทุนต่ำ	- โครงสร้างเหล็ก	- ขับเคลื่อนด้วยมือ		(Donluem & Nakthung, 2012)
ระบบควบคุมและตรวจสอบสถานะผู้นั่งรถเข็นไฟฟ้าแบบไร้สายสำหรับคนพิการและผู้สูงอายุ	- โครงสร้างเหล็ก - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - แผงวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์	- แรงดันมอเตอร์ 13 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 500 วัตต์ - ขับเคลื่อนด้วยแท่นควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า - ขับเคลื่อนด้วยมือ		(Kotesopa, 2012)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่ออุปกรณ์	วัสดุที่ใช้	เทคโนโลยี/การใช้งาน	ภาพประกอบ	แหล่งที่มา
การพัฒนาหุ่นยนต์วีลแชร์ควบคุมด้วยเสียงผ่านอุปกรณ์ไร้สาย	- โครงสร้างเหล็ก - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - แผงวงจรควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเสียง	- แรงดันมอเตอร์ 24 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 350 วัตต์ - ขับเคลื่อนด้วยระบบคำสั่งเสียงและมอเตอร์ไฟฟ้า - ขับเคลื่อนด้วยมือ		(Verasirivuttana,& Keatchum, 2013)
วิวแชร์พลังงาน 2 ระบบ	- โครงสร้างเหล็ก - ระบบเบรกไฟฟ้า - มอเตอร์ไฟฟ้า - แบตเตอรี่เก็บพลังงานและแผงโซล่าเซล	- แรงดันมอเตอร์ 24 โวลต์ - กำลังมอเตอร์ 350 วัตต์ - การถอดประกอบ 6 ขั้นตอน - พลังงานแสงอาทิตย์ - ขับเคลื่อนด้วยมือ		(Ruptean, & Mugcha, 2013)

จากตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุและเทคโนโลยีการใช้งานรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการทางการเคลื่อนไหวพบว่า สามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังแขน สามารถขับเคลื่อนด้วยตนเองหรือมีผู้คอยช่วยเหลือ 2) อุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการโดยใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถถอดประกอบและขับเคลื่อนด้วยตนเอง 3) รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการที่ขับเคลื่อนแบบ 2 ระบบ โดยขับเคลื่อนด้วยมือและระบบมอเตอร์ไฟฟ้า และ 4) รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยระบบทางกายภาพ (Cyber-Physical System) ใช้คำสั่งเสียงที่สั่งการทำงานด้วยสมอง ผลการศึกษาเปรียบเทียบพบว่า วัสดุโครงสร้างที่ผลิตจากเหล็กมีต้นทุนถูกกว่าอลูมิเนียม และมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับลากจูงรถเข็นนั่ง รวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าในอุปกรณ์ลากจูงเพื่อช่วยขับเคลื่อนรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการให้เคลื่อนที่ได้เร็วมากขึ้น โดยผู้พิการทางการเคลื่อนไหวสามารถช่วยเหลือตนเองในการถอดประกอบอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งคนพิการได้ง่าย และยังคงไว้สำหรับการใช้งานรถเข็นนั่งคนพิการที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังแขนและการใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อลากจูงรถเข็นนั่งคนพิการ โดยสิ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงคือความ

ปลอดภัยด้านการใช้งาน และให้คนพิการทางการเคลื่อนไหวสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระในการทำกิจกรรมของตนเอง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์อุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม

การวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการโดยพิจารณาความขัดแย้งของคุณสมบัติอุปกรณ์รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ โดยกำหนดคุณสมบัติหรือตัวแปรหนึ่งแล้วส่งผลกระทบอีกคุณสมบัติหนึ่งในทางตรงกันข้าม ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

2.1. ความขัดแย้งด้านการจัดการ

- คนพิการและคนสูงอายุควรเคลื่อนไหวด้วยตนเองให้มากขึ้นแต่รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการไม่ตอบสนองต่อความต้องการ
- สิทธิในการเข้าถึงการบริการทางสังคมแต่อารยสถาปัตย์ยังไม่เพียงพอที่จะรองรับ

2.2 ความขัดแย้งด้านเทคนิค

- ต้องการรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการที่ขนาดกะทัดรัด แต่แข็งแรง
- รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการมีความปลอดภัย แต่ต้องมีคนในครอบครัวดูแลอย่างใกล้ชิด

2.3 ความขัดแย้งด้านกายภาพ

- คนพิการและคนสูงอายุควรเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระมากขึ้นแต่ต้องใช้กำลังแขนมาก
- รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการรองต้องรับน้ำหนักตัวได้มาก แต่สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ได้อย่างสะดวก

ผลการวิเคราะห์ข้อจำกัดและความขัดแย้งกัน (Contradiction) ของตัวแปรต่าง ๆ ทั้ง 3 ด้าน ผู้วิจัยจึงใช้เลือกทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม โดยอาศัย 39 ตัวแปรของ Altshuller และการค้นหาวิธีแก้ปัญหา โดยอาศัย 40 หลักการพื้นฐานในการประดิษฐ์ ด้วยโปรแกรม TRIZ การแก้ปัญหาในการประดิษฐ์ ดังตารางในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแก้ไขความขัดแย้งโดยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม (TRIZ)

ผลกระทบที่ไม่ต้องการ (ความขัดแย้ง) / รูปแบบที่ต้องการเปลี่ยนแปลง	1. น้ำหนักของวัตถุเคลื่อนที่	**	5. พื้นที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่	...	19. พลังงานที่ใช้ไปกับวัตถุเคลื่อนที่	**	39. ผลิตผล
1. การแบ่งส่วน							
**							
6. ทำให้เอนกประสงค์					5 19		
**							
40. วัสดุผสม							

วิธีการแก้ปัญหาที่เสนอ
5. พื้นที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่
19. พลังงานที่ใช้ไปกับวัตถุที่เคลื่อนที่

จากตารางที่ 2 การแก้ไขความขัดแย้งโดยทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม (TRIZ) โดยยังคงไว้คือ ข้อที่ 1 การแบ่งส่วนของอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์เสริมสำหรับลากจูงสามารถประกอบกับรถเข็นนั่งคนพิการโดยไม่กระทบกับโครงสร้าง และข้อที่ 6 การใช้งานรถเข็นนั่งคนพิการมีความเอนกประสงค์เพิ่มรูปแบบการใช้งานให้สอดคล้องกับการทำกิจกรรมของผู้พิการเพื่อความคล่องตัว สามารถขับเคลื่อนด้วยกำลังแขนและระบบมอเตอร์ไฟฟ้า สำหรับผลกระทบที่ต้องการปรับปรุง (ความขัดแย้ง) ด้านนวัตกรรม 39 ตัวแปร (Chachee, 2011) สำหรับแก้ไขปัญหาด้วยปัจจัยทางเทคนิคซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วน สำหรับการออกแบบอุปกรณ์เสริมสำหรับลากจูงรถเข็นนั่งคนพิการ ดังต่อไปนี้

ข้อที่ 5 พื้นที่ของวัตถุเคลื่อนที่ โดยรถเข็นนั่งคนพิการเมื่อเพิ่มอุปกรณ์เสริมสำหรับลากจูงรถเข็นนั่งเพิ่มความยาวสำหรับการขับเคลื่อน ซึ่งผู้พิการจะต้องนั่งตัวตรงเพื่อควบคุมความเร็วและควบคุมทิศทาง ทำให้การใช้งานรถเข็นนั่งคนพิการมีความอิสระ สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตนเอง

ข้อที่ 19 พลังงานที่ใช้ไปกับวัตถุที่เคลื่อนที่ สำหรับรถเข็นนั่งคนพิการที่สามารถขยับรถเข็นเคลื่อนที่เองได้โดยใช้แขนทั้งสองข้างช่วยหมุนล้อ ซึ่งผู้พิการทางการเคลื่อนไหวสามารถออกกำลังแขนและเคลื่อนที่ช่วยเหลือตนเองได้แต่อาจมีข้อจำกัดในระยะทาง อาจส่งผลต่อการเมื่อยล้าและปวดกล้ามเนื้อหากเคลื่อนที่มากเกินไป ซึ่งแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อรองรับน้ำหนักตัวผู้ใช้รถเข็นนั่งคนพิการและน้ำหนักรถเข็นนั่ง ซึ่งเหมาะกับผู้พิการทางการเคลื่อนไหวที่สามารถช่วยเหลือตนเองและต้องการความคล่องตัวสำหรับการเคลื่อนที่สามารถบังคับทิศทางได้ด้วยตนเอง สามารถเคลื่อนที่ในระยะทางที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแหล่งพลังงานที่ใช้ทดแทน

จะต้องจัดเก็บพลังงานและนำกลับมาใช้เพื่อขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า ซึ่งสามารถลดภาระการพึ่งพิงดูแลและผู้พิการทางการเคลื่อนไหวมีอิสระเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 3 การประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

ในการประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความต้องการจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งกำหนดกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมตามความต้องการ โดยเป็นคำถามปลายปิดและปลายเปิดจำนวน 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามเป็นคำถามเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านวัสดุที่ใช้ 2) ด้านเทคโนโลยี และ 3) ด้านวิธีการใช้งาน ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลจากการประเมินความต้องการจำเป็น โดยอาศัยแบบการเรียงลำดับความสำคัญของข้อมูล Modified Priority Needs Index : $PNI_{Modified}$ ซึ่งปรับปรุงโดยนงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช (Vongvanit, 2007)

$$PNI_{Modified} = \frac{I-D}{D}$$

เมื่อ PNI หมายถึง ดัชนีลำดับความสำคัญต้องการจำเป็น

I หมายถึง ค่าเฉลี่ยของสภาพที่ควรจะเป็น

D หมายถึง ค่าเฉลี่ยของสภาพที่เป็นอยู่

ใช้ระดับการประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อให้เหมาะสมกับระดับความต้องการในการตอบและวิเคราะห์คำนวณ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าคะแนนแบบสอบถาม โดยใช้เกณฑ์เฉลี่ยในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง ความต้องการจำเป็นในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง ความต้องการจำเป็นในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง ความต้องการจำเป็นในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง ความต้องการจำเป็นในระดับน้อย

คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง ความต้องการจำเป็นในระดับน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามต้องผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 (Vorakum , 2013) และตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้วยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของครอนบาค (Cronbach, 1990) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.988 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้ โปรแกรม SPSS วิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าลำดับความต้องการ ($PNI_{Modified}$)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 3 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 30 คน

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	22	73.33
	หญิง	8	26.67
อายุ			
	51-60 ปี	7	23.33
	61-70 ปี	14	46.67
	มากกว่า 71 ปี	9	30.00
น้ำหนัก			
	75 - 80 กิโลกรัม	7	23.33
	81 – 85 กิโลกรัม	11	36.67
	86 - 90 กิโลกรัม	8	26.67
	91 - 100 กิโลกรัม	4	13.33
ระยะเวลาใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ			
	2 – 3 ปี	21	70.00
	มากกว่า 3 ปี	9	30.00
การใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ			
ใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยตนเอง		19	63.33
มีผู้ช่วยเหลือต้องได้รับการดูแล		11	36.67

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุระหว่าง 81 - 70 ปี จำนวน 14 คน ผู้ตอบแบบสอบถามมีน้ำหนักระหว่าง 81-85 กิโลกรัม จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67 ระยะเวลาที่ใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ 2-3 ปี จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70 คนพิการที่สามารถใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยเองได้ จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33

ส่วนที่ 2 ความต้องการจำเป็นสำหรับเป็นแนวทางการพัฒนาอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามสำหรับประเมินความจำในการใช้อุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวัสดุที่ใช้ ด้านเทคโนโลยี และด้านการใช้งาน ซึ่งได้เรียงลำดับความจำเป็นสูงสุดสำหรับนำไปพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 4 แบบประเมินความต้องการจำเป็น

ความต้องจำเป็นด้านต่าง ๆ	สภาพที่เป็นอยู่				สภาพที่ควรจะเป็น				PNI	ลำดับ
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ		
ด้านวัสดุที่ใช้										
1. วัสดุใช้ร่วมกับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการได้ไม่ต้องดัดแปลง	1.23	0.504	น้อยที่สุด	12	4.90	0.305	มากที่สุด	1	**2.97**	**1**
2. โครงสร้างแข็งแรงรับน้ำหนักได้จำนวนมาก	1.43	0.568	น้อยที่สุด	5	4.20	0.407	มาก	8	**1.93**	**8**
3. มีมอเตอร์ให้กำลังสำหรับขับเคลื่อน	1.37	0.556	น้อยที่สุด	11	4.40	0.498	มาก	6	**2.22**	**6**
4. มีระบบขับเคลื่อนและเบรคด้วยมอเตอร์	1.38	0.556	น้อยที่สุด	10	4.60	0.498	มากที่สุด	4	**2.37**	**3**
รวม	**1.35**	**.029**	น้อยที่สุด	-	**4.53**	**.092**	มากที่สุด	-	**2.37**	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ความต้องจำเป็นด้านต่าง ๆ	สภาพที่เป็นอยู่				สภาพที่ควรจะเป็น				PNI	ลำดับ
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ		
ด้านเทคโนโลยี										
5. มีแบตเตอร์รี่สำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้า	1.39	0.615	น้อยที่สุด	9	4.50	0.509	มากที่สุด	5	**2.29**	**5**
6. สามารถใช้แหล่งพลังงานสะอาดทดแทน	1.50	0.682	น้อย	4	4.10	0.305	มาก	9	**1.73**	**9**
7. สามารถสั่งการด้วยเสียงหรืออุปกรณ์ไร้สาย	1.60	0.814	น้อย	1	3.60	0.498	มาก	12	**1.25**	**12**
8. มีวงจรสำหรับการเรียนรู้และตัดสินใจโดยอัตโนมัติ	1.60	0.675	น้อย	2	3.80	0.407	มาก	11	**1.38**	**11**
รวม	**1.52**	**.084**	น้อย	-	**4.00**	**.095**	มาก	-	**1.66**	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ความต้องจำเป็นด้านต่าง ๆ	สภาพที่เป็นอยู่				สภาพที่ควรจะเป็น				PNI	ลำดับ
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	ลำดับ		
ด้านการใช้งาน										
9. มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับใช้ร่วมกับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ	1.40	0.563	น้อยที่สุด	7	4.80	0.407	มากที่สุด	2	**2.43**	**2**
10. ขับเคลื่อนรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยตนเองและระบบอื่น ๆ	1.40	0.498	น้อยที่สุด	8	4.70	0.466	มากที่สุด	3	**2.36**	**4**
11. สามารถถอดและติดตั้งอุปกรณ์เสริมได้อย่างรวดเร็ว	1.43	0.504	น้อยที่สุด	6	4.30	0.466	มาก	7	**2.00**	**7**
12. สามารถใช้วัสดุทดแทนเมื่อเสื่อมสภาพ	1.53	0.681	น้อย	3	3.97	0.183	มาก	10	**1.59**	**10**
รวม	**1.44**	**.085**	น้อยที่สุด	-	**4.44**	**.135**	มาก	-	**2.09**	-
รวมทั้งสิ้น	**1.44**	**.095**	น้อยที่สุด	-	**4.32**	**.101**	มาก	-	**2.04**	-

จากตารางผลประเมินความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ เพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ โดยภาพรวมสภาพที่เป็นอยู่ อยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$ = 1.44, S.D. = .095) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านเทคโนโลยีอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}$ = 1.52, S.D. = .084) ด้านวัสดุที่ใช้อยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$ = 1.35, S.D. = .029) และด้านการใช้งานอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$ = 1.44, S.D. = .085) ตามลำดับ สภาพที่ควรจะเป็น โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.32, S.D. = .101) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ต้องการจำเป็นด้านวัสดุมีอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = .092) ด้านการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44,

S.D. = .135) และด้านเทคโนโลยีอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = .095) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าดัชนีลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็น (PNI) ที่มีค่ามากที่สุด คือวัสดุใช้ร่วมกับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการได้โดยไม่ต้องดัดแปลงรถเข็นนั่ง จำเป็นมากที่สุด (PNI = 2.97) ซึ่งไม่ส่งผลกรต่อโครงสร้างรถเข็นนั่งคนพิการหรือมีการดัดแปลงใด ๆ ซึ่งการมีอุปกรณ์เสริมเพื่อประกอบกับรถเข็นนั่งเพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการใช้งานให้เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวร่างกายโดยขับเคลื่อนด้วยกำลังแขน หรือสามารถขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์ให้เหมาะสมตามพฤติกรรมการใช้งาน รองลงมาควรมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับใช้ร่วมกับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ (PNI = 2.43) สามารถมีระบบขับเคลื่อนและเบรคด้วยมอเตอร์ (PNI = 2.37) ที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมด้านการใช้งานเช่นทางลาดชัน พื้นผิวขรุขระหรือพื้นที่แคบโดยผู้พิการทางการเคลื่อนไหวสามารถช่วยเหลือตนเองและสามารถขับเคลื่อนรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยตนเองได้ (PNI = 2.36) ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถควบคุมระดับความเร็วโดยคำนึงถึงความปลอดภัยด้านการใช้งานสำหรับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้านวัสดุและด้านการใช้งานสามารถแบ่งจำแนกเป็นรายข้อดังต่อไปนี้

1. เพิ่มอุปกรณ์เสริมสำหรับรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการเพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยไม่ดัดแปลงรถเข็นนั่งคนพิการใด ๆ
2. ควรเลือกใช้โครงสร้างเหล็กที่มีความแข็งแรงและราคาถูกกว่าอลูมิเนียม โดยเน้นหลักการออกแบบสำหรับโครงสร้างที่เป็นส่วนประกกอบสำหรับลากจูงรถเข็นนั่งคนพิการ
3. การใช้งานรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการสามารถขับเคลื่อนได้แบบ 2 ระบบ คือด้วยกำลังแขนและกำลังมอเตอร์
4. การถอดประกอบอุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งควรใช้แกนปลดเร็ว สะดวกแก่การถอดประกอบได้ด้วยตนเอง
5. สามารถประยุกต์มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนกำลัง 250 วัตต์ ขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของคนพิการทางการเคลื่อนไหว
6. ควรใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนสำหรับเก็บพลังงานไฟฟ้า
7. เทคโนโลยีที่รองรับระบบทางกายภาพอาจมีราคาสูงและมีความซับซ้อน ควรใช้เทคโนโลยีอื่นที่ลดต้นทุนคนพิการทางการเคลื่อนไหวสามารถเข้าถึงได้

ผลการศึกษาทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม โดยการแทนค่าในโปรแกรม TRIZ สามารถจำแนกตามหลักการประดิษฐ์พร้อมคำอธิบายดังตารางที่ 5

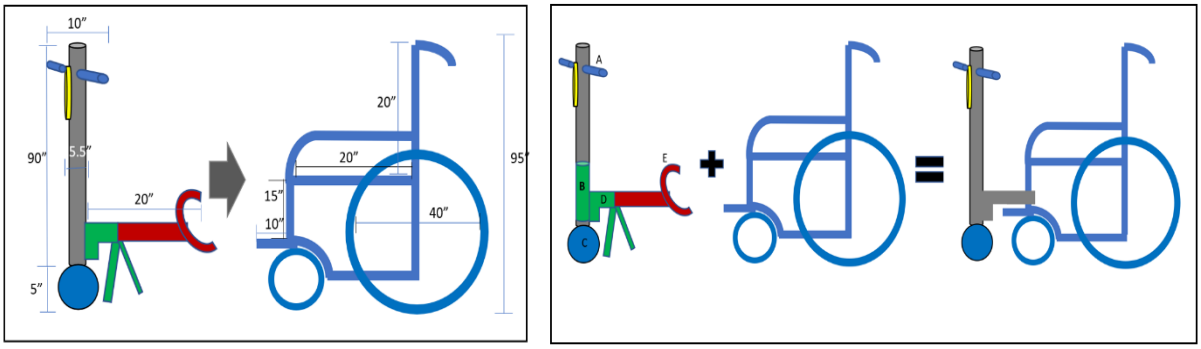
ตารางที่ 5 หลักการประดิษฐ์ประกอบคำอธิบาย

หลักการประดิษฐ์คิดค้น	คำอธิบาย
การใช้หลักไดนามิกส์	1. ทำให้วัตถุหรืออุปกรณ์ให้มีสภาพเหมาะกับการใช้งานมากที่สุด เช่น แกนปลดที่สามารถถอดประกอบได้อย่างรวดเร็ว 2. แบ่งวัตุหรืออุปกรณ์ออกเป็นชิ้นส่วนที่สามารถช่วยให้เคลื่อนที่ได้อย่างสัมพันธ์กัน 3. สามารถประกอบเพื่อตรึงวัสดุหรืออุปกรณ์ให้อยู่กับที่และยังคงเคลื่อนที่ได้
การทำงานเป็นช่วง	4. แทนที่การทำงานแบบต่อเนื่อง ด้วยการทำงานเป็นช่วง ๆ หรือเป็นจังหวะ 5. เปลี่ยนความถี่ของการทำงานเป็นช่วง เช่น การปรับระดับมอเตอร์แบบขั้นบันได 6. การควบคุมหรือหยุดช่วงเพื่อทำงาน จะต้องไม่กระทบกับวัตถุที่เคลื่อนที่
การช่วยตนเอง	7. วัตถุบางชิ้นส่วนควรถอดสำหรับซ่อมบำรุงรักษาได้ 8. ใช้วัสดุหรือพลังงานทดแทนมาใช้โดยประสิทธิภาพของอุปกรณ์เคลื่อนที่ไม่ลดลง

ผลการประเมินความต้องการจำเป็นจากคนพิการทางการเคลื่อนไหวจากศูนย์ผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการ จังหวัดสงขลา พบว่ารถเข็นนั่งสำหรับคนพิการส่วนมาใช้รถเข็นแบบมาตรฐานที่รัฐบาลมอบให้มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 640 x 980 x 865 มิลลิเมตร โครงสร้างเหล็กสามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุด 94 กิโลกรัม น้ำหนักรถเข็น 14.8 กิโลกรัม (Kotesopa, 2012) ด้านการใช้งานคนพิการสามารถเคลื่อนไหวทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง ซึ่งอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งคนพิการสามารถอำนวยความสะดวกเมื่อผู้พิการต้องการเดินทางเพื่อความคล่องตัวโดยทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักการติดตั้งที่อำนวยความสะดวกสามารถประกอบอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งคนพิการด้วยแกนปลดเร็วที่ทำได้ด้วยตนเองโดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและโดยไม่ต้องดัดแปลงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งจ่ายพลังงานด้วยแบตเตอรี่และสามารถขับเคลื่อนด้วยกำลังแขนเพื่อความคล่องตัวสำหรับการใช้งานรถเข็นนั่งคนพิการที่อิสระมากขึ้น ทั้งการเดินทางด้วยตนเองในระยะทางเพิ่มขึ้น การขับเคลื่อนผ่านทางลาดเองหรือกรณีมีสิ่งกีดขวางได้สะดวกยิ่งขึ้น สำหรับการเลือกใช้วัสดุจะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงสำหรับชิ้นส่วนเฉพาะที่ทำหน้าที่ตรึงวัสดุเพื่อรองรับแรงดึง-ดัน ซึ่งสามารถใช้โครงสร้างเหล็กแทนทดแทนอลูมิเนียมเป็นวัสดุทดแทน เพื่อลดต้นทุนด้านวัสดุอีกทั้งสามารถบำรุงรักษาได้ง่าย

จากการศึกษาข้อมูลจึงได้แนวทางเพื่อพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการโดยเพิ่มอุปกรณ์เสริมสำหรับใช้ถอดประกอบรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการด้วยแกนปลดเร็วที่ประยุกต์จากอุปกรณ์รถจักรยานและเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับให้กำลังขับเคลื่อนและเบรค ซึ่งใช้แบตเตอรี่แบบลิเธียมไอออนสำหรับเก็บพลังงานที่มีกำลังไฟมากกว่า 8.0 แอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) โดยกระบวนการติดตั้ง

อุปกรณ์ลากจูงด้วยแกนปลดเร็ว (E) ประกอบกับรถเข็นนั่งทั้งฝั่งซ้ายและขวา สามารถรองรับแรงกดทับได้มากกว่า 80 กิโลกรัม สำหรับการใช้งานคนพิการต้องเอนตัวมาข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อความปลอดภัย ควรค่อย ๆ เร่งระดับความเร็วเพื่อลดแรงกระชากและป้องกันการบาดเจ็บ ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพที่ 2 ต้นแบบที่ 1 อุปกรณ์เสริมลากจูงรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่ารถเข็นนั่งสำหรับคนพิการเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคนพิการทางการเคลื่อนไหว โดยคนพิการที่ใช้รถเข็นนั่งคนพิการที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังแขน ถือว่าเป็นหนทางหนึ่งในการออกกำลังเพื่อเพิ่มกล้ามเนื้อแขน รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจและปอด แต่อาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อแขนได้ การศึกษานี้จึงนำเสนอแนวทางการพัฒนาต้นแบบของอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ ที่สามารถถอดประกอบโดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างเดิมของรถเข็นนั่งสำหรับคนพิการ อาจใช้โครงสร้างเหล็กที่มีความแข็งแรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) แทนการใช้อลูมิเนียม เพราะมีราคาถูกและมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า อุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งคนพิการที่ประดิษฐ์ขึ้นยังช่วยให้คนพิการสามารถถอดประกอบได้อย่างสะดวก โดยใช้แกนปลดล็อกแบบเร็วและสามารถติดตั้งได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ สำหรับระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กำลังมอเตอร์ 250 วัตต์ขึ้นไป ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวคนพิการ ซึ่งสามารถปรับระดับความเร็วและมีระบบเบรกไฟฟ้าซึ่งผู้พิการทางการเคลื่อนไหวสามารถเพิ่มระยะการเดินทางมากขึ้น สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการเคลื่อนไหวด้วยตนเองได้ดียิ่งขึ้น

ความแข็งแรงและความปลอดภัยของอุปกรณ์เสริมรถเข็นนั่งคนพิการ สอดคล้องต่อความความต้องการจำเป็นสำหรับเพิ่มอุปกรณ์เสริมที่ลดต้นทุนโดยใช้เป็นวัสดุทดแทนที่ราคาถูกลงและสอดคล้องกับ Thai Health Promotion Foundation (2013) ซึ่งกล่าวว่าหากมีตัวช่วยให้ผู้ใช้รถเข็นนั่งสำหรับคนพิการได้ออกสู่สังคมภายนอก คนพิการจะรับรู้ได้ว่าสังคมเริ่มมองเห็นให้ความสำคัญ และรู้สึกถึงคุณค่าในตัวเองมากขึ้น สอดคล้องกับ Jongkol (2018) ที่กล่าวว่านโยบายของกรมส่งเสริมพัฒนา

คุณภาพชีวิตคนพิการ ส่งเสริมให้คนพิการสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระด้วยตนเอง สามารถทำกิจกรรมและอยู่ร่วมกับสมาชิกในสังคมอย่างมีความสุข

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ลากจูงรถเข็นสำหรับผู้พิการทางการเคลื่อนไหว ขอขอบคุณหน่วยวิจัยการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชนภาคใต้ตอนล่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิและศูนย์ผลิตกายอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการจังหวัดสงขลาอีกทั้งผู้ร่วมตอบแบบประเมินความต้องการที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับพัฒนาอุปกรณ์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ananda, S., Oishee, M., Prasanna,K.L., & Subhasis, B. (2016). Omnidirectional Assistive Wheelchair: Design and Control with Isometric Myoelectric Based Intention Classification. *Procedia Computer Science,* 17-20.

Benjaboonyasit, T. (2009). *Learn TRIZ creativity.* (1st ed). Bangkok: Institute of Human Resource Thammasat University.

Castillo, B. (2018). Auxiliary mobility system for a wheelchair. *United State Patent No. US 9,872,805 B2*.

Chachee, V. (2011). TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving. *The Far Eastern University, 5*(2).

Chien,C.S., Huang,T.Y., Liao,T.Y. and Lee,T.M. (2014). Design and development of sola power-assisted manual/electric wheelchair. *JRRD*, *51*(9). 1411-1426.

Cronbach, L. J. (1990). *Essentials of psychological testing* (5th ed.). New York: Harper & Row.

Donluem, S. & Nakthung, B. (2012). *Development of Low Cost Wheelchairs for Disabled Persons*. (Unpublished master's thesis). Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Thailand.

Huang, C.K., Lin, C.N., Konno, H., Ochiai, K., Tsuda, K,. & Wang, S.H. (2006). Motorized apparatus for towing a wheelchair. *United State Patent No. US 2006/0000664 A1.*

Janssen, T.W., Oers, C.A., Woude L.H. & Hollander, A.P., (1994). Physical strain in daily life of wheelchair users with spinal cord injuries. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *26*(6). 661-670.

Jongkol, P. (2018). *An Anthropometic Measurement and Analysis of Wheelchair Users.* (Unpublished master's thesis). Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand.

Kotesopa, S. (2012). *Electric Wheelchair Control and Wireless Health Status Monitoring for the Handicapped and the Elderly*. (Unpublished master's thesis). Dhurakij Pundit University, Bangkok, Thailand.

Ruptean, L. and Mugcha, N. (2013). *Wheelchair Electric 2 System*. (Unpublished master's thesis). Nakhon Pathom Technical College, Nakhon Pathom, Thailand.

SamilaTime. (2020). Happiness Production Center Audacious Prosthetics Community. Retrieved from http://www.samilatimes.co.th/?p=62034.

Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute. (2017). *Handbook of care for People with Spinal cord injuries (Paraplegia)*. (1st ed). Medical Department: Ministry of Health.

Sirindhorn National Medical Rehabilitation Centre. (2014). *Under the title Wheelchair service training package Reference manual for participant Basic level*. (2nd ed). Medical Department: Ministry of Health.

Thai Health Promotion Foundation. (2013). *Sang Suk* (144). Community Newsletter Health lover.

The United Nations Convention on the Rights of Persons with a Disability (UNCRPD). (2008). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD).* Department of Economic and Social Affairs Disability: United Nations.

Verasirivuttana, S. & Keatchum, M. (2013). Development of voice-controlled wheelchairsvia wireless devices line. *Journal of Science: Chandrakasem Rajabhat University*, *28*(4).

Vongvanit, S. (2007). *Need-based Assessment research in Needed*. Bangkok: Chulalongkorn University publisher.

Vorakum, P. (2013). *Education research printing* (6th ed). Maha Sarakham: Lak Sila Printing.