# การวิเคราะห์และการลดต้นทุนโลจิสติกส์ผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้

## Analysis and Reduction of Logistics Costs of Nam Phi Steel Products

อดุลย์ พุกอินทร์[1*]

[1*]หลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

27 ถ.อินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ โทร (055) 416625 โทรสาร (055) 416625,E-mail: Adun999@gmail.com

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาด้านต้นทุน โลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ โดยใช้การคำนวณต้นทุนกิจกรรมแบบ Activity - Based Costing (ABC) โดยใช้เครื่องมือจากแบบสอบถามจากกลุ่มเป้าหมายโดยเลือกแบบเจาะจง พบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ มีต้นทุนการขุดแร่เหล็กน้ำพี้ ต้นทุนการย่อยแร่ คิดเป็นต้นทุนรวมมีค่าร้อยละ 2.84 ต้นทุนโลจิสติกส์กลางน้ำ มีต้นทุนการถลุงเหล็กน้ำพี้เป็นแท่ง (Ingot) ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ คิดเป็นต้นทุนรวมมีค่าร้อยละ 31.71 ต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำ พบว่า ในปัจจุบันมีการจำหน่ายในพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 70 การจำหน่ายนอกพื้นที่จังหวัดคิดเป็นร้อยละ 24 และการจำหน่ายประเภทอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 6 มีต้นทุนโลจิสติกส์รวมมีค่าร้อยละ 65.45 จากข้อมูลการศึกษาพบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์ที่มีต้นทุนที่สูง คือ ต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำ ซึ่งมีต้นทุนค่าการตลาด ค่าขนส่งเพื่อนำผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ จำหน่ายให้กับลูกค้า การศึกษายังนำข้อมูลจากการศึกษาถ่ายทอดความรู้ให้กับกลุ่มผลิตผลิตภัณฑ์ในพื้นที่เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในด้านต่าง ๆ การศึกษาจึงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยในการศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการที่จะนำพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีต้นทุนที่ต่ำ และการวางแผนการตลาดได้อย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์กับชุมชนในการที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการขยายตลาดสู่ AEC ต่อไป ในอนาคต

**คำสำคัญ** : ต้นทุน, โลจิสติกส์, เหล็กน้ำพี้, การย่อยแร่, การถลุงแร่เหล็กน้ำพี้

**Abstract**

This research studies through Activity-Based Costing (ABC) the upstream, midstream, and downstream logistics costs of Nam Phi steel swords and knives. Questionnaires were used to collect data from the target group, selected by purposive sampling. The results show that upstream logistics costs consisted of the costs of mining and grinding steel and accounted for 2.84% of the total cost. The midstream logistics costs consisted of ingot and production costs, which were 31.71% of the total cost. With regard to downstream costs, it was found that 70% of Nam Phi steel products were distributed in the province, 24% were distributed outside the province and 6% were distributed in other ways. These costs came to 65.45% of the total. It was found that downstream logistics costs were high due to the expense of marketing and of

transportation of the products to the customers. The data and knowledge obtained from this research were passed to local community manufacturers to be used as guidelines for reducing costs and making appropriate marketing plans which could be used to expand the product market to the AEC in the future.

**Keywords** : Costs, Logistics, Nam Phi steel, Grinding, Nam Phi Steel Mining

**1. บทนำ**

เหล็กน้ำพี้เป็นแร่ที่ให้ปริมาณเหล็กคิดเป็นร้อยละ 40-65 ในอดีตที่ผ่านมามีการนำมาถลุงในพื้นที่เพื่อนำไปทำเป็นอาวุธ และเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งสืบทราบข้อมูลจากเตาถลุงเก่าและเหล็กเก่าที่มีอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก การถลุงในอดีตโดยการนำสินแร่เหล็กน้ำพี้มาย่อย และนำใส่ลงในเตาที่ปั้นจากดินเหนียวผสม และใช้เชื้อเพลิงถ่านไม้ในการให้ความร้อน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาของชาวบ้านน้ำพี้ เหล็กน้ำพี้ที่ได้เป็นแท่งจากการหลอมจะนำมาขึ้นรูปโดยช่างที่มีความชำนาญเพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่ดีให้กับเหล็กน้ำพี้ ส่วนการถลุงในปัจจุบันใช้เตาถลุงที่มีการพัฒนาเตาถลุงมีลักษณะเป็นชั้นจำนวน 4 ชั้น ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาบเหล็กน้ำพี้กับงานวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒตั้งแต่ปี 2553 ซึ่งใช้ถลุงและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จนถึงปัจจุบัน

สภาพพื้นที่บ้านน้ำพี้จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า การขุดแร่เหล็กน้ำพี้ เพื่อนำมาถลุงนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ นั้นจะมีต้นทุนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ซึ่งยังมีปัญหาการใช้ต้นทุนที่สูงของผู้ประกอบการของกลุ่มผลิตภัณฑ์ในพื้นที่ ซึ่งในหน่วยของกิจกรรมต้นน้ำ ได้แก่ การขุดแร่ การย่อยแร่ หน่วยกิจกรรมกลางน้ำ ได้แก่ การถลุงเหล็ก ขึ้นรูปเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ และการประกอบเข้ากับอุปกรณ์ด้านหน่วยกิจกรรมปลายน้ำ ได้แก่ การจำหน่าย การตลาด และการขนส่ง ซึ่งปัญหาที่พบก่อน การดำเนินการนั้นผู้ประกอบการไม่มีการศึกษาต้นทุนของแต่ละกิจกรรมเพื่อทราบปัญหาด้านต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้

งานวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษา วิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ของการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ในพื้นที่บ้านน้ำพี้ ตำบลน้ำพี้ อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ ในด้านการหาต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ต้นทุนต้นน้ำตั้งแต่การขุดแร่เหล็กน้ำพี้ การย่อยแร่ ต้นทุนกลางน้ำตั้งแต่การถลุงให้ได้เหล็ก การตีขึ้นรูป การประกอบผลิตภัณฑ์กับส่วนประกอบ เช่น ด้าม ฝัก และฐาน เป็นต้น ต้นทุนปลายน้ำ ได้แก่ ต้นทุนด้านการตลาด การขนส่ง ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อจะสืบทราบต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ โดยใช้การออกแบบขั้นตอนการคำนวณต้นทุนกิจกรรมแบบ Activity - Based Costing (ABC)

**2. วัตถุประสงค์**

2.1 เพื่อศึกษาต้นทุนต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ คือ การได้มาซึ่งสินแร่เหล็กน้ำพี้ การย่อยแร่ การถลุง การขึ้นรูปเป็นแท่งเหล็ก การผลิตผลิตภัณฑ์ และต้นทุนด้านการตลาด

2.2 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ และต้นทุนด้านกระบวนการในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ และการประกอบเข้ากับวัสดุประกอบ โดยคิดต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้

2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการผลิตสินค้าแปรรูปจากเหล็กน้ำพี้

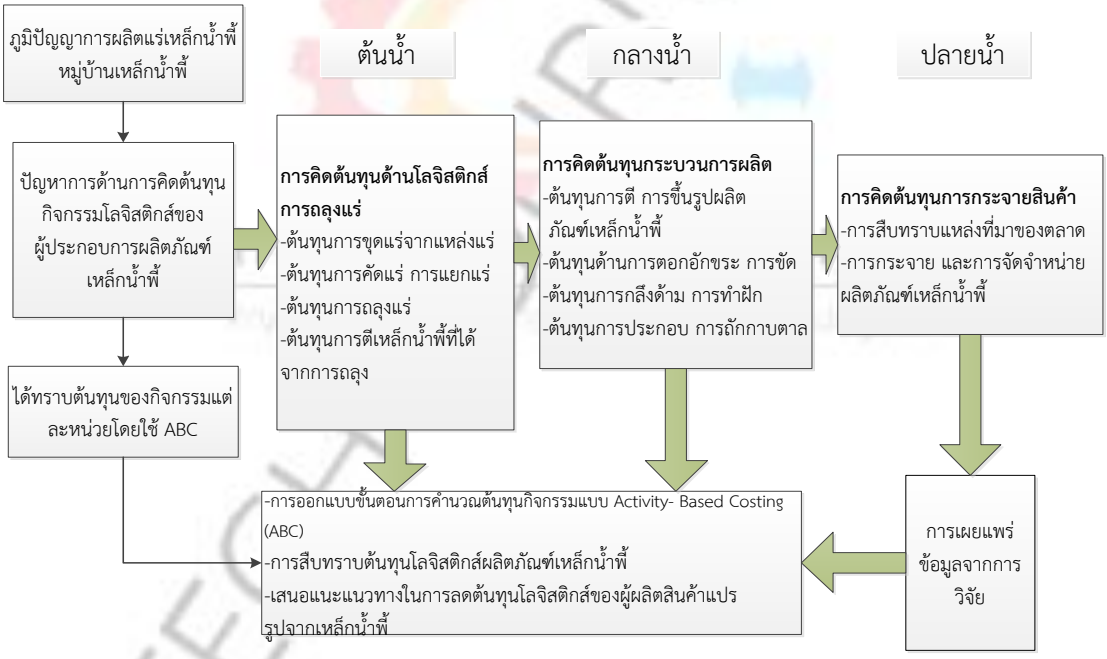
**3. ขอบเขตของงานวิจัย**

3.1 ขอบเขตด้านประชากรกลุ่มเป้าหมาย คือ ประชากรที่อยู่ในพื้นที่ตำบลน้ำพี้ กลุ่มวิสาหกิจดาบเหล็กน้ำพี้ ชุมชน ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ ผู้บริหารชุมชน องค์การบริหารส่วนตำบล และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดำเนินการ

3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ดำเนินการใช้พื้นที่บ้านน้ำพี้ ตำบลน้ำพี้ อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นพื้นที่แหล่งผลิตของผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เป้าหมายของการศึกษา

**4. กรอบความคิดในการวิจัย**

การดำเนินการผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบความคิดของโครงการวิจัยตามวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัยโดยมีการสืบค้นต้นทุนโลจิสติกส์เหล็กน้ำพี้ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ดังแสดงภาพที่ 1




**ภาพที่ 1** แสดงกรอบแนวความคิดการวิจัย

**5. สมมุติฐาน**

การวิจัยนี้ต้องการศึกษาและวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยการออกแบบขั้นตอนการคำนวณต้นทุนกิจกรรมแบบ Activity - Based Costing (ABC) ของการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ ซึ่งในพื้นที่ยังไม่มีการศึกษาในเรื่องดังกล่าว ซึ่งหากงานวิจัยแล้วเสร็จจะเป็นแนวทางให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ทราบถึงต้นทุนด้านโลจิสติกส์ที่แท้จริง และเป็นแนวทางนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ได้

**6. วิธีดำเนินการวิจัย**

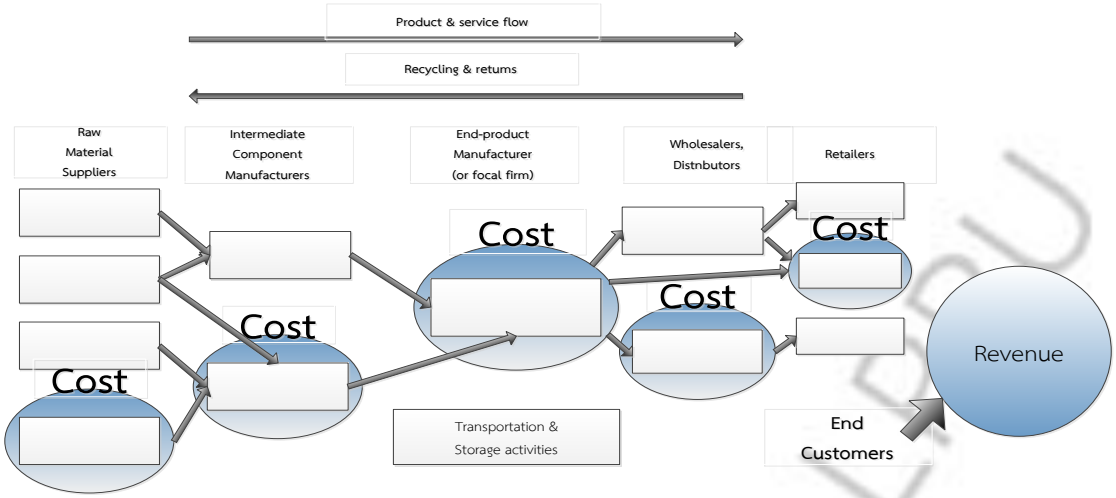
**6.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ปิติกุล ยศวงศ์รัศมี. (2555) ได้ศึกษาการจัดการระบบโลจิสติกส์ของบริษัทเชียงใหม่ ธนาธร จำกัด เพื่อการส่งออกผลส้มสดสู่สาธารณรัฐประชาชนจีน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการระบบโลจิสติกส์ในการส่งออก รวมไปถึงการศึกษาปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมในระบบโลจิสติกส์ โดยใช้แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดหา กระบวนการผลิต และกระบวนการจัดส่ง โดยการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์ในบริษัทดังกล่าว

ศศินภา บุญพิทักษ์. (2559) ได้ศึกษาและประยุกต์ใช้แผนผังกิจกรรมกระบวนการร่วมกับแผนผังสายธารคุณค่ามี วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความสูญเปล่าทางด้านเวลาของห่วงโซ่อุปทานผลไม้มังคุด จากกลุ่ม ตัวอย่างเกษตรกรและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงกิจกรรม คือ เวลารอคอย (Delay) กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า และการนำเสนอแนวทาง การลดความสูญเปล่าดังกล่าวด้วยหลักการ ECRS

สุวัฐชัย วัชรถาวรศักดิ์ และอดุลย์ พุกอินทร์. (2558 : 92-105) ได้ศึกษากระบวนการผลิตเหล็กน้ำพี้ในปัจจุบันของชุมชนน้ำพี้ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตเหล็กน้ำพี้โดยการนำแร่เหล็กน้ำพี้มาถลุงในเตาจากภูมิปัญญาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาบเหล็กน้ำพี้ การลงพื้นที่วิจัยได้ชิ้นทดสอบตัวอย่างจำนวน 20 ชิ้น แบ่งเป็นเหล็กน้ำพี้แบบดั้งเดิมจำนวน 10 ชิ้น เหล็กน้ำพี้แบบถลุงใหม่จำนวน 10 ชิ้น จากนั้นได้ระบุรหัสของเหล็กน้ำพี้แบบดั้งเดิมระบุรหัส กลุ่ม A, กลุ่ม B, กลุ่ม C และกลุ่ม D ตามลำดับ การวิจัยนี้ได้สืบทราบผลของเหล็กน้ำพี้ด้านคุณสมบัติเชิงกล คือ ค่าความแข็งแบบวิกเกอร์ ค่าปริมาณธาตุที่พบในเหล็กน้ำพี้ทั้ง 3 กลุ่ม และนำผลเผยแพร่ยังกลุ่มเป้าหมายการวิจัย

**6.2 ทฤษฎีด้านโลจิสติกส์** การเก็บข้อมูลและคำนวณต้นทุนของแต่ละกิจกรรม จะทำการจำแนกทรัพยากรที่นำมาใช้ในการทำกิจกรรมสามารถจำแนกเป็น 4 ประเภท คือ ทรัพยากรด้านบุคลากร พื้นที่ เครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุใช้งานหรือวัสดุสิ้นเปลือง ในการคำนวณต้นทุนกิจกรรมจำเป็นต้องทราบค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ปฏิบัติการเป้าหมาย โดยมีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการคำนวณต้นทุนกิจกรรมประกอบด้วย 1) ต้นทุนกิจกรรมจำแนกตามประเภทของทรัพยากร 2) เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของแรงงาน และ 3) เกณฑ์ในการกระจายต้นทุนไปยังกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลทั้ง 3 ประเภท ดังแสดงภาพที่ 2




**ภาพที่ 2** แสดงกิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกิดขึ้นในกิจกรรม (ที่มา : Vatcharapol Sukhotu. 2558 : 5)

บทบาทในองค์กรต้องใช้วัสดุเป็นปัจจัยในกระบวนการผลิต วัสดุเหล่านี้องค์กรจะผลิตเองหรือจะซื้อจากผู้ผลิตภายนอก หรือจากแหล่งผลิตที่อยู่ในพื้นที่หรือนอกพื้นที่ก็อาจเป็นไปได้ การนำวัสดุมายังแหล่งผลิตจะต้องใช้การขนส่งประกอบด้วย ดังนั้นการขนส่งจึงเป็นสิ่งที่สนับสนุนการผลิต ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาที่จะนำการออกแบบกิจกรรมการคำนวณต้นทุนกิจกรรมแบบ Activity- Based Costing (ABC) มาใช้ในการวิจัย

**6.3 การศึกษาการแปรรูปเหล็กน้ำพี้ในปัจจุบัน**

ผู้วิจัยได้พบกระบวนการผลิตเหล็กน้ำพี้ในปัจจุบันในช่วงปี 2557-ปัจจุบัน กระบวนการผลิตใช้วิธีการถลุงใหม่แทนการหาตะกรันเหล็กน้ำพี้ในพื้นที่จากเตาดั้งเดิมที่มีการถลุงตั้งแต่อดีตที่ผ่านมา การผลิตในปัจจุบันมีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาบเหล็กน้ำพี้ได้ร่วมพัฒนางานวิจัยร่วมกับนายอนุวัตน์ จุติลาภถาวร ปี 2553 ซึ่งการผลิตเหล็กใช้สินแร่ที่ผ่านการย่อยมาถลุงในเตาที่มีอุณหภูมิสูงจากการพัฒนาจนได้เหล็กน้ำพี้แบบถลุงใหม่ แต่ในด้านการสืบค้นต้นทุนรวม และการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ยังไม่มีผู้ศึกษา

การศึกษาจากการวิจัยดังกล่าวมีผลในด้านการศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ซึ่งพบปัญหาด้านต้นทุนในแต่ละกิจกรรมในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ที่ยังไม่ได้มีการจัดเก็บอย่างเป็นรูปแบบ ดังแสดงภาพที่ 3

**ภาพที่ 3** แสดงการผลิตเหล็กน้ำพี้ ขั้นตอนกิจกรรมกลางน้ำในการถลุงแร่เหล็กน้ำพี้

**6.4 การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ**

การดำเนินการผู้วิจัยได้ลงพื้นที่บ้านน้ำพี้ ตำบลน้ำพี้ อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ ในการสืบค้นข้อมูลการขุดสินแร่เหล็ก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำของผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ ได้แก่ การขุดสินแร่เหล็กน้ำพี้ การย่อยสินแร่เหล็กน้ำพี้โดยกระบวนการย่อยด้วยเครื่องจักร และการคัดขนาดแร่โดยใช้การร่อนด้วยตะแกรง การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์กลางน้ำ ได้แก่ การส่งแร่ไปยังแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยการถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ การขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ด้านโลจิสติกส์ปลายน้ำ ได้แก่ ต้นทุนด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ การจำหน่ายในแหล่งตลาดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งได้มีการใช้กิจกรรม Activity - Based Costing (ABC) และการสร้างเครื่องมือ ดังแสดงดังนี้

1) การสร้างเครื่องมือในการดำเนินการหาต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการเก็บข้อมูลหาต้นทุนโลจิสติกส์ โดยใช้ขั้นตอนการคำนวณต้นทุนกิจกรรมแบบ Activity - Based Costing (ABC) การคำนวณต้นทุนกิจกรรมโลจิสติกส์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ การกำหนดกิจกรรมการศึกษาต้นทุนทั้งหมดจำแนกตามทรัพยากรที่ใช้ การกำหนดเกณฑ์การกระจายต้นทุนการคำนวณต้นทุนทั้งหมดของแต่ละกิจกรรม การศึกษาปริมาณการปฏิบัติงานของแต่ละกิจกรรม และการคำนวณต้นทุนต่อหน่วย ซึ่งใช้แบบสัมภาษณ์ (Interview Form) เป็นชุดของประเด็นคำถามที่กำหนดขึ้นไว้เป็นกรอบในการสนทนาเพื่อการสอบถามสิ่งที่ดำเนินการหาต้นทุนโลจิสติกส์ และแบบสังเกต (Observation Form) เป็นชุดของหัวข้อรายการ หรือพฤติกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการสังเกต เพื่อใช้บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น ในกิจกรรม โดยส่วนใหญ่แบบสังเกตใช้วัดพฤติกรรมการปฏิบัติงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์ในพื้นที่ แบบสังเกตแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured Observation Form) และแบบสังเกตที่ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Observation Form) โดยกลุ่มผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกต ในหัวข้อของการสอบถามการหาต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยแบบสอบถามที่เป็นเครื่องมือได้ทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญหลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบเครื่องมือวิจัยจึงได้คุณภาพของแบบสอบถามที่นำลงพื้นที่ โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2) การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลการขุดสินแร่เหล็กน้ำพี้ โดยทำการสืบค้นข้อมูลกับผู้รู้ในชุมชน กลุ่มวิสาหกิจ กลุ่มผู้จำหน่าย ในพื้นที่บ้านน้ำพี้ทราบว่า ในการขุดค้นแร่เหล็กน้ำพี้ขุดกันบริเวณด้านทิศเหนือของพิพิธภัณฑ์พื้นบ้านบ่อเหล็กน้ำพี้ ตั้งอยู่ในตำบลน้ำพี้ ซึ่งเป็นแหล่งขุดแร่เหล็กน้ำพี้เดิมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การขุดแร่ในพื้นที่ถูกจัดสรรให้ขุดแร่เหล็กจากองค์การบริหารส่วนตำบลน้ำพี้ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการเข้าขุดในพื้นที่ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำเครื่องมือสอบถามผู้ขุดแร่ด้านปริมาณการขุด การขนส่ง การคิดต้นทุน ค่าแรงงาน และด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแต่ละกิจกรรม ดังแสดงภาพที่ 4

**ภาพที่ 4** แสดงการขุดสินแร่เหล็กน้ำพี้ในพื้นที่ของกลุ่มผู้ขุดแร่ต้นน้ำ

3) การย่อยแร่เหล็กน้ำพี้ที่ได้จากการขุดโดยการใช้เครื่องจักรที่มีการพัฒนาโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน ที่ใช้ต้นทุนด้านเครื่องจักรที่ต่ำ การย่อยด้วยวิธีการนี้เครื่องย่อยมีลักษณะการกระแทกหรือการตำแร่ ด้านเวลาในการย่อยแร่ 3 กิโลกรัม ใช้เวลา 15 นาทีต่อครั้ง จากนั้นนำแร่เหล็กน้ำพี้ที่ย่อยออกมาทำการร่อนคัดขนาดโดยใช้ภาชนะตะแกรง เพื่อแบ่งความหยาบความละเอียดของแร่ที่ย่อย ดังแสดงภาพที่ 5

**ภาพที่ 5** แสดงการย่อยแร่และการคัดขนาดแร่เหล็กน้ำพี้ในปัจจุบัน

## 7. ผลการวิจัย

การวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่ จากเครื่องมือเพื่อจัดเก็บและนำมาวิเคราะห์ผลดังแสดงดังนี้

1) การวิเคราะห์ต้นmทุนการขุดแร่เหล็กน้ำพี้ (ต้นน้ำ) การขุดแร่เหล็กน้ำพี้เป็นกิจกรรมต้นน้ำที่จะนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ กิจกรรมนี้มีต้นทุนที่เกิดขึ้น ได้แก่ ต้นทุนด้านเครื่องมือ ต้นทุนด้านแรงงาน ต้นทุนการขนส่งจากแหล่งขุดแร่ไปยังแหล่งผลิต และต้นทุนการแต่งแร่การขุดในแต่ละวันได้แร่เหล็กน้ำพี้ 30 กิโลกรัม/วัน/คน แสดงตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงข้อมูลต้นทุนของการขุดแร่เหล็กน้ำพี้ (ต้นน้ำ)

| ลำดับที่ | รายการ | ราคา/หน่วย |
|---|---|---|
| 1. | ต้นทุนซื้อแร่ ($O_i$) | 0 บาท |
| 2. | ต้นทุนด้านเครื่องมือในการขุด ($t_i$) | 1,300 บาท/เดือน |
| 3. | ต้นทุนแรงงาน (labor cost) ($R_i$) | 300 บาท/วัน |
| 4. | ต้นทุนการขนส่งจากแหล่งแร่ไปที่ผลิต ($T_{ij}$) | 1 บาท/กิโลกรัม |
| 5. | ต้นทุนค่าแต่งแร่ ($C_i$) | 1 บาท/กิโลกรัม |

จากตารางที่ 1 แสดงต้นทุนกระบวนการต้นน้ำของผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ ที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต โดยการวิเคราะห์ต้นทุนการขุดแร่เหล็กน้ำพี้รวมแสดงสูตรดังนี้

$$\sum d_{ij} = O_i + t_i + R_i + T_{ij} + C_i \quad (1)$$

โดยที่

$O_i$ = ต้นทุนของการขุดแร่จากแหล่งแร่

$t_i$ = ต้นทุนค่าเครื่องมือ (tools) เครื่องจักรที่ใช้ในการขุด การซ่อมบำรุงเครื่องมือ เครื่องจักร

$R_i$ = ต้นทุนค่าแรงงานที่ใช้ในการขุดแร่เหล็กน้ำพี้

$T_{ij}$ = ต้นทุนในการขนส่งโลจิสติกส์จากแหล่งขุดแร่ไปยังสถานที่แต่งแร่ และการขนส่งไปยังผู้ผลิตผลิตภัณฑ์

$C_i$ = ต้นทุนในการแต่งแร่เหล็กน้ำพี้ การล้าง การคัดขนาด

แทนค่า สูตร (1)

$$\sum d_{ij} = 0 + (1300/30) + 300 + (30x1) + (30x1)$$
$$= 403.34 \text{ บาท/วัน}$$

จากการแสดงการคำนวณหาต้นทุนต้นน้ำของการขุดแร่เหล็กน้ำพี้ พบว่า ต้นทุนรวม คือ 404.34 บาทต่อวัน หลังจากได้ต้นทุนรวมจากการขุดแร่เหล็กน้ำพี้แล้ว เหล็กน้ำพี้ที่จะส่งจำหน่ายจะต้องผ่านกระบวนการย่อยด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ เครื่องมือ ดังนั้น ต้นทุนในการใช้เครื่องจักรในการย่อยแร่เหล็กน้ำพี้เท่ากับ 3 บาทต่อกิโลกรัม (30x3=90) และต้นทุนค่าอุปกรณ์ เครื่องมือในการย่อยแร่มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 5.48 บาทต่อกิโลกรัม (5.48x30=164.4) ดังนั้น ต้นทุนรวมโลจิสติกส์ต้นน้ำจะมีต้นทุนทุนรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 657.74

2) การวิเคราะห์ต้นทุนการถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ (กลางน้ำ) การถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ใช้เตาที่พัฒนาขึ้นจากภูมิปัญญาของกลุ่มวิสาหกิจดาบเหล็กน้ำพี้ร่วมกับการวิจัย การเก็บข้อมูลแสดงตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงต้นทุนการถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ (กลางน้ำ)

| ลำดับ | รายการต้นทุน | รายละเอียดต้นทุน | ราคาต้นทุน/เตา |
|---|---|---|---|
| 1. | ต้นทุนเตา การซ่อมบำรุงในแต่ละครั้งที่ถลุงเหล็กน้ำพี้ ($Z_m$) | 200 บาท/ครั้ง | 200 บาท/ครั้ง |
| 2. | ถ่าน ($Z_n$) | 200 บาท/กระสอบ/เตา | 200 บาท |
| 3. | แร่เหล็กน้ำพี้ที่ผ่านการย่อย ($Z_i$) | 20 บาท/กิโลกรัม 1 เตาใช้ 5กก. | 100 บาท |
| 4. | ค่าแรงงาน ($Z_r$) | (600x3 คน)/4 เตาต่อวัน | 450 บาท/เตา |
| 5. | ค่าโสหุ้ย ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ($Z_e$) | 1,600 บาท/เดือน | 53.33 บาท/ครั้ง |
| 6. | ต้นทุนโลจิสติกส์ในกระบวนการ ($L_{iz}$) | 100 บาทต่อเตา | 100 บาท/เตา |

จากตารางที่ 2 แสดงการคิดต้นทุนของการถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ พบว่า ต้นทุนเตาถลุง การซ่อมบำรุงเตาถลุงในแต่ละครั้งที่ถลุง จำนวนที่ถลุงแต่ละครั้ง 200 บาทต่อครั้ง ถ่านไม้ 200 บาทต่อเตา แร่เหล็กน้ำพี้ที่ผ่านการย่อยจำนวน 5 กิโลกรัมต่อเตาเท่ากับ 100 บาท ค่าแรงงานจำนวน 3 คน ต่อคนมีต้นทุนเตาละ 450 บาทต่อเตา ค่าโสหุ้ยเท่ากับ 53.33 บาทต่อเตา ต้นทุนโลจิสติกส์ในกระบวนการเท่ากับ 100 บาทต่อเตา ฉะนั้น ในต้นทุนในการถลุง 1 เตาถลุง วิเคราะห์ต้นทุนรวมจากสูตรดังแสดงดังนี้

$$F_i = Z_m + Z_n + Z_i + Z_r + Z_e + L_{iZ} \quad (2)$$

แทนค่า

$$F_i = 200 + 200 + 100 + 450 + 53.34 + 100$$
$$= 1{,}103.33 \text{ บาทต่อเตาถลุง}$$

การถลุงเหล็กน้ำพี้ 1 เตา ใช้งบประมาณ 1,103.33 บาท ในการถลุง 1 วันมีการถลุงจำนวน 4 เตา ดังนั้น ต้นทุนรวมต่อวันจะเท่ากับ 4,413.36 บาท โดยใน 1 เตาถลุง ได้เหล็กน้ำพี้ 3.5 กิโลกรัม เหล็กน้ำพี้ที่ได้จากการถลุงจะจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ในราคากิโลกรัมละ 3,000 บาท

3) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ (กลางน้ำ) พบว่า เหล็กน้ำพี้ที่ได้จากการถลุง ขั้นตอนกลางน้ำกระบวนการต่อมา คือ นำมาผลิตผลิตภัณฑ์ ในกลุ่มแปรรูป โดยการขึ้นรูป ตามขนาดความยาวของดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ จากการศึกษาโดยใช้เครื่องมืองานวิจัย ได้ต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ดังแสดงตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ดาบเหล็กน้ำพี้ พระขรรค์น้ำพี้ และมีดเหล็กน้ำพี้ (กลางน้ำ)

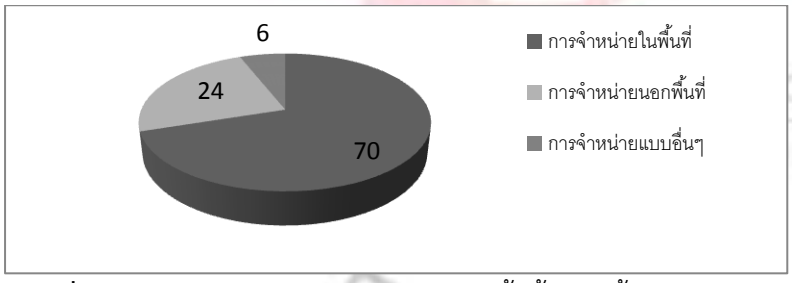
| ลำดับที่ | ขนาดความยาว (นิ้ว) | รวมต้นทุนการตีขึ้นรูป+ค่าวัสดุ | ต้นทุนตอกอักขระ | ต้นทุนค่าฝัก | ค่าจ้างสานกาบตาล | ต้นทุนค่าด้าม | ต้นทุนฐาน | รวมต้นทุนทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ความยาว 3 นิ้ว | 350 | 5 | 20 | - | 20 | 40 | 435 |
| 2. | ความยาว 5 นิ้ว | 420 | 6 | 25 | - | 25 | 100 | 576 |
| 3. | ความยาว 9 นิ้ว | 670 | 30 | 30 | 30 | 30 | 170 | 960 |
| 4. | ความยาว 12 นิ้ว | 1,320 | 40 | 35 | 35 | 40 | 200 | 1,670 |
| 5. | ความยาว 15 นิ้ว | 1,800 | 60 | 40 | 40 | 60 | 300 | 2,300 |
| 6. | ความยาว 19 นิ้ว | 2,600 | 70 | 80 | 80 | 70 | 350 | 3,250 |

**ตารางที่ 3** แสดงการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ดาบเหล็กน้ำพี้ พระขรรค์น้ำพี้ และมีดเหล็กน้ำพี้ (กลางน้ำ) (ต่อ)

| ลำดับที่ | ขนาดความยาว (นิ้ว) | รวมต้นทุนการตีขึ้นรูป+ค่าวัสดุ | ต้นทุนตอกอักขระ | ต้นทุนค่าฝัก | ค่าจ้างสานกาบตาล | ต้นทุนค่าด้าม | ต้นทุนฐาน | รวมต้นทุนทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. | ความยาว 21 นิ้ว | 3,000 | 120 | 130 | 100 | 80 | 380 | 3,810 |
| 8. | ความยาว 25 นิ้ว | 4,600 | 150 | 170 | 110 | 150 | 400 | 5,580 |
| 9. | ความยาว 29 นิ้ว | 6,500 | 200 | 200 | 120 | 170 | 450 | 7,640 |

จากตารางที่ 3 แสดงต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ พบว่าต้นทุนจะแปรผันตามขนาดของความยาวของผลิตภัณฑ์ เช่น ความยาวที่ 3 นิ้ว มีต้นทุนรวมเท่ากับ 435 บาท ความยาว 29 นิ้ว มีต้นทุนรวมเท่ากับ 7,640 บาท เนื่องจากปริมาณเหล็กน้ำพี้ที่ใช้มีน้ำหนักมากกว่าดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ขนาด 3 นิ้ว และอีกทั้งต้นทุนค่าตอกอักขระ ต้นทุนค่าด้าม ต้นทุนค่าฝัก ฯลฯ จะต้องใช้ทรัพยากรที่มากกว่า

4) การตลาดหรือต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำโดยส่วนใหญ่จะเป็นการจำหน่ายในพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 70 มีต้นทุนโลจิสติกส์เท่ากับ 5,678 บาท การจำหน่ายนอกพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 24 มีต้นทุนโลจิสติกส์เท่ากับ 7,890 บาท และการจำหน่ายประเภทอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 6 มีต้นทุนโลจิสติกส์เท่ากับ 1,560 บาท ดังแสดงภาพที่ 6




**ภาพที่ 6** แสดงการตลาดของผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ปลายน้ำ

จากภาพที่ 6 แสดงต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำ ด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์ดาบพระขรรค์และมีดเหล็กน้ำพี้ ที่มีการกระจายสินค้าสู่ผู้บริโภค ด้วยช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์อยู่ 3 ช่องทาง คือ การจำหน่ายในพื้นที่ เป็นการจำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยวที่เข้ามาชม สถานที่บ่อเหล็กน้ำพี้ การตลาดนอกพื้นที่ การตลาดประเภทนี้เป็นการมารับไปจำหน่ายต่อของพ่อค้าในพื้นที่และนอกพื้นที่ไปจำหน่ายทั้งนอกจังหวัด และในจังหวัดที่มีการจัดงานร่วมกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่จัดขึ้น การตลาดประเภทอื่น ๆ เป็นการขายผ่านระบบ E-Business การขายผ่านระบบสารสนเทศ Internet โดยมีการสั่งซื้อสินค้าและส่งมอบผลิตภัณฑ์ผ่านระบบขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ

5) จากการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำของผลิตภัณฑ์น้ำพี้ ซึ่งผู้วิจัยสรุปค่าร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ดังแสดงตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** แสดงค่าร้อยการเปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ

| ลำดับที่ | ต้นทุนโลจิสติกส์ | ค่าร้อยละ |
|---|---|---|
| 1. | ต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ | 2.84 |
| 2. | ต้นทุนโลจิสติกส์กลางน้ำ | 31.71 |
| 3. | ต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำ | 65.45 |

จากตารางที่ 4 แสดงค่าร้อยละการเปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ซึ่งพบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำมีค่าร้อยละเท่ากับ 2.84 ต้นทุนโลจิสติกส์กลางน้ำมีค่าร้อยละเท่ากับ 31.71 ต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำมีค่าร้อยละเท่ากับ 65.45 จากการวิจัย จึงได้เสนอแนะแนวทางการลดต้นทุนโลจิสติกส์ให้กับผู้ประกอบการในพื้นที่วิจัยในด้านต่าง ๆ คือ ต้นทุนโลจิสติกส์กลางน้ำควรลดต้นทุนในการถลุงแร่ ต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำควรลดต้นทุนด้านการขนส่งโดยเน้นการประสานงานที่ดีกับลูกค้า

## 8. สรุปผลและอภิปรายผล

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนเหล็กน้ำพี้ตั้งแต่กระบวนการต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ในพื้นที่บ้านน้ำพี้ จากการวิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยใช้เครื่องมือ คือ การคำนวณต้นทุนกิจกรรมแบบ Activity - Based Costing (ABC) โดยการกำหนดกลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) การศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ต้นน้ำ มีขั้นตอนของต้นทุนการขุดแร่ ต้นทุนการย่อยแร่ ทั้งหมดคิดเป็นต้นทุนรวมเป็นค่าร้อยละ 2.84 การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ กลางน้ำ มีขั้นตอนการถลุงเหล็กน้ำพี้ ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ดาบ พระขรรค์ และมีดเหล็กน้ำพี้ คิดเป็นต้นทุนรวมเป็นค่าร้อยละ 31.71 การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ปลายน้ำ มีขั้นตอนการจัดจำหน่าย การขนส่งไปยังลูกค้า คิดเป็นต้นทุนรวมเป็นค่าร้อยละ 65.45 ซึ่งพบว่าต้นทุนรวมโลจิสติกส์ที่มีมากที่สุด คือ ต้นทุนโลจิสติกปลายน้ำที่มีต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งที่ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในกระบวนการโลจิสติกส์ปลายน้ำ งานวิจัยยังได้นำข้อมูลจากการศึกษานี้เผยแพร่ไปในพื้นที่เพื่อนำผลของการคำนวณต้นทุนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการวิจัยไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เหล็กน้ำพี้ต่อไป

## 9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันอาเซียนศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหการ หลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ กลุ่มวิสาหกิจดาบเหล็กน้ำพี้ ผู้รู้ในชุมชนที่ช่วยชี้แนะแนวทาง การให้ข้อมูลในการดำเนินการวิจัยแล้วเสร็จ

**10. เอกสารอ้างอิง**

ประภา พร พูลสุข. (2550). **รายงานฐานข้อมูลท้องถิ่นอุตสาหกรรมเหล็กน้ำพี้และแหล่งท่องเที่ยวบ่อเหล็กน้ำพี้.** โปรแกรมวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์. อุตรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

ปิติกุล ยศวงศ์รัศมี. (2555). **การจัดการระบบโลจิสติกส์ของบริษัทเชียงใหม่ธนาธร จำกัด เพื่อการส่งออกผลส้มสดสู่สาธารณรัฐประชาชนจีน**. ปริญญานิพนธ์ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (การจัดการอุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวัฐชัย วัชรถาวรศักดิ์ และอดุลย์ พุกอินทร์. (2558). การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติเหล็กน้ำพี้เชิงวิศวกรรม. **วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม 2558-มิถุนายน 2558,** หน้า 92-105.

ศศินภา บุญพิทักษ์. (2559). การศึกษาและหาแนวทางการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ผลไม้มังคุดในเขตจังหวัดจันทบุรี. **วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม 2559 - มิถุนายน 2559,** หน้า 100-115.

อนุวัฒน์ จุติลาภถาวร. (2552). **การสร้างเตาถลุงเหล็กและถลุงเหล็กจากแร่เหล็กน้ำพี้**. งานวิจัยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Vatcharapol Sukhotu. (2558). **Logistics Management**. เอกสารประกอบการบรรยายวิทยาลัยโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.