

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย

Technological Innovation Efficiency Analysis of Gems and Jewelry SMEs in Thailand

สุพรรณ เอี่ยมวิจารณ์³

ประเสริฐ จรรยาสุภาพ⁴

สุรัชย์ กังวล⁵

สมเกียรติ ชัยพิบูลย์⁶

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis : DEA) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศไทย (TSIC 2009) จำนวน 220 แห่ง ผลการวิจัยพบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย โดยวิสาหกิจขนาดกลางส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และระดับประสิทธิภาพน้อยที่เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 32.50 ตามลำดับ ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อมส่วนใหญ่มีระดับประสิทธิภาพน้อย คิดเป็นร้อยละ 41.36 และมีค่าประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย VRS อยู่ระดับในปานกลาง คือ 0.5572 เมื่อพิจารณาผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ภายใต้ข้อสมมติ VRS พบว่าผลตอบแทนต่อขนาดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมส่วนใหญ่เป็นผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (Decreasing Returns to Scale : DRS) รวมทุกระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมีจำนวนถึง 140 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.64 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยการผลิต (Inputs) ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเมื่อนำเข้ามาในสัดส่วนหนึ่งแล้วก่อให้เกิดผลผลิต (Outputs) ออกมาในสัดส่วนที่น้อยกว่า รวมทั้งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้ปัจจัยการผลิตยังมีความไม่เหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพนั่นเอง

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยี กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับ

³ รศ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม .ดร.44150 , ประเทศไทย. และนักศึกษาปริญญาเอก สาขาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

⁴ รศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ .ดร.

⁵ รศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ .ดร.

⁶ ผศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ .ดร.

Abstract

The purpose of this research was to analyse the efficiency of technological innovation from small and medium enterprises within the gems and jewelry sector in Thailand. 220 enterprises in the gems and jewelry sector with Thailand Standard Industrial Classification (TSIC 2009) were included in the study using stratified sampling method. Data were analyzed by Data Envelopment Analysis (DEA) under Variable Returns to Scale (VRS). The findings showed that these enterprises generally had low efficiency scores but medium enterprises performed better with the proportions of organisations achieving low efficiency scores at 32.50% and 41.36 % for medium and small enterprises respectively. The average efficiency scores under Variable Returns to Scale was moderate at 0.5572, while the Return to Scale of technological innovation under Variable Returns to Scale of small and medium enterprises had mostly Decreasing Returns of Scale (DRS). All of technological innovation efficiency from 140 enterprises were at 63.64% which implied that outputs increased by less than proportional change in inputs which indicated the unsuitability and/or efficient uses of factors of production.

Keywords : Technological Innovation Efficiency, Gems and Jewelry Sector

บทนำ

ปัจจุบันการแข่งขันทางธุรกิจมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทำให้องค์กรต่าง ๆ ต้องมีการปรับกลยุทธ์อย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะสามารถสร้างความได้เปรียบเชิงการแข่งขัน (Competitive Advantage) ซึ่งความได้เปรียบเชิงการแข่งขันนี้อาจมาจากการที่มีต้นทุนที่ต่ำกว่า มีบริการที่ดีกว่าหรือมีสินค้าที่มีความแตกต่าง ความได้เปรียบเชิงการแข่งขันนี้มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรมในองค์กรเป็นอย่างมาก อีกทั้งถ้าองค์กรไม่สามารถพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตนเองด้วยสิ่งใหม่ ๆ แล้ว ย่อมยากที่จะทำให้องค์กรนั้นประสบความสำเร็จในระยะยาวได้ (พสุ เดชะรินทร์, 2546 ; นรวัฒน์ ชุตินวงศ์ และณัฐสิทธิ์ เกิดศรี, 2554) อีกทั้งการแข่งขันในปัจจุบันมักมุ่งเน้นการสร้างความได้เปรียบเชิงการแข่งขันจากความแตกต่างและถือว่าเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรธุรกิจที่ทวีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งปัจจัยหนึ่งในการสร้างความแตกต่างที่ล้ำสมัยไม่เหมือนใครก็คือ การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อนำไปบรรจุในสินค้าและบริการของธุรกิจ การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ จึงนับเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นมากขึ้นและเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จของธุรกิจ ปัจจุบัน (พยัต วุฒินรงค์, 2555) ทั้งนี้ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises : SMEs) เป็นวิสาหกิจที่มีลักษณะการบริหารงานอย่างอิสระ ผู้บริหารมักเป็นเจ้าของกิจการ การจัดหาเงินมาลงทุนทำธุรกิจด้วยเงินทุนส่วนตัวและการดำเนินงานจะทำภายในท้องถิ่นมีจำนวนพนักงาน เงินลงทุน สินทรัพย์และยอดขายน้อยกว่าวิสาหกิจในอุตสาหกรรมเดียวกัน ดังนั้นภาครัฐจึงให้ความสำคัญและให้การสนับสนุนเนื่องจากวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีความเหมาะสมและมีความคล่องตัวในการปรับสภาพให้เข้ากับสถานการณ์ทั่วไปของประเทศ อีกทั้งยังเป็นวิสาหกิจที่ใช้เงินทุนในจำนวนที่ต่ำกว่าวิสาหกิจขนาดใหญ่และยังช่วยรองรับแรงงานจากภาคเกษตรกรรมเมื่อหมดฤดูกาลเพาะปลูก รวมถึงเป็นแหล่งที่สามารถรองรับแรงงานที่เข้ามาใหม่เป็นการป้องกันการอพยพ

ปีที่ 9 ฉบับที่ 17 มกราคม – มิถุนายน 2561

ของแรงงาน ช่วยกันสร้างงานให้แก่สังคมและชุมชนสามารถใช้ความชำนาญและทักษะผสมผสานกันได้ สร้างมูลค่าเพิ่มเป็นแหล่งที่มาของการประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ ๆ ในตลาด นอกจากนี้วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมยังเปรียบเสมือนเป็นเส้นเลือดใหญ่ของระบบเศรษฐกิจไทยโดยในปี พ.ศ. 2559 วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีสัดส่วน 42.20 % ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) มีสัดส่วนการส่งออกคิดเป็น 29.01 % ของมูลค่าการส่งออกของไทย และมีสัดส่วนการจ้างงานคิดเป็น 78.48 % ของการจ้างงานรวม ทั้งนี้วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยยังมีปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ มากมาย ทั้งที่เกิดจากผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเองหรือจากการขาดปัจจัยสนับสนุนจากภาครัฐและจากปัจจัยภายนอกกิจการได้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมายที่สำคัญ ได้แก่ การที่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมส่วนใหญ่ยังมีประสิทธิภาพด้านการผลิต การจัดการต่ำและขาดขีดความสามารถในการใช้และพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม การสร้างและการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งนำไปสู่การขาดความสามารถในการผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ขาดนวัตกรรมและขาดความแตกต่าง ขาดความรู้ในการประกอบธุรกิจสมัยใหม่และความสามารถในการจัดการกับความผันผวนทางเศรษฐกิจ ไม่สามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่เหมาะสม รวมทั้งไม่สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูล บริการทางเทคโนโลยีและบริการอื่น ๆ รวมทั้งขาดการนำเทคโนโลยี นวัตกรรม ผลงานวิจัยมาใช้พัฒนาสินค้าและบริการให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดธุรกิจที่ประสบความสำเร็จส่วนใหญ่ได้นั้นต่างต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนานวัตกรรม เพื่อนำความรู้และแนวคิดใหม่มาสร้างสรรค์และปรับใช้ในการพัฒนาสินค้าและบริการ อีกทั้งธุรกิจที่จะสามารถสร้างความได้เปรียบเชิงการแข่งขันได้นั้นควรจะมีขีดความสามารถเชิงนวัตกรรม ซึ่งจะต้องเน้นในเรื่องของการทำสิ่งใหม่ที่ต้องใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์เป็นฐาน(สุภาวดี ขุนทองจันทร์, 2553; นรวัดณ์ ชุตินวงศ์, 2554 ; สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2553, สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2560)

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากสร้างรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังเป็นอุตสาหกรรมที่สะอาดไม่ก่อมลภาวะ โดยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2556 – 2560) อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าการส่งออกรวมทั้งสิ้น 1,937,589.5 ล้านบาท และคิดเป็นมูลค่าการส่งออกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 387,517.9 ล้านบาท ทั้งนี้ในปีพ.ศ.2560 มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของไทยมีมูลค่าเท่ากับ 435,399 ล้านบาท จัดเป็นสินค้าที่สร้างมูลค่าการส่งออกที่สำคัญเป็นอันดับที่ 3 และมีสัดส่วนต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) คิดเป็นร้อยละ 4.28 (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2560 ; ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ ธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก ธนาคารออมสิน, 2560)

ทั้งนี้ปัญหาที่อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยเผชิญอยู่มีหลากหลายปัญหาหนึ่งในนั้นคือปัญหาด้านการสร้างนวัตกรรม การทำวิจัยและพัฒนา และเทคโนโลยี ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้นับประกอบด้วย 3 ปัญหาย่อย ได้แก่ ปัญหาด้านต้นทุนในการทำวิจัยและพัฒนา รวมไปถึงการสร้างนวัตกรรมขององค์กร ปัญหาด้านมีความรู้ความสามารถของบุคลากรและปัญหาด้านข้อมูลเทคโนโลยียังไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นผลทำให้ไม่สามารถประเมินความเสี่ยงในการลงทุนได้ (ทวีป ศิริวิศรี และคณะ, 2547) จากข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้ทราบถึงปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยให้มีความได้เปรียบเชิงการแข่งขัน รวมทั้งผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมากขึ้นเพียงใด แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีควรเป็นเช่นไร ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและ

เครื่องประดับของไทย ผลการวิจัยที่ได้จะทำให้ทราบประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยและได้ข้อสนเทศที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเสริมสร้างและพัฒนาให้วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยให้เติบโตได้อย่างต่อเนื่องต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ใช้วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis : DEA) โดยทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ได้กรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1 ต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

นวัตกรรม (Innovation) มาจากรากศัพท์ในภาษาละตินคำว่า “Nova” ซึ่งแปลว่า “ใหม่” (คมสัน ขจรชีพ พันธุ์งามและวีรวิฑูร มาฆะศิริานนท์, 2555) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542) ระบุว่า นวัตกรรมเป็นศัพท์บัญญัติของ คณะกรรมการพิจารณาศัพท์วิชาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งแต่เดิมใช้คำว่า “นวกรรม” เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษว่า “Innovation” มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Innovare” แปลตามรูปศัพท์ได้ว่า “ทำใหม่ เปลี่ยนแปลงโดยนำสิ่งใหม่ ๆ เข้ามา” ส่วนคำว่า “นวัตกรรมทางเทคโนโลยี” จากการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) มีหน่วยงานและนักวิชาการที่ได้กล่าวถึงความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (Technological Innovation) ได้แก่ Mentz (1999) Stock et al. (2002) Akroush (2008) OECD (2013) และธีรศักดิ์ กัญจนพงศ์ (2560) ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยีตาม หลักการสังเคราะห์ตัวแปร (พิสนุ พงศ์ศรี, 2553) ดังปรากฏในตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

ตัวแปร	หน่วยงานและนักวิชาการ				
	Mentz (1999)	Stock et al. (2002)	Akroush (2008)	OECD. (1996)	ธีรศักดิ์ กัญจนพงศ์ (2560)
การใช้ความรู้ใหม่ในการจัดทำผลิตภัณฑ์				✓	✓
การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานชิ้นใหม่	✓	✓	✓	✓	✓
การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น	✓	✓	✓	✓	✓
การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง	✓	✓	✓		✓
การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์	✓	✓	✓	✓	✓

ที่มา : จากการสังเคราะห์ของผู้วิจัย

จากตารางที่ 1 การสังเคราะห์ตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยี พบว่า มีตัวแปรความหมาย นวัตกรรมทางเทคโนโลยีซึ่งมีการศึกษาทั้งสิ้น 5 ตัวแปร โดยมีผู้นำมาศึกษาน้อยที่สุด 2 ตัวแปรและมากที่สุด 5 ตัวแปร สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่มีความถี่มากที่สุด ได้แก่ การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานชิ้นใหม่ การพัฒนาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง การใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การผลิตหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนั้น จากผลการสังเคราะห์ตัวแปรความหมายนวัตกรรมทางเทคโนโลยีดังปรากฏในตารางที่ 1 สามารถสรุปความหมายของนวัตกรรมทางเทคโนโลยีได้ว่า การทำผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานชิ้นใหม่หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น

ชั้น บนพื้นฐานของการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ หรือเทคโนโลยีที่นำไปสู่การผลิต หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์

แนวคิดเกี่ยวกับกับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

พระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ. 2543 มาตรา 3 ระบุไว้ว่า วิสาหกิจหมายความว่า กิจการผลิตสินค้า กิจการให้บริการ กิจการค้าส่ง กิจการค้าปลีก หรือกิจการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา และในมาตรา 4 ของพระราชบัญญัตินี้ ระบุไว้ว่า วิสาหกิจขนาดกลางหรือวิสาหกิจขนาดย่อม ได้แก่ วิสาหกิจที่มีจำนวนการจ้างงาน มูลค่าสินทรัพย์ถาวร หรือทุนจดทะเบียนที่ชำระแล้วตามจำนวนที่กำหนดในกฎกระทรวง ทั้งนี้สามารถสรุปจำนวนการจ้างงานและมูลค่าสินทรัพย์ถาวรของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprise : SMEs) ตามกฎกระทรวงอุตสาหกรรมประกาศ ณ วันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2545 ซึ่งไม่รวมที่ดินและให้ถือจำนวนการจ้างงานหรือมูลค่าสินทรัพย์ที่น้อยกว่าเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มประเภทของวิสาหกิจ ได้ดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545)

ตารางที่ 2 จำนวนการจ้างงานและมูลค่าสินทรัพย์ถาวรของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมตามกฎกระทรวงอุตสาหกรรม ณ วันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2545

ลำดับ ที่	ประเภทกิจการ	ขนาดกลาง (Medium enterprise)			ขนาดย่อม (Small enterprise)		
		การจ้างงาน (คน)	เงื่อนไข	สินทรัพย์ถาวร (ล้านบาท)	การจ้างงาน (คน)	เงื่อนไข	สินทรัพย์ถาวร (ล้านบาท)
1	กิจการผลิตสินค้า	51-200	หรือ	51-200	≤ 50	หรือ	≤ 50
2	กิจการให้บริการ	51-200	หรือ	51-200	≤ 50	หรือ	≤ 50
3	กิจการค้าส่ง	26-50	หรือ	51-100	≤ 25	หรือ	≤ 50
4	กิจการค้าปลีก	16-30	หรือ	31-60	≤ 15	หรือ	≤ 30

ที่มา : ปรับปรุงจาก กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยในลักษณะกิจการผลิตสินค้า

วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล(Data Envelopment Analysis : DEA) เป็นวิธีการคำนวณที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) โดยวิธีการสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-parametric Statistic) จึงถือได้ว่าไม่มีข้อจำกัดในการคำนวณทางสถิติ อาทิ การที่ข้อมูลต้องมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มตัวอย่างต้องเท่ากัน หรือการที่ข้อมูลต้องมีหน่วยเดียวกัน เป็นต้น (ประสพชัย พุฒนนท์, 2551) ซึ่งวิธีการนี้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Charnes, Cooper and Roberts (1978) โดยแบบจำลองที่นำเสนอเป็นการพิจารณาทางด้านปัจจัย (Input orientation) และสมมติให้แบบจำลองดังกล่าวมีลักษณะของผลตอบแทนแบบคงที่ (Constant Returns to Scale: CRS) ต่อมา Banker, Charnes and Cooper (1984) ได้เสนอแบบจำลองที่มีลักษณะผลตอบแทนแบบผันแปร (Variable Returns to Scale: VRS) และภายหลังมีการศึกษาจากนักเศรษฐศาสตร์หลายท่านจึงได้พัฒนาแบบจำลองที่พิจารณา ด้านผลผลิต (Output orientation) ปัจจุบันการวิเคราะห์หรือการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี DEA จึงมีการพิจารณาทั้ง

ปีที่ 9 ฉบับที่ 17 มกราคม – มิถุนายน 2561

ในด้านปัจจัยและด้านผลผลิต ทั้งนี้การวิเคราะห์หรือวัดประสิทธิภาพของหน่วยงานตามหลักเศรษฐศาสตร์เป็นการเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยผลผลิต (Output) กับปัจจัยการผลิตหรือปัจจัยนำเข้า (Input) ซึ่งมีแนวทางการวิเคราะห์ 2 วิธี แนวทางแรก การวิเคราะห์ด้านผลผลิต (Production Approach) แนวทางที่สอง การวิเคราะห์ด้านต้นทุน (Cost Approach) การเลือกใช้แนวทางใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลหรือตามโจทย์การวิจัย ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการผลิตของโรงงาน การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านผลผลิตน่าจะเหมาะสม รวมทั้งมีข้อสมมติเกี่ยวกับผลตอบแทนทั้งในรูปแบบหรือแบบจำลองของ CRS และ VRS ซึ่งการเลือกใช้รูปแบบและวิธีการเช่นไรนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ผลของการประเมินประสิทธิภาพโดยวิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล (Data Envelopment Analysis : DEA) ยังสามารถขยายไปสู่การเทียบเคียงมาตรฐาน (Standard) และหาแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ในการปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กรนั้น ๆ

จินตนาพร สุวรรณจันทร์ดี (2548) ได้กล่าวถึง แนวคิดเกี่ยวกับตัววัดประสิทธิภาพของวิธี DEA ไว้ดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคโดยรวม (Overall Technical Efficiency) คือ ค่าประสิทธิภาพที่พิจารณาถึงประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่แท้จริง (Pure Technical Efficiency) และประสิทธิภาพต่อขนาด (Scale Efficiency) ร่วมกัน ซึ่งจะได้จากการคำนวณค่าความมีประสิทธิภาพโดยใช้แบบจำลอง CCR

2. ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคที่แท้จริง (Technical Efficiency หรือ Pure Technical Efficiency) คือ ค่าประสิทธิภาพการผลิตที่เกิดจากการที่หน่วยผลิตได้บนเส้น Production Frontier ซึ่งเป็นจุดการผลิตที่ได้ปริมาณผลผลิตที่มากที่สุด จากปัจจัยการผลิตที่กำหนดหรือจุดการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยที่สุด ณ ระดับปริมาณผลผลิตที่กำหนด ซึ่งค่าประสิทธิภาพเชิงเทคนิคจะเป็นประสิทธิภาพที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่แท้จริง โดยไม่คำนึงถึงประสิทธิภาพต่อขนาด (Scale Efficiency) ซึ่งค่า Technical Efficiency จะได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง BCC

3. ประสิทธิภาพต่อขนาด (Scale Efficiency) คือ ค่าประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น ณ ระดับการผลิตที่ต้นทุนเฉลี่ยต่ำที่สุด ค่า Scale Efficiency เกิดจากการนำค่า Overall Technical Efficiency หารด้วยค่า Technical Efficiency ซึ่งถ้าระดับการผลิตมากขึ้นหรือน้อยลงจากจุดที่เกิด Scale Efficiency จะทำให้ค่าความมีประสิทธิภาพโดยรวมลดลง

4. หน่วยการตัดสินใจ หรือ Decision Making Unit - DMU คือ หน่วยการผลิตภายในองค์กรที่มีการปฏิบัติงานในลักษณะที่เหมือนกันใน 1 DMU จะประกอบด้วย ปัจจัยการผลิต และปัจจัยผลผลิตที่ได้จากปัจจัยการผลิตที่ผ่านกระบวนการผลิตภายใน DMU เดียวกัน

5. เส้นขอบเขตประสิทธิภาพ (Efficient frontier) คือ ขอบเขตของการดำเนินงานที่ดีที่สุดหรือมีประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด เมื่อเทียบกับหน่วยผลิตอื่น ๆ โดยที่หน่วยการผลิตที่อยู่บนเส้นขอบเขตประสิทธิภาพจะมีค่าประสิทธิภาพเต็ม 100% หรือคะแนนประสิทธิภาพ (Efficiency Score) เท่ากับ 1 ส่วนหน่วยการผลิตที่ไม่อยู่บนเส้นขอบเขตประสิทธิภาพจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 100% หรือคะแนนประสิทธิภาพ (Efficiency Score) เท่ากับ 1

6. ชุดข้อมูลอ้างอิง (Reference Set) คือ ชุดของข้อมูลที่ประกอบด้วยหน่วยการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพและหน่วยการตัดสินใจที่ไม่มีประสิทธิภาพซึ่งถ้าค่าความมีประสิทธิภาพที่คำนวณได้ของแต่ละหน่วยการตัดสินใจจะคำนวณจากการเปรียบเทียบการดำเนินงานของแต่ละหน่วยการตัดสินใจที่อยู่ภายใต้ชุดข้อมูลอ้างอิงเดียวกัน

DEA เป็นวิธีการวัดค่าความมีประสิทธิภาพจากการผลิต (Efficiency Score) ของแต่ละหน่วยการตัดสินใจ (Decision Making Unit – DMU) ซึ่งในแต่ละ DMU จะประกอบด้วยปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด ดังนั้น ค่าความประสิทธิภาพจึงวัดได้จากสัดส่วนระหว่างปัจจัยผลผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (weighted outputs) และปัจจัยการผลิตรวมถ่วงน้ำหนัก (weighted inputs)

$$\text{Technical Efficiency} = \frac{\sum \text{weighted outputs}}{\sum \text{weighted inputs}}$$

ดังนั้นค่าความมีประสิทธิภาพที่ได้จึงเป็นค่าความมีประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) เนื่องจากมีการนำปัจจัยการผลิต และผลผลิตในแต่ละ DMU มาเปรียบเทียบกันเพื่อนำไปหาขอบเขต ความมีประสิทธิภาพในการผลิต

(Efficient Frontier) สำหรับ DMU ที่อยู่บน Efficient Frontier จะถูกประเมินว่ามีประสิทธิภาพ 100% โดยที่ค่าประสิทธิภาพที่ลดน้อยลงไปจะเท่ากับระยะห่างระหว่าง DMU นั้น ๆ กับ Efficient Frontier

แบบจำลองพื้นฐานของการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล

แบบจำลองพื้นฐานการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล(Data Envelopment Analysis : DEA) แบ่งเป็น 4 รูปแบบ จากแนวคิดของ Charnes, Cooper, Lewin, and Seiford (1994) โดยสามารถสรุปแบบจำลองพื้นฐานการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูลได้ดังนี้

1. CCR Model เสนอโดย Charnes, Cooper และ Rhodes ในปี ค.ศ. 1978 เป็นแบบจำลองที่คำนวณค่าต่ำสุดของปัจจัยการผลิตหรือค่าสูงสุดของปัจจัยผลผลิต โดยอยู่ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant Returns to Scale – CRS)

2. BCC Model เสนอโดย Banker, Charnes และ Cooper ในปี ค.ศ. 1984 เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณค่าต่ำสุดของปัจจัยการผลิตหรือค่าสูงสุดของปัจจัยผลผลิตเช่นเดียวกันแบบจำลอง CCR แต่จะอยู่ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale – VRS)

3. Additive Model เสนอโดย Charnes ในปี ค.ศ. 1985 แบบจำลองนี้จะคำนวณหาระยะทางสูงสุดจาก DMU ไปจนถึง Efficient Frontier โดยอยู่ภายใต้ข้อสมมติของผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale – VRS)

4. Multiplicative Model เสนอโดย Charnes ในปี ค.ศ. 1983 เป็นแบบจำลองที่ประยุกต์ใช้จากแบบจำลองทั้ง 3 ข้างต้น โดยการใส่ Log ที่ข้อมูลแรกเริ่ม

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้คือ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศไทย (Thailand Standard Industrial Classification: TSIC 2009) ในหมายเลขหมู่ย่อยที่ 3211 และหมายเลขกิจกรรมที่ 32111 และ 32112 โดยใช้จังหวัดกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่วิจัย เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยประกอบกิจการอยู่มากที่สุดจำนวน 488 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 64.38 จากจำนวนทั้งหมด 758 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม ,2560) โดยมีขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) จำนวน 220 แห่ง จากการคำนวณโดยสูตรทาโร ยามาเน่ (Yamane, 1973) ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3 จำนวนประชากรและจำนวนกลุ่มตัวอย่างวิสาหกิจอัญมณีและเครื่องประดับของไทย จำแนกตามประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

ประเภทของธุรกิจ	จำนวนประชากร (แห่ง)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (แห่ง)
วิสาหกิจขนาดกลาง	89	40
วิสาหกิจขนาดย่อม	399	180
รวม	488	220

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ใช้วิธีการวิเคราะห์การล้อมกรอบข้อมูล(Data Envelopment Analysis : DEA) เป็นวิธีการคำนวณการทางคณิตศาสตร์เรียกว่าโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) โดยวิธีการสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์(Non-parametric Statistic) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยครั้งนี้ กำหนดให้เป็นการวิเคราะห์ด้านปัจจัยการผลิต (Input – Oriented) ภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนแบบผันแปร(Variable Returns to Scale : VRS) เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจของไทยอยู่ในช่วงเติบโตอย่างช้าๆ โดยในช่วงปีพ.ศ. 2557 ถึง 2559 ประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ(GDP) เท่ากับร้อยละ 0.9 ร้อยละ 2.9 และร้อยละ 3.2 ตามลำดับ (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2560) ผู้บริหารวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย จึงมุ่งเน้นควบคุมต้นทุนการผลิตผ่านปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะจำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้สามารถพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ได้จำนวนเพิ่มขึ้น กอปรกับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยอยู่ภายใต้ตลาดแข่งขันไม่สมบูรณ์ (Imperfectly Competitive Market) เป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิตภายใต้นวัตกรรมทางเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดระดับความมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีออกเป็น 5 ระดับ (ปรับปรุงจาก สมคิด แก้วทิพย์ และกฤษดา ภัคดี , 2556) ได้แก่

ถ้าค่าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ระหว่าง 0.81-1.00 หมายถึงมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมากที่สุด

ถ้าค่าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ระหว่าง 0.61-0.80 หมายถึงมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมาก

ถ้าค่าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ระหว่าง 0.41-0.60 หมายถึงมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีปานกลาง

ถ้าค่าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ระหว่าง 0.21-0.40 หมายถึงมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีน้อย

ถ้าค่าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ระหว่าง 0.00-0.20 หมายถึงมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีน้อยที่สุด

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ข้อมูลที่น่ามาศึกษาเป็นข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บแบบสอบถาม ซึ่งชุดคำถามได้แก่ ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2559 ซึ่งมีตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพประกอบด้วย

ตัวแปรปัจจัยการผลิต (Inputs) จำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนบุคลากรทั้งหมด จำนวนบุคลากรที่ใช้ในการ

พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ สินทรัพย์รวม เงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ตัวแปรผลผลิต (Outputs) จำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนผลิตภัณฑ์ใหม่ จำนวนสิทธิบัตร

ทั้งนี้สามารถสรุปตัวแปรและคำอธิบายตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ได้ดังตารางที่ 4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ตารางแสดงตัวแปรการผลิต (Inputs) และตัวแปรปัจจัยผลผลิต (Outputs)

ตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร
ตัวแปรปัจจัยการผลิต (Inputs) ประกอบด้วย -จำนวนบุคลากรทั้งหมด -จำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ -สินทรัพย์รวม -เงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่	-ผู้บริหารและพนักงานทุกคนที่ปฏิบัติงานอยู่ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับภายในปีนั้น -ผู้บริหารและพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ในการสร้างและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อยู่ในของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับภายในปีนั้น -สินทรัพย์สุทธิตามงบการเงิน ณ วันสิ้นงวดบัญชีในปีนั้น ซึ่งการนำเสนองบการเงินวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมต้องแสดงรายการสินทรัพย์สุทธิและต้องแสดงรายการแยกจากกันในงบดุล -งบประมาณในปีนั้นที่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับใช้ในการสร้างสรรค์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ ซึ่งยังไม่เคยมีในตลาด รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงและดัดแปลงคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม
ตัวแปรปัจจัยผลผลิต (Outputs) ประกอบด้วย -จำนวนผลิตภัณฑ์ใหม่ -จำนวนสิทธิบัตร	-ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในปีนั้นที่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับได้สร้างสรรค์และพัฒนาขึ้นมา ซึ่งยังไม่เคยมีในตลาด รวมถึงไปถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงและดัดแปลงคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม -จำนวนหนังสือสำคัญที่รัฐออกให้เพื่อคุ้มครองการประดิษฐ์คิดค้นหรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะตามที่กำหนดในกฎหมาย กฎกระทรวง และระเบียบว่าด้วยสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับในปีนั้น

ผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

สรุปข้อมูลทางสถิติของตัวแปรปัจจัยการผลิต (Inputs) และตัวแปรผลผลิต (Outputs) รวมทั้งระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย โดยข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ของตัวแปรปัจจัยการผลิต (Inputs) และตัวแปรผลผลิต (Outputs) จำแนกตามประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม สรุปได้ดังตารางที่ 5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ข้อมูลทางสถิติของตัวแปรปัจจัยการผลิต (Inputs) และตัวแปรผลผลิต (Outputs) จำแนกตามประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย

ตัวแปร	วิสาหกิจขนาดกลาง				วิสาหกิจขนาดย่อม			
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ปัจจัยการผลิต (Inputs)								
- จำนวนบุคลากรทั้งหมด	84.96	200	3	54.16	26.19	150	2	24.63
- จำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่	7.26	35	1	6.82	3.68	40	0	4.75
- สินทรัพย์รวม	104,750,750 7,883,741.67	9,000,000,0 00	900,00 0	819,059,110.7 6	14,241,055 2,514,898.8	68,000,00 0	500,00 0	9,524,619.1 8
- เงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่		25,000,000	350,00 0	6,010,959.85	9	24,000,00 0	10,000	2,533,483.6 4
ปัจจัยผลผลิต (Outputs)								
- จำนวนผลิตภัณฑ์ใหม่	3.44	20	1	3.80	1.66	9	1	1.13
- จำนวนสิทธิบัตร	2.75	18	1	3.20	0.87	5	1	0.91

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยการผลิต (Inputs) และตัวแปรผลผลิต (Outputs) จำแนกตามประเภทของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย พบว่า วิสาหกิจขนาดกลาง มีจำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เฉลี่ยเท่ากับ 7.26 คน (S.D.=6.82) ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อม มีจำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เฉลี่ยเท่ากับ 3.68 คน (S.D.=4.75)

วิสาหกิจขนาดกลาง มีสินทรัพย์รวมเฉลี่ยเท่ากับ 104,750,750 บาท (S.D.=819,059,110.76) ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อม มีสินทรัพย์ รวมเฉลี่ยเท่ากับ 14,241,055 บาท (S.D.=9,524,619.18) วิสาหกิจขนาดกลาง มีเงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 7,883,741.67 บาท (S.D.=6,010,959.85) ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อม มีเงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 2,514,898.89 บาท (S.D.=2,533,483.64)

วิสาหกิจขนาดกลาง มีจำนวนผลิตภัณฑ์ใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 3.44 รุ่น (S.D.=3.80) ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อม มีจำนวนผลิตภัณฑ์ใหม่เฉลี่ยเท่ากับ 1.66 รุ่น (S.D.=1.13) วิสาหกิจขนาดกลาง มีจำนวนสิทธิบัตรเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 สิทธิบัตร (S.D.=3.20) ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อม มีจำนวนสิทธิบัตรเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 สิทธิบัตร (S.D.=0.91)

ตารางที่ 6 ระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย กรณีผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (VRS)

ระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยี		ประเภทวิสาหกิจ (ร้อยละ)		รวม (ร้อยละ)	ค่าประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย (VRS)
ระดับคะแนน	ความหมาย	วิสาหกิจขนาดกลาง	วิสาหกิจขนาดย่อม		
0.81-1.00	ประสิทธิภาพมากที่สุด	32.5	20.56	22.73	0.9606
0.61-0.80	ประสิทธิภาพมาก	17.5	16.67	16.82	0.6828
0.41-0.60	ประสิทธิภาพปานกลาง	17.5	19.44	19.09	0.4802
0.21-0.40	ประสิทธิภาพน้อย	32.5	43.33	41.36	0.3201
0.00-0.20	ประสิทธิภาพน้อยที่สุด	0	0	0	0
รวม		100	100	100	0.5572

จากตารางที่ 6 พบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย มีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมากที่สุด จำนวน 50 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.73 ระดับประสิทธิภาพด้าน

ปีที่ 9 ฉบับที่ 17 มกราคม – มิถุนายน 2561

นวัตกรรมทางเทคโนโลยีมากจำนวน 37 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 16.82 ระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีปานกลาง จำนวน 42 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 19.09 ระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีน้อย จำนวน 91 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 41.36 และเมื่อพิจารณาจำแนกตามประเภทวิสาหกิจ กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยพบว่า วิสาหกิจขนาดกลางฯ มีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมากที่สุด และมีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีระดับน้อยที่เท่ากัน โดยมีจำนวน 13 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 32.5 ตามลำดับ อีกทั้งยังมีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีระดับมากและระดับปานกลางที่เท่ากันเช่นกัน โดยมีจำนวน 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 17.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย และผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีภายใต้ข้อสมมติ VRS

ระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยี		ผลตอบแทนต่อขนาด					
ระดับคะแนน	ความหมาย	CRS		IRS		DRS	
		แห่ง	ร้อยละ	แห่ง	ร้อยละ	แห่ง	ร้อยละ
0.81-1.00	ประสิทธิภาพมากที่สุด	26	11.82	7	3.18	17	7.73
0.61-0.80	ประสิทธิภาพมาก	7	3.18	6	2.73	24	10.91
0.41-0.60	ประสิทธิภาพปานกลาง	12	5.45	3	1.36	27	12.27
0.21-0.40	ประสิทธิภาพน้อย	13	5.91	6	2.73	72	32.73
0.00-0.20	ประสิทธิภาพน้อยที่สุด	0	0	0	0	0	0
รวม		58	26.36	22	10.00	140	63.64

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาผลตอบแทนต่อขนาดการดำเนินงานด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยภายใต้ข้อสมมติ VRS พบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ที่มีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่คงที่ (Constant Returns to Scale : CRS) จำนวน 58 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 26.36 ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น (Increasing Returns to Scale : IRS) จำนวน 22 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 10 ส่วนผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (Decreasing Returns to Scale : DRS) จำนวน 140 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.64 โดยวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ ที่มีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมากที่สุด มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น (IRS) จำนวน 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.18 มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (DRS) จำนวน 17 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 7.73 ขณะที่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ ที่มีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมาก มีผลตอบแทน

ต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น (IRS) จำนวน 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.73 มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (DRS) จำนวน 24 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 10.91

ในส่วนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีปานกลาง มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น (IRS) จำนวน 3 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 1.36 มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (DRS) จำนวน 27 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 12.27

ส่วนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีน้อย มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น (IRS) จำนวน 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 2.73 มีผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (DRS) จำนวน 72 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 32.73

จะเห็นได้ว่า ผลตอบแทนต่อวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ส่วนใหญ่เป็นผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (DRS) รวมทุกระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยี โดยมีจำนวน 140 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 63.64 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยการผลิต (Inputs) ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมๆ ที่ประกอบด้วย จำนวนบุคลากรทั้งหมด จำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ สิทธิบัตรรวม เงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เมื่อนำปัจจัยการผลิตดังกล่าวเข้ามาในสัดส่วนหนึ่ง แล้วก่อให้เกิดผลผลิต (Outputs) ซึ่งประกอบด้วย จำนวนผลิตภัณฑ์ใหม่และจำนวนสิทธิบัตร ออกมาในสัดส่วนที่น้อยกว่า หรืออาจกล่าวได้ว่า ผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (Decreasing Returns to Scale : DRS) ตลอดจนสะท้อนให้เห็นว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมๆ ส่วนใหญ่ใช้ปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสมหรือไม่ มีประสิทธิภาพ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมๆ กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทยพบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมๆ มีประสิทธิภาพทางด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับน้อย มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย กรณีผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (Variable Returns to Scale : VRS) เท่ากับ 0.3201 แสดงว่าการดำเนินงานด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย มีประสิทธิภาพน้อย และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีภายใต้ข้อสมมติ VRS พบว่า ผลตอบแทนต่อขนาดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมๆ ส่วนใหญ่เป็นผลตอบแทนต่อขนาดด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่ลดลง (Decreasing Returns to Scale : DRS) ซึ่งสะท้อนถึงการใช้อย่างไม่เหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมๆ ควรลดปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (Inputs) ซึ่งประกอบด้วย จำนวนบุคลากรทั้งหมด จำนวนบุคลากรที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ สิทธิบัตรรวม เงินทุนในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และคงผลผลิตไว้ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความมีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะ**ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย**

จากผลการวิจัยได้สะท้อนให้เห็นว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพทางด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับน้อย และเมื่อพิจารณาจำแนกตามประเภทวิสาหกิจฯ พบว่า วิสาหกิจขนาดกลางส่วนใหญ่มีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากที่สุดกับระดับน้อยที่สุดในสัดส่วนที่คิดเป็นร้อยละที่เท่ากัน ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อมส่วนใหญ่มีระดับประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับน้อย ดังนั้นภาครัฐควรกำหนดนโยบายที่มุ่งเน้นความร่วมมือและให้การสนับสนุนทั้งในเชิงกฎหมาย ลดอุปสรรคและเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรทางการบริหาร รวมทั้งสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือที่ใกล้ชิดระหว่างวิสาหกิจขนาดกลางเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิทยาการการพัฒนาเทคโนโลยีอันจะเป็นการเพิ่มพูนประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางที่มีประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่อยู่ในระดับน้อยที่สุดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่วนวิสาหกิจขนาดย่อมซึ่งมีข้อจำกัดมากกว่าวิสาหกิจขนาดกลางฯ ภาครัฐควรกำหนดนโยบายในลักษณะเดียวกับวิสาหกิจขนาดกลางฯ ที่เสนอไว้ข้างต้นแต่ควรเพิ่มเติมนโยบายการส่งเสริมการพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคลากรในกลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับ ให้มีความรู้ความสามารถที่ก้าวทันโลกที่เปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงรูปแบบธุรกิจฯ ทักษะการพัฒนาผลิตภัณฑ์และนำไปสู่การจดสิทธิบัตร การสนับสนุนให้มีการสร้างและพัฒนากิจกรรมเพื่อการออกแบบและการผลิตในองค์กรที่มีความต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีเท่านั้น ไม่ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป จึงควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ ด้วย
2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มปัจจัยการผลิต (Inputs) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับ อาทิเช่น จำนวนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตและการดำเนินงาน จำนวนเงินทุนสำหรับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตและการดำเนินงาน จำนวนโครงการวิจัยและพัฒนา เป็นต้น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีมีความครอบคลุมมากขึ้น
3. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพิ่มเติม โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) จากนักวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหารวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ เพื่อให้ได้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมทางเทคโนโลยีของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมฯ กลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับไทย ที่สะท้อนจากมุมมองเชิงลึกของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2560). *ฐานข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม ตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรม (ประเทศไทย)*
ไทย) TSIC 2009. < <http://www.userdb.diw.go.th/results1.asp>>
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2545). *กฎกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดจำนวนการจ้างงานและมูลค่าสินทรัพย์ถาวร
ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ.2545.*
- คมสัน ขจรชีพพันธุ์งามและวีรจ ุฑ มาฆะศิริรานนท์. (2555). *คัมภีร์นวัตกรรม*. กรุงเทพฯ : เอ็กสเปอร์เน็ท.
- จินตนาพร สุวรรณจันทร์ดี. (2548). *การประเมิน ประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยวิธี DEA กรณีศึกษาของบริษัท
ประกัน*
สินเชื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, คณะเศรษฐศาสตร์.
- ทวีป ศิริศรีคมและคณะ. (2547). *ศาสตร์และศิลป์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับด้วยงานวิจัย.
กรุงเทพฯ*
: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ธีรศักดิ์ ภัฏจนพงศ์. (2560). *ขนาดองค์กรและการรับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีในประเทศไทย. TNI Journal of
Business
Admonistration and Languages, 5(2) : 24.*
- นรวัฒน์ ชุตินวงศ์ และณัฐสิทธิ์ เกิดศรี. (2554). *การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งนวัตกรรมใน
ประเทศไทย*
ไทย, *บริหารธุรกิจ*. 34 (130) : 48 ; เมษายน – มิถุนายน.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสพชัย พุฒนทร์. (2551). *การประเมินประสิทธิภาพองค์กรด้วยวิธี DEA : การเรียงลำดับประสิทธิภาพของตัว
แบบ CCR และตัวแบบ BCC , บริหารธุรกิจ*.31(120) : 51 ; ตุลาคม – พฤศจิกายน.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2553). *การเขียนรายงานวิจัยและวิทยานิพนธ์*.กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.
- พสุ เดชะรินทร์. (2556). *ความสำคัญของนวัตกรรมในการแข่งขันยุคใหม่*.2546.<[http://
www.nidambe11.net/ekonomiz/2003q4/article2003dec09p3.htm](http://www.nidambe11.net/ekonomiz/2003q4/article2003dec09p3.htm)>
- พยัต วุฒิรงค์. (2555). *การจัดการนวัตกรรมจากแนวคิดสู่การปฏิบัติที่เป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ ธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก ธนาคารออมสิน. (2560). *รายงานประมาณการการขยายตัวทาง
เศรษฐกิจไทย (GDP) ปี2560*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- สุกัลยา ธรรมรักษาและคณะ. (2553). *โครงการจัดทำสำมะโนอุตสาหกรรมอัญมณีและ เครื่องประดับไทย*, วิชาการ
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.30(1) : 75.
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. *แผนปฏิบัติการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมราย
สาขา*
อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ. กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.
- _____. (2560). *รายงานสถานการณ์วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- สมคิด แก้วทิพย์ และ กฤษดา ภัคดี. (2556). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของ
สหกรณ์*
การเกษตรในภาคเหนือตอนบน. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สมนึก เอื้อจิระพงษ์และคณะ. (2553). *นวัตกรรม ความหมาย ประเภทและความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ*

บริหารธุรกิจ. 33 (128) : 52.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ. (2552). *โครงการจัดทำสำมะโนอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทย*. กรุงเทพฯ.

สุภาวดี ขุนทองจันทร์. (2553). *การศึกษาผลลัพธ์ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่ดำเนินธุรกิจด้วยหลักการเศรษฐกิจพอเพียง : กรณีศึกษาธุรกิจที่ส่งผลงานเข้าประกวดตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับสำนักงาน*

คณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา. 2(4) : 113 ; กรกฎาคม – ธันวาคม .

อรรถพล สืบพงศกร. (2555). *ระเบียบวิธีการของ Data Envelopment Analysis (DEA) และการวัดประสิทธิภาพเชิง*

เทคนิค. *CMU Journal of Economics*, 16(1). 43-82.

อัครพงศ์ อันทอง. (2547). *คู่มือการใช้ DEAP 2.1 สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment*

Analysis. เชียงใหม่ : สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Akroush, M. (2008). Exploring the mediation effect of service quality implementation on the relationship between service quality and performance in the banking industry in Jordan , *An International Journal of Management*, 10(1),98-122.

Banker, R.D; Charnes, A. and Cooper W.W. (1984). *Models for Estimating of Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*. *Management Science*. 30 : 1678-1692.

Charnes, A., Cooper, W.W and Rhodes,E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making unit*. *European*

Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.

Charnes A, Cooper, W.W., Lewin, A.Y and Seiford, L.M. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology*

and application. Boston : Kluwer Academic Publishers.

Coelli, Timothy J., Rao, D.S. Prasada.; O'Donnel.; Cristopher J. and Battese, George.E. (1998). *An Introduction to*

Efficiency and Productivity Analysis. Boston : Kluwer Academic Publishers.

Farrell,M.J. (1957). *The measurement of Productive Efficiency*. *Journal of the Royal Statistical Society*, A(120), 253-

290.

Lin, Yun. (2011). *The Efficiency Study of Regional Technological Innovation : Based on Provinces Level*. *Energy*

Procedia, (5),1579-1583.

Mentz, J.C. (1999). *Defining Technological Innovation*. สืบค้น 9 กันยายน 2560, จาก

<http://www.repository.up.ac.za/handle>.

OECD. (2013). *Glossary of Statistical Terms : Technological Innovations*. สืบค้น 19 เมษายน 2560, จาก <http://www.stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2688>.

Stock, G.N., Greis N.P. and Fischer W.A. (2002). *Firm Size and Dynamic Technological Innovation*, *Technovation*, 22,537-549.

- Xiaomian, Hu. (2010). *Study on Regional Technical Innovation Efficiency Discrepancy and Its Influential Factors*.
Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management., 449-452.
- Xiaofeng, yu. and Renyong, Chi. (2006). *Enterprise Technological Innovation Efficiency and Its Affecting Factors*. The
Eighth West Lake International Conference on SMB.
- Yamane, T. (1973). *Statistics : An Introductory Analysis*. (3rd ed). New York : Harper and Row.