

ตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการว่างงาน ในประเทศไทย¹

ชูเกียรติ นฤพรธราช²
ลีล อังศรีสว่าง³

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย จากตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับอัตราการว่างงานในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลที่มีระยะการติดตามในการเก็บรวมข้อมูลเป็นเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง 2550 โดยแต่ละปี มีข้อมูลของแต่ละจังหวัด ซึ่งมีทั้งหมด 76 จังหวัด ประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้ ตัวแปรตาม คือ จำนวนผู้ว่างงาน ส่วนตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนผู้ประกอบการ จำนวนโรงงาน เงินทุน และอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ วิธีการศึกษาทำการพัฒนาตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย ด้วยตัวแบบสมการของการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั่วไป (Generalized Estimating Equations) และตัวแบบผสมเชิงเส้นพารามิเตอร์ทั่วไป (Generalized linear Mixed Models) ที่พิจารณาความแตกต่างของจังหวัดเป็นเทอมอิทธิพลสุ่มในตัวแบบ จากทั้งสองตัวแบบ พิจารณาตัวแปรตามที่มีการแจกแจงแบบปัวซองและทวินามนิเสธ

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ จำนวนผู้เสียชีวิต เงินทุน และอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ ส่วนตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบสมการของการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ และตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลร่วมผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ ตัวแบบผสมเชิงเส้นพารามิเตอร์ทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ

คำสำคัญ: อัตราการว่างงาน, ข้อมูลระยะยาว, สมการของการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั่วไป, ตัวแบบผสมเชิงเส้นพารามิเตอร์ทั่วไป, ทวินามนิเสธ

¹ การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย

² นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Abstract

The purpose of this study was to determine the potential factors affecting unemployment rates in Thailand during the period of 2005 to 2007. The dataset were used in this study was collected from the National Statistical Office (NSO) and the department of employment as a longitudinal data for 76 provinces in Thailand. Two statistical approaches of generalized estimating equations (GEE) and generalized linear mixed model (GLMM) were employed to develop the prediction models of unemployed rates, using these variables: population density, number of deaths, number of entrepreneurs, number of factories, finance and minimum wage rate as predictors in the process of modeling.

Our findings indicate that the appropriate models for prediction of unemployment rates were the followings: 1) the GEE model that treated the dependence variable, number of unemployed persons, as a negative binomial distribution, and 2) the GLMM model with random intercept that also treated the dependence variable, number of unemployed persons, as a negative binomial distribution. The statistical significant factors at a 0.05 level consisted of number of deaths, finance, and minimum wage rates.

Keywords: *Unemployment rate, Longitudinal data, Generalized estimating equations, Generalized linear mixed models, Negative binomial*

1. ความสำคัญของปัญหา

ภาวะวิกฤตเศรษฐกิจที่ผ่านมา ปัญหาหลักคือ ปัญหาการว่างงานที่พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมมีการปิดตัวลงหลายแห่ง รวมถึงผู้ประกอบการหลายรายต่างปรับลดคนงานลง โดยผลจากรายงานสถานการณ์แรงงานในช่วงไตรมาส 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม ปี 2552 (สถานการณ์แรงงาน ไตรมาส 1 ปี 2552, สำนักงานปลัดกระทรวงแรงงาน กระทรวงแรงงาน) พบว่า มีสถานประกอบการที่เลิกกิจการ จำนวน 272 แห่ง ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 23,712 คน โดยสรุปภาคที่สถานประกอบการเลิกจ้างสูงสุดคือ ภาคกลาง จำนวน 96 แห่ง หรือร้อยละ 35.30 ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 9,056 คน รองลงมา คือ ภาคเหนือ 5 จังหวัดรอบกรุงเทพมหานคร และภาคใต้ มีจำนวน 71 แห่ง หรือร้อยละ 26.10 ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 3,969 คน 40 แห่ง หรือร้อยละ 14.71 ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 7,228 คน และ 29 แห่งหรือร้อยละ 10.66 ลูกจ้างที่ถูกเลิกจ้าง 500 คนตามลำดับ โดยประเภทกิจการที่มีการเลิกจ้างสูงสุด คือ ประเภทการผลิต จำนวน 198 แห่ง หรือร้อยละ 72.79 ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 21,774 คน รองลงมาคือ การขายส่ง การขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์ 25 แห่ง หรือร้อยละ 9.19 ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 220 คน และบริการ

ด้านอสังหาริมทรัพย์ การให้เช่า และบริการทางธุรกิจ จำนวน 18 แห่ง หรือร้อยละ 6.62 ลูกจ้างถูกเลิกจ้าง 988 คน และอัตราการจ้างงานมีความสัมพันธ์กับธุรกิจการส่งออกเป็นหลัก เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม อุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และโรงแรมภัตตาคาร ซึ่งธุรกิจดังกล่าวมีอัตราความต้องการและขาดแคลนแรงงานสูง นอกจากนี้ยังพบว่า ความต้องการแรงงานในระดับมัธยมศึกษาหรือต่ำกว่ามีมากที่สุด รองลงมาคือปริญญาตรี ปวส.และอนุปริญญา อีกสาเหตุของการขาดแคลนแรงงานคือ ยิ่งค่าแรงต่ำยิ่งมีผลให้ขาดแคลนแรงงานสูงขึ้น และกลุ่มคนที่ขาดทักษะในอาชีพเฉพาะทางก็มักจะตกงานมากขึ้น

ในปัจจุบันนี้ (ปี 2552) เกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจกับสหรัฐอเมริกา และสถาบันการเงินต่างๆ ทั่วโลก อัตราการซื้อยังชะลอตัว ทำให้การส่งออกสินค้าไทยปีหน้าจะต้องเผชิญการแข่งขันสูงและรุนแรง โดยเริ่มตั้งแต่ไตรมาสสุดท้ายนี้เป็นต้นไป ผลพวงจากกำลังซื้อประเทศใหญ่อย่างสหรัฐอเมริกาลดลงมาก ทำให้ทุกประเทศที่ส่งออกสินค้าพยายามแข่งขันด้านราคา สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้รายงานว่าอุตสาหกรรมหลักที่ได้รับผลกระทบในปีหน้า คือ อุตสาหกรรมสิ่งทอ เครื่องประดับ อิเล็กทรอนิกส์ อาหาร และบางอุตสาหกรรมในขณะนี้ เช่น เสื้อผ้า ไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์ เซรามิก ลดกำลังการผลิตลง 20-30% จากปัญหาค่าสั่งซื้อที่ลดลง ส่วนการท่องเที่ยว ได้รับผลกระทบมากขึ้น ล่าสุดพบว่าปริมาณนักท่องเที่ยวทั่วโลกลดลงประมาณ 5-10% ส่วนประเทศไทยลดลงประมาณ 15-20% ถือได้ว่าต่ำสุดในรอบ 20 ปี และปีหน้าอาจจะปรับลดลงอีก ทั้งหมดนี้คาดว่าจะส่งผลต่อการจ้างงานในปีหน้าที่คาดว่าจะลดลง 1 ล้านคน รวมทั้งกระทบแรงงานใหม่ที่จะจบการศึกษาเดือนมีนาคมประมาณ 700,000 คน ที่ทำให้หางานทำยากขึ้น โดยเฉพาะหากการเมืองไทยยังคงมีปัญหาอย่างต่อเนื่องจะส่งผลกระทบต่อความมั่นใจในการลงทุนทั้งในและนอกประเทศตามมา (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2551)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทยจากตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย โดยปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย ได้แก่ ความความหนาแน่นของประชากรในแต่ละพื้นที่มากขึ้นจะทำให้อัตราว่างงานลดลง (เอกรินทร์, 2546) จำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละพื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราว่างงานเพิ่มขึ้น (จิตติรัตน์, 2546) จำนวนผู้ประกอบการและจำนวนโรงงานในแต่ละพื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราว่างงานลดลง (วิจิตร, 2549) และ อัตราจ้างขั้นต่ำและเงินทุนในแต่ละพื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราว่างงานอัตราว่างงานลดลง (มยุรีย์, 2544) ส่วนผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับคือ ได้ข้อมูลปัจจัยที่เป็นประโยชน์ต่อผู้หางานทำได้ และมีประโยชน์ต่อผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการบริหารงานระดับประเทศ และระดับจังหวัด เพื่อนำมาวางแผนแก้ปัญหาการว่างงานและวางแผนนโยบายการพัฒนาประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย
- 2) เพื่อหาตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

มยุรีย์ สาขุม (2544) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาการว่างงานกับการประกันสังคมกรณีการประกันการว่างงานของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการว่างงานของประเทศไทย ในช่วง ปี พ.ศ. 2515-2542 และศึกษาถึงการประกันสังคมกรณีการประกันการว่างงานตามพระราชบัญญัติประกันสังคม พ.ศ. 2533 การวิเคราะห์แบบจำลองการว่างงานใช้วิธีการวิเคราะห์หาคอถอยพหุ โดยผลการวิเคราะห์แบบจำลองการว่างงาน พบว่า แบบจำลองการว่างงานเพศชายมีตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติคือ กำลังแรงงานรวม การลงทุนภาคเอกชนและการลงทุนภาครัฐบาล ซึ่งตัวแปรดังกล่าวมีผลกระทบต่อระดับการว่างงาน ส่วนในแบบจำลองการว่างงานรวมและการว่างงานเพศหญิงมีเพียงกำลังแรงงานรวมเท่านั้นที่มีอิทธิพลกับระดับการว่างงาน

ศศิธร วินะยานุวัติคุณ (2544) ได้ศึกษาเรื่อง บทบาทของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ : การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2519-2530 และ 2531-2539 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงแหล่งที่มาและโครงสร้างของเทคโนโลยี ตลอดจนปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยเน้นวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี การวิเคราะห์อาศัยฟังก์ชันการผลิตแบบคอบบ์-ดักลาส โดยใช้ข้อมูลทุกปีที่มีรายปีแบบอนุกรมเวลา ในช่วงปี พ.ศ. 2519-2539 จากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องผลการวิเคราะห์ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทั้ง 2 ช่วงเรียงตามลำดับคือ ปัจจัยทุน ปัจจัยแรงงาน และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี

สุจิต สันนิธิลาวณย์ (2545) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและปัจจัยแรงงานจำแนกตามระดับการศึกษาของไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคำตอบว่าคุณภาพของแรงงานที่แตกต่างกันตามระดับการศึกษาจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศอย่างไร โดยใช้ข้อมูลรายปีที่แบ่งออกเป็น 2 ช่วงตั้งแต่ปี 2517-2543 พบว่า ผลผลิตโดยรวมของประเทศได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงาน แต่ระดับการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับสูงกว่าจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตมากกว่าแรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับต่ำกว่า

เอกรินทร์ อนุกุลยุทธอน (2546) ได้ศึกษาเรื่อง การแก้ปัญหาวิกฤติเมืองด้วยการวางผังเชิงนิเวศกรณีศึกษา : กรุงเทพมหานคร พบว่า กรุงเทพมหานครมีพื้นที่ปกคลุม 980,461 ไร่ หรือ 1,568,737 ตารางกิโลเมตร โดยมีประชากรจากทะเบียนราษฎรในปี พ.ศ. 2544 ถึง 5,726,203 คน หรือคิดเป็นความหนาแน่นประชากรคนต่อไร่ โดยพบว่าความหนาแน่นประชากรส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในทิศทางเดียวกัน ส่วนด้านสิ่งแวดล้อมจะส่งผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจในทิศทางตรงกันข้าม

วิจิตรา ศรีโชติ (2549) ได้ศึกษาเรื่องทัศนคติของประชาชนต่อการจัดตั้งโรงงานประกอบรถยนต์ของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ในเขตอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติของประชาชนและศึกษาและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นภายหลังการก่อการสร้างโรงงานประกอบรถยนต์ ผลการศึกษาพบว่า ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ โดยรวมอยู่

ในระดับที่มีผลกระทบค่อนข้างมาก ได้แก่ ประเด็นการตั้งโรงงานโดยตัว ทำให้ราคาที่ดินและค่าเช่าบ้านพักอาศัยมีราคาสูงขึ้น ในด้านอาชีพทำให้ประชาชนมีอาชีพที่หลากหลายขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้น อัตราการว่างงานลดลง แต่จะทำให้อัตราค่าครองชีพสูงขึ้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำเป็นแนวทางในการศึกษาหาตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย ซึ่งปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย คือ ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนผู้ประกอบการ จำนวนโรงงาน เงินทุน อัตราจ้างขั้นต่ำ

4. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ลักษณะของข้อมูลที่รวบรวมมาศึกษาครั้งนี้ มีลักษณะมีการเก็บข้อมูลซ้ำในแต่ละจังหวัด ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การศึกษาประเภทข้อมูลระยะยาว (Longitudinal Data) โดยใช้แบบจำลองในการศึกษาค้างนี้

4.1 ตัวแบบสมการของการประมาณค่าความถ่วงน้ำหนักทั่วไป

ตัวแบบสมการของการประมาณค่าความถ่วงน้ำหนักทั่วไป (Generalized Estimating Equations) เป็นตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์หาตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย เพื่ออธิบายค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ว่างงานในประเทศไทย มีตัวแบบดังสมการที่ 1

4.2 ตัวแบบผสมเชิงเส้นความถ่วงน้ำหนักทั่วไป

ตัวแบบผสมเชิงเส้นความถ่วงน้ำหนักทั่วไป (Generalized Linear Mixed Models: GLMM) เป็นตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์หาตัวแบบที่เหมาะสม สำหรับตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลสุ่มผสม เพราะตัวแปรตามที่ศึกษาครั้งนี้มีการเก็บข้อมูลซ้ำในแต่ละหน่วย และกำหนดอิทธิพลสุ่มในการศึกษา เพื่ออธิบายค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ว่างงานในแต่ละจังหวัด มีตัวแบบดังสมการที่ 2

สมการที่ 1 และ 2

$$\log(\mu_{ij}) = \log(n_{ij}) + \beta_0 + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_3 x_{3ij} + \beta_4 x_{4ij} + \beta_5 x_{5ij} + \beta_6 x_{6ij} \quad (1)$$

$$\log(\mu_{ij}) = \log(n_{ij}) + \beta_0 + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 x_{2ij} + \beta_3 x_{3ij} + \beta_4 x_{4ij} + \beta_5 x_{5ij} + \beta_6 x_{6ij} + b_{0i} \quad (2)$$

- ## 5. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

6. วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาหาตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย โดยในการศึกษานี้จะเกิดขึ้นได้สองเหตุการณ์ คือ ว่างงาน และไม่ว่างงาน ซึ่งเป็นตัวแปรแบบไม่ต่อเนื่อง แต่ตัวแปรสุ่มที่สนใจศึกษาคือ จำนวนผู้ว่างงาน ดังนั้นตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษาคือ จำนวนผู้ว่างงาน เป็นข้อมูลลักษณะจำนวนนับ โดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ∞ ซึ่งมีการแจกแจงเบี่ยงตันเป็นแบบปัวซอง และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับค่าเฉลี่ย แต่ถ้าค่าความแปรปรวนมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย จะเรียกปัญหานี้ว่า การเกิดโอเวอร์ดิสเพอร์ชัน (overdispersion) จึงมีการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้ตัวแบบทางสถิติที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ โดยค่าของตัวแปรสุ่มมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ∞ เหมือนการแจกแจงปัวซอง ซึ่งกล่าวไว้ในงานวิจัยของ Guimaraes (2008) ผู้วิจัยจึงศึกษาตัวแบบทางสถิติที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบปัวซองและทวินามนิเสธ โดยกำหนดวิธีการศึกษา เป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย ที่มีเก็บข้อมูลจำนวนผู้ว่างงานในแต่ละจังหวัด และมีการเก็บข้อมูลซ้ำในระยะเวลาติดตาม 3 ปี (2548-2550) โดยใช้วิธีสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไป (Generalized Estimating Equations) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอย เมื่อข้อมูลที่ศึกษา มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่อิสระในการกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม เพราะ ในการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยทั่วไป จะกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์แบบอิสระ ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ ถ้าข้อมูลที่ศึกษาไม่ได้อิสระกัน จะทำให้ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ไม่เหมาะสม และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของ GEE จะใช้วิธีการประมาณถึงภาวะน่าจะเป็น สูงสุด (Quasi-Maximum Likelihood Estimator) แต่เมื่อที่ข้อมูลมีขนาดตัวอย่างที่ใหญ่จะทำให้ได้ ค่าการประมาณพารามิเตอร์เท่ากับค่าประมาณพารามิเตอร์จากวิธีการประมาณภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimator) กล่าวโดย Liang et al. (1986) และวิธี GEE จะต้องมีการกำหนด โครงสร้างความสัมพันธ์ก่อนการประมาณค่าพารามิเตอร์ทุกครั้ง ซึ่งสมการการประมาณค่าวงนัย ทั่วไป มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) ตัวประกอบเชิงกลุ่มและฟังก์ชันของตัวประกอบเชิงกลุ่ม

ตัวประกอบเชิงกลุ่มของสมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป คือ $\mu_{ij} = E(Y_{ij})$

ฟังก์ชันของตัวประกอบเชิงกลุ่มของสมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป คือ $g(\mu_{ij}) = X'_{ij} \beta$

โดยที่ Y_{ij} แทน ตัวแปรตามที่ i ณ ครั้งที่เก็บซ้ำที่ j

X'_{ij} แทน เมทริกซ์ของตัวแปรอิสระหรืออิทธิพลคงที่ที่มี k ตัวแปร

β แทน เวกเตอร์ของสัมประสิทธิ์ของการถดถอย

$g(.)$ แทน ฟังก์ชันเชื่อมโยง

2) ความแปรปรวนของ Y_{ij}

$$V(Y_{ij}) = V(\mu_{ij}) \phi$$

โดยที่ ϕ แทน ค่าสเกลพารามิเตอร์หรือค่าคิสเพอร์ชัน

$V(.)$ แทน ฟังก์ชันความแปรปรวน

3) ฟังก์ชันเชื่อมโยงและฟังก์ชันความแปรปรวน

- ตัวแปรตามมีลักษณะเป็นการแจกแจงปัวซอง

$$g(\mu_{ij}) = \log(\mu_{ij})$$

$$V(\mu_{ij}) = \mu_{ij}$$

$$\phi = 1$$

- ตัวแปรตามมีลักษณะเป็นการแจกแจงทวินามนิเสธ

$$g(\mu_{ij}) = \log(\mu_{ij})$$

$$V(\mu_{ij}) = \mu_{ij} + k\mu_{ij}^2, k > 0$$

$$\phi = 1$$

4) โครงสร้างความสัมพันธ์ (Correlation structure)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไป ต้องมีการกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์ก่อน โดยโครงสร้างสัมพันธ์ทั่วไปมีหลายแบบ (Nick et al., 2008) แต่ผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะโครงสร้างพื้นฐานที่นำมาใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ มี 4 แบบ คือ

4.1) แบบอิสระ (Independence)

โครงสร้างความสัมพันธ์แบบอิสระ มีความแปรปรวนร่วม $\text{Corr}(Y_{ij}, Y_{ik}) = \begin{cases} 1 & j = k \\ 0 & j \neq k \end{cases}$ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

$$R(\rho) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4.2) แบบแลกเปลี่ยน (Exchangeable)

โครงสร้างความสัมพันธ์แบบแลกเปลี่ยน มีความแปรปรวนร่วม $\text{Corr}(Y_{ij}, Y_{ik}) = \begin{cases} 1 & j = k \\ \rho & j \neq k \end{cases}$ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

$$R(\rho) = \begin{bmatrix} 1 & \rho & \cdots & \rho \\ \rho & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \rho \\ \rho & \cdots & \rho & 1 \end{bmatrix}$$

4.3) แบบอัตถสหสัมพันธ์ อันดับที่ 1 (First-order autoregressive : AR1)

โครงสร้างความสัมพันธ์ อันดับที่ 1 มีความแปรปรวนร่วม $\text{Corr}(Y_{ij}, Y_{i(j+t)}) = \rho^t$ เมื่อ $t = 0, 1, 2, \dots, n_i - j$ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

$$R(\rho) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} = \rho^{|1-2|} & \cdots & \rho_{1j} = \rho^{|1-j|} \\ \rho_{21} = \rho^{|2-1|} & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \rho_{(i-1)j} = \rho^{|(i-1)-j|} \\ \rho_{i1} = \rho^{|i-1|} & \cdots & \rho_{i(j-1)} = \rho^{|i-(j-1)|} & 1 \end{bmatrix}$$

4.4) แบบไม่ทราบโครงสร้าง (Unstructured)

โครงสร้างความสัมพันธ์แบบไม่ทราบโครงสร้าง มีความแปรปรวนร่วม

$$\text{Corr}(Y_{ij}, Y_{ik}) = \begin{cases} 1 & j = k \\ \rho_{jk} & j \neq k \end{cases}$$

ซึ่งมีลักษณะดังนี้

$$R(\rho) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1j} \\ \rho_{21} & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \rho_{(i-1)j} \\ \rho_{i1} & \cdots & \rho_{i(j-1)} & 1 \end{bmatrix}$$

สำหรับตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษามีลักษณะเป็นการแจกแจงปัวซองและการแจกแจงทวินามนิเสธ ซึ่งมีตัวแปรอิสระทั้งหมด 6 ตัวแปร ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ ตารางกิโลเมตร จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนผู้ประกอบการ จำนวนโรงงาน เงินทุน และอัตราจ้างขั้นต่ำ โดยสมมติให้โครงสร้างความสัมพันธ์ มีรูปแบบอิสระ(Independent) แบบแลกเปลี่ยน(Exchangeable) แบบอัตถสหสัมพันธ์ อันดับที่ 1 (First-order autoregressive :AR1) และแบบไม่ทราบโครงสร้าง (Unstructured) ผู้วิจัยได้ใช้คำสั่ง PROC GENMOD ในโปรแกรม SAS สำหรับการวิเคราะห์ตัวแบบสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไป ที่มีตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซองและทวินามนิเสธ โดยวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเป็นแบบวิธีลดตัวแปร (Backward) และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยใช้ Mean Deviance ซึ่งค่าใกล้เคียง 1 จะสรุปได้ว่าตัวแบบเหมาะสม พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไป ที่มีตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซองและทวินามนิเสธ โดยใช้ค่า $\log - \text{likelihood}$ ซึ่งค่าที่สูงที่สุดจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด

ส่วนที่ 2 การศึกษาตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลผสม ที่มีการเก็บข้อมูลซ้ำในระยะเวลาติดตาม 3 ปี ซึ่งใช้วิธีของตัวแบบผสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไป (Generalized linear Mixed Models) โดยตัวแบบผสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไปเป็นตัวแบบทางสถิติที่เอื้อต่อตัวแปรตามที่มีการแจกแจงต่างๆ เช่น การแจกแจงทวินาม การแจกแจงปัวซอง การแจกแจงทวินามนิเสธ เป็นต้น เราจะเรียกว่าตัวแบบผสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไป ซึ่งเป็นตัวแบบที่ใช้สำหรับศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระหรือปัจจัย ตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไป ที่ประกอบด้วยปัจจัยอิทธิพลคงที่ (Fixed Effect) และปัจจัยอิทธิพลสุ่ม (Random Effects) โดยปัจจัยอิทธิพลสุ่มจะอธิบายลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละหน่วยศึกษา (Feddaget al., 2006) และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบผสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไปจะใช้วิธีกึ่งภาวะน่าจะเป็น (Quasi-likelihood) โดยอาศัยวิธีการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นอันดับที่หนึ่งเทียบกับพารามิเตอร์ที่ต้องการหาค่าประมาณค่าแล้วกำหนดให้เท่ากับศูนย์ ซึ่งจะไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ได้โดยตรง เนื่องจากสมการอยู่ในรูปแบบไม่เป็นเชิงเส้นในเทอมของพารามิเตอร์ ดังนั้นจะคำนวณค่าด้วยวิธีกึ่งภาวะน่าจะเป็นแบบย้อนทำซ้ำ (Iterative Quasi-likelihood) โดยตัวแบบผสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไป มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1) ความแปรปรวนของ Y_{ij} แบบมีเงื่อนไข

ความแปรปรวนของ Y_{ij} แบบมีเงื่อนไขที่ขึ้นกับ b_i เป็นดังนี้

$$\text{Var}(Y_{ij} | b_i) = \text{Var}\{E(Y_{ij} | b_i)\} \phi$$

โดยที่ ϕ แทน ค่าสเกลพารามิเตอร์หรือค่าคิสเพอร์ชัน

$V(.)$ แทน ฟังก์ชันความแปรปรวน

2) ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามแบบมีเงื่อนไข

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามแบบมีเงื่อนไขจะขึ้นกับอิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่ม b_i ผ่านตัวทำนายเชิงเส้นดังนี้

$$E(Y_{ij} | b_i) = \eta_{ij} = X'_{ij}\beta + Z'_{ij}b_i \text{ และ } \eta_{ij} = g\{E(Y_{ij} | b_i)\}$$

$$\text{จะได้ } g\{E(Y_{ij} | b_i)\} = X'_{ij}\beta + Z'_{ij}b_i$$

โดยที่ Y_{ij} แทน ตัวแปรตามที่ i ณ ครั้งที่เก็บซ้ำที่ j

X'_{ij} แทน เมทริกซ์ของตัวแปรอิสระหรืออิทธิพลคงที่ที่มี k ตัวแปร

β แทน เวกเตอร์ของพารามิเตอร์อิทธิพลคงที่

Z'_{ij} แทน เมทริกซ์ของอิทธิพลสุ่มที่มี q ตัวแปร

b_i แทน เวกเตอร์ของพารามิเตอร์อิทธิพลสุ่มของหน่วยศึกษาที่ i

3) กำหนดค่าให้เทอมอิทธิพลสุ่ม b_i

กำหนดค่าให้เทอมอิทธิพลสุ่ม b_i มีการแจกแจงปกติพหุตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) คือ $b_i \sim N(0, G)$ และ b_i เป็นอิสระกันกับ X_i โดยสามารถเขียนโครงสร้างความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Cov}(Y_{ij} | b_i) &= \text{Cov}(e_{ij}) = R_i \\ \text{Cov}(Y_{ij}) &= \text{Cov}(Z'_{ij} b_i) + \text{Cov}(e_{ij}) \\ &= Z_{ij} \text{Cov}(b_i) Z'_{ij} + \text{Cov}(e_{ij}) \\ \text{จะได้ } \text{Cov}(Y_{ij}) &= Z_{ij} G Z'_{ij} + R_i \end{aligned}$$

โดยที่ G แทน เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของ b_i โดยส่วนใหญ่โครงสร้างความแปรปรวนร่วมของเมทริกซ์ G จะมีรูปแบบ Variance Component และ Unstructured

และ R_i แทน เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อน โดยมีข้อกำหนดว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่สัมพันธ์กับหน่วยศึกษาที่ต่างกันจะเป็นอิสระต่อกันและค่าความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$ กับอิทธิพลสุ่ม $b_1, \dots, b_n$ เป็นอิสระต่อกันด้วย

4) ฟังก์ชันเชื่อมโยงและฟังก์ชันความแปรปรวนของตัวแปรตามที่มีลักษณะเป็นการแจกแจงปัวซองและการแจกแจงทวินามนิเสธ

- ตัวแปรตามที่มีลักษณะเป็นการแจกแจงปัวซอง

$$\begin{aligned} g \{E(Y_{ij} | b_i)\} &= \log \{E(Y_{ij} | b_i)\} \\ \text{Var}(Y_{ij} | b_i) &= E(Y_{ij} | b_i) \text{ และ } \phi = 1 \end{aligned}$$

- ตัวแปรตามที่มีลักษณะเป็นการแจกแจงทวินามนิเสธ

$$\begin{aligned} g \{E(Y_{ij} | b_i)\} &= \log \{E(Y_{ij} | b_i)\} \\ \text{Var}(Y_{ij} | b_i) &= E(Y_{ij} | b_i) + k \{E(Y_{ij} | b_i)\}^2, k > 0 \\ \phi &= 1 \end{aligned}$$

สำหรับตัวแปรตามในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะเป็นการแจกแจงปัวซองและการแจกแจงทวินามนิเสธ และจะกำหนดค่าคงที่ (Intercept) เป็นเทอมอิทธิพลสุ่มในตัวแทนผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป คือยอมให้แต่ละจังหวัดจะมีความแตกต่างกันที่เรียกกันว่า ค่าคงที่สุ่ม และสมมติให้โครงสร้างความแปรปรวนร่วมภายในจังหวัดเดียวกันของค่าสังเกตที่มีการเก็บซ้ำในระยะเวลา 3 ปี มีลักษณะตามรูปแบบ AR(1) ผู้วิจัยได้ใช้คำสั่ง PROC GLIMMIX ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS สำหรับสำหรับการวิเคราะห์ตัวแทนผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป ที่มีตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซองและทวินามนิเสธ

โดยวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเป็นแบบวิธีลดตัวแปร (Backward) และตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยใช้ Generalized $\chi^2 / d.f.$ ซึ่งค่าใกล้เคียง 1 จะสรุปได้ว่าตัวแบบเหมาะสม พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป ที่มีตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซองและทวินามนิเสธโดยใช้ค่า Pseudo - Akaike Information Criterion : Pseudo - AIC ซึ่งค่าที่ต่ำสุดจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด

7. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ผลการวิเคราะห์ตัวแบบ GEE ของอัตราการว่างงานในประเทศไทย และตัวแบบ GLIM ของอัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลกลุ่มผสม ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1, 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ของแต่ละตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา จำแนกตามปี 2548 ถึง 2550

ปี	ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
2548	จำนวนผู้ว่างงาน	8096.47	8432.65	583	54148
	ความหนาแน่นของประชากร	219.7014	449.72	19.52	3599.56
	จำนวนผู้เสียชีวิต	5202.29	4797.03	698	38441
	จำนวนผู้ประกอบการ	4803.04	15534.16	512	135963
	จำนวนโรงงาน	1609.37	2471.28	133	19306
	เงินทุน	53.23661	126.36	0.52	825.23
	อัตราจ้างขั้นต่ำ	149.3553	12.11	140	184
2549	จำนวนผู้ว่างงาน	7209.38	8201.29	155	56997
	ความหนาแน่นของประชากร	222.3059	454.67	19.96	3619.27
	จำนวนผู้เสียชีวิต	5146.39	4801.73	719	38825
	จำนวนผู้ประกอบการ	4943.49	15997.51	532	139787
	จำนวนโรงงาน	1649.3	2478.45	137	19226
	เงินทุน	55.98332	131.53	0.69	860.40
	อัตราจ้างขั้นต่ำ	153.9868	12.89	143	191
2550	จำนวนผู้ว่างงาน	5818.8	7088.43	279	51816
	ความหนาแน่นของประชากร	225.6184	461.34	20	3644
	จำนวนผู้เสียชีวิต	5090.5	4811.98	740	39209
	จำนวนผู้ประกอบการ	5019.82	16043.35	544	140009
	จำนวนโรงงาน	1668.47	2454.88	140	18889
	เงินทุน	58.15666	138.03	0.75	938.86
	อัตราจ้างขั้นต่ำ	155.8947	13.67	144	194

หมายเหตุ : คำนวณมาจากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS ด้วยคำสั่ง PROC MEANS

จากตารางที่ 1 พบว่า จำนวนผู้ว่างงานเฉลี่ย และจำนวนผู้เสียชีวิตเฉลี่ย ปี 2548 ถึง 2550 มีค่าลดลงในแต่ละปี ส่วนความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ย จำนวนผู้ประกอบการเฉลี่ย จำนวนโรงงานเฉลี่ย เงินทุนเฉลี่ย และอัตราจ้างขั้นต่ำเฉลี่ย ปี 2548 ถึง 2550 มีค่าเพิ่มขึ้นในแต่ละปี

ตารางที่ 2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ GEE ที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบปัวซอง และแบบทวินามนิเสธ เมื่อใช้วิธีการคัดเลือกตัวแบบโดยวิธีลดตัวแปร (Backward) โดยมีตัวแปรกำลังรวมเป็นตัวแปร offset

Correlation structure	Poisson				Negative binomial			
	Parameter	Estimate	Standard error	P-value	Parameter	Estimate	Standard error	P-value
Independent	Intercept	-4.3342	0.0735	<.0001	Intercept	-4.399	0.0746	<.0001
	x1	-0.0003	0.0001	0.0078	x2	0.0001	0.0001	0.0234
	x2	0.0001	0.0001	0.0084	x4	-0.0001	0.0001	0.0897
					x5	0.0004	0.0002	0.0622
	Mean Deviance = 1,341.1205				Mean Deviance = 1.0630			
	Log-likelihood = 13,140,370.594				Log-likelihood = 13,290,313.246			
Exchangeable	Intercept	-3.1471	0.3571	<.0001	Intercept	-2.7681	0.5127	<.0001
	x5	0.0007	0.0003	0.0408	x2	0.0001	0.0001	0.0327
	x6	-0.0071	0.0023	0.0023	x5	0.0007	0.0003	0.0301
					x6	-0.0107	0.0035	0.0023
	Mean Deviance = 1,407.1998				Mean Deviance = 1.0628			
	Log-likelihood = 13,132,936.675				Log-likelihood = 13,290,313.362			
AR1	Intercept	-3.2333	0.3364	<.0001	Intercept	-2.9583	0.4584	<.0001
	x5	0.0007	0.0003	0.0318	x2	0.0001	0.0001	0.0469
	x6	-0.0066	0.0022	0.0026	x5	0.0007	0.0003	0.0197
					x6	-0.0094	0.0031	0.0025
	Mean Deviance = 1,407.1998				Mean Deviance = 1.0628			
	Log-likelihood = 13,132,936.675				Log-likelihood = 13,290,313.362			
Unstructured	Intercept	-3.2798	0.3347	<.0001	Intercept	-2.9609	0.4576	<.0001
	x5	0.0007	0.0003	0.0264	x2	-0.0001	0.0001	0.0498
	x6	-0.0064	0.0022	0.0035	x5	0.0007	0.0003	0.0174
					x6	-0.0093	0.0031	0.0024
	Mean Deviance = 1,407.1998				Mean Deviance = 1.0628			
	Log-likelihood = 13,132,936.675				Log-likelihood = 13,290,313.362			

หมายเหตุ : คำนวณมาจากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS ด้วยคำสั่ง PROC GENMOD

จากตารางที่ 2 พบว่า ตัวแบบ GEE ที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ มีประสิทธิภาพและความเหมาะสมของตัวแบบดีกว่าแบบปัวซองในทุกโครงสร้างความสัมพันธ์ โดยพิจารณาจากค่า log - likelihood และ Mean Deviance ที่มีค่าต่ำที่สุด โดยตัวแบบ GEE ที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์แบบ Exchangeable แบบ AR1 และแบบ Unstructured มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่า Mean Deviance ที่มีค่าต่ำที่สุด

ดังนั้นตัวแบบ GEE ที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตัวแบบของจำนวนผู้ว่างงานในประเทศไทย และผู้วิจัยจึงนำเสนอตัวแบบ GEE ที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์แบบอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่ 1 (AR1) เพราะโครงสร้างความสัมพันธ์แบบ AR1 มีค่าประมาณ covariance matrix จากวิธี empirical และ Model-Based ใกล้เคียงกันมากกว่าโครงสร้างความสัมพันธ์แบบ Exchangeable และ Unstructured โดยมีตัวแบบดังนี้

$$\log(\mu_{ij}) = \log(n_{ij}) - 2.9583 + 0.0001x_{2ij} + 0.0007x_{5ij} - 0.0094x_{6ij} \quad (3)$$

$$\text{หรือ } \log\left[\frac{\mu_{ij}}{n_{ij}}\right] = -2.9583 + 0.0001x_{2ij} + 0.0007x_{5ij} - 0.0094x_{6ij}$$

โดยที่ n_{ij} แทน ตัวแปรกำลังแรงงานรวม เป็นตัวแปร offset, $i = 1, 2, \dots, 76$ (จังหวัด) และ $j = 1, 2, 3$ (ปี)

จากสมการที่ (3) สามารถอธิบายได้ดังนี้

ค่าคงที่ (Intercept) มีค่าประมาณพารามิเตอร์ เท่ากับ -2.9583 หมายถึง ถ้าไม่มีปัจจัยอื่นๆ จะทำให้มีจำนวนผู้ว่างเฉลี่ยลดลง ร้อยละ 94.809 $[(1 - e^{[-2.9583]}) \times 100 = 94.809]$

จำนวนผู้เสียชีวิต (X_2) มีค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 0.0001 หมายถึง ถ้าจำนวนผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้น 100 คน จะทำให้อัตราการว่างงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.005 $[(e^{[0.0001 \times 100]} - 1) \times 100 = 1.005]$

เงินทุน (X_5) มีค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 0.0007 หมายถึง ถ้าเงินทุนเพิ่มขึ้น 100 ล้านบาท จะทำให้อัตราการว่างงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.25 $[(e^{[0.0007 \times 100]} - 1) \times 100 = 7.25]$

และอัตราจ้างขั้นต่ำ (X_6) มีค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ -0.0094 หมายถึง ถ้าอัตราจ้างขั้นต่ำเพิ่มขึ้น 10 บาท จะทำให้อัตราการว่างงานเฉลี่ยลดลง ร้อยละ 8.972 $[(1 - e^{[-0.0094 \times 10]}) \times 100 = 8.972]$

ตารางที่ 3 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ GLMM ที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบปัวซอง และแบบทวินามนิเสธ ที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์แบบ AR1 เมื่อใช้วิธีการคัดเลือกตัวแบบโดยวิธีลดตัวแปร (Backward) โดยมีตัวแปรกำลังแรงงานรวมเป็นตัวแปร offset

Parameter	Poisson			Negative binomial		
	Estimate	Standard error	P-value	Estimate	Standard error	P-value
Intercept	0.8119	0.2555	0.0022	-2.6948	0.5831	<.0001
X2	0.000385	3.99E-06	<.0001	0.000022	0.00001	0.0339
X5	0.009437	0.000145	<.0001	0.000789	0.00041	0.0465
X6	-0.05007	0.000307	<.0001	-0.01172	0.00391	0.0032
σ^2_{b0}	4.7812	0.7862	-	0.1194	0.03099	-
Pseudo - AIC	101,713.3			350.11		
Generalized χ^2 / DF	4,58.22			1		

หมายเหตุ : คำนวณมาจากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS ด้วยคำสั่ง PROC GLIMMIX

จากตารางที่ 3 พบว่า ตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบปัวซอง โดยพิจารณาจากค่า Pseudo - AIC ที่มีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธเป็นแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลร่วมผสม โดยมีตัวแบบดังนี้

$$\log(\mu_{ij}) = \log(n_{ij}) - 2.6948 + 0.000022x_{2ij} + 0.000789x_{3ij} - 0.01172x_{6ij} + b_{0i} \quad (4)$$

$$\text{หรือ } \log \left[\frac{\mu_{ij}}{n_{ij}} \right] = -2.6948 + 0.000022x_{2ij} + 0.000789x_{3ij} - 0.01172x_{6ij} + b_{0i}$$

โดยที่ n_{ij} แทน ตัวแปรกำลังแรงงานรวม เป็นตัวแปร offset, $i = 1, 2, \dots, 76$ (จังหวัด) และ $j = 1, 2, 3$ (ปี)

จากสมการที่ (4) สามารถอธิบายได้ดังนี้

ค่าคงที่ (Intercept) มีค่าประมาณพารามิเตอร์ เท่ากับ -2.6948 หมายถึง ถ้าไม่มีปัจจัยอื่นๆ จะทำให้มีจำนวนผู้ว่างเฉลี่ยลดลง ร้อยละ 93.244 $[(1 - e^{-2.6948}) \times 100 = 93.244]$

จำนวนผู้เสียชีวิต (X_2) มีค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 0.000022 หมายถึง ถ้าจำนวนผู้เสียชีวิต เพิ่มขึ้น 100 คน จะทำให้อัตราการว่างงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.22 $[(e^{[0.000022 \times 100]} - 1) \times 100 = 0.22]$

เงินทุน (X_3) มีค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ 0.000789 หมายถึง ถ้าเงินทุนเพิ่มขึ้น 100 ล้านบาท จะทำให้อัตราการว่างงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 8.209 $[(e^{[0.000789 \times 100]} - 1) \times 100 = 8.209]$

และอัตราจ้างขั้นต่ำ (X_6) มีค่าประมาณพารามิเตอร์เท่ากับ -0.01172 หมายถึง ถ้าอัตราจ้างขั้นต่ำเพิ่มขึ้น 10 บาท จะทำให้อัตราการว่างงานเฉลี่ยลดลง ร้อยละ 11.059 $[(1 - e^{-0.01172 \times 10}) \times 100 = 11.059]$

ค่าคงที่กลุ่มในแต่ละจังหวัด $(-2.6948 + b_{0i})$ โดยมีค่าประมาณพารามิเตอร์ของ b_{0i} ในแต่ละจังหวัด แสดงในภาคผนวก หมายถึง ถ้าไม่มีปัจจัยอื่นๆ จะทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการว่างงานในแต่ละจังหวัด แตกต่างกันไป และมีความแปรปรวนของ b_{0i} ไม่แตกต่างกัน เพราะมีค่าเข้าใกล้ 0 ($\sigma^2 b_0 = 0.1194$)

สำหรับการนำตัวแบบข้างต้นไปใช้เพื่อการทำนายค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ว่างงานในจังหวัดใด จังหวัดหนึ่ง จะต้องนำค่าคงที่กลุ่มในจังหวัดที่ต้องการศึกษา ซึ่งแสดงในภาคผนวกมาแทนค่าในตัวแบบที่ได้จากสมการที่ 4 และแทนค่าของปัจจัยต่างๆ เพื่อทำนายค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ว่างงานในจังหวัดนั้น โดยประโยชน์ที่ได้จากการทำนายของตัวแบบ อาจเป็นแนวทางแก้ไขปัญหการว่างงานในจังหวัดนั้นๆ ได้

8. สรุปผล

จากการศึกษาตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย สามารถสรุปได้ 2 ประเด็นคือ

1) ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย

ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทยคือ จำนวนผู้เสียชีวิต (X_2) เงินทุน (X_5) และ อัตราจ้างขั้นต่ำ (X_6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย

ตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย คือ ตัวแบบสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ และตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลร่วมผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ ตัวแบบผสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ

9. อภิปรายผล

จากผลการวิจัย ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทยคือ จำนวนผู้เสียชีวิต (X_2) เงินทุน (X_5) และอัตราจ้างขั้นต่ำ (X_6) จากตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย ได้นำมาอภิปรายผลดังนี้

จำนวนผู้เสียชีวิตมีความสัมพันธ์กับอัตราการว่างงานในทิศทางเดียวกัน โดยถ้ามีจำนวนผู้เสียชีวิตเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการว่างงานเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งอาจเกิดจากโรงงานหรือบริษัทที่ได้สูญเสียแรงงานที่เสียชีวิตในขณะที่ปฏิบัติงาน จึงทำให้โรงงานหรือบริษัทมีความต้องการหาแรงงานใหม่ที่มีความรู้และความชำนาญการทำงานมาทดแทนแรงงานที่เสียชีวิตไป แต่ในขณะเดียวกันไม่มีแรงงานที่ตรงตามความต้องการได้ จึงทำให้เกิดการว่างงานขึ้นในตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตติรัตน์ (2546:135) ที่ว่าสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน คือขาดความชำนาญในการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ

เงินทุนมีความสัมพันธ์กับอัตราการว่างงานในทิศทางตรงกันข้าม โดยถ้ามีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการว่างงานลดลง อาจเนื่องมาจากโรงงานหรือบริษัทที่มีการลงทุนเพิ่มขึ้น นั้นอาจหมายถึงโรงงานหรือบริษัทนั้นๆ ได้นำเทคโนโลยีทันสมัยเข้ามาใช้ในโรงงานหรือบริษัทเพื่อบริการลูกค้าเพื่อผลิตสินค้า เป็นต้น จึงทำให้ต้องการแรงงานที่มีความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีใหม่ที่ได้ลงทุนซื้อเข้ามา เป็นต้น จึงทำให้แรงงานต้องมีการศึกษาในระดับสูงขึ้น แต่ในขณะเดียวกันแรงงานในท้องตลาดมีความรู้ความสามารถไม่เป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการในตำแหน่งที่ต้องการ จึงเกิดการว่างงานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมยุรีย์ (2544:146) ที่ว่า การลงทุนมีผลต่อการ

ว่างงานของประเทศไทย และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุจิต (2545:104) ที่ว่า แรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับสูงกว่าจะมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าแรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับต่ำกว่า ดังนั้นเมื่อมีการลงทุนในจ้างแรงงานที่มีการศึกษาระดับสูงจะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าการว่าจ้างแรงงานที่มีการศึกษาระดับต่ำกว่า

อัตราจ้างขึ้นค่ามีความสัมพันธ์กับอัตรารว่างงานในทิศทางตรงกันข้าม โดยถ้ามีการเพิ่มอัตราจ้างขึ้นค่าขึ้นจะทำให้อัตราการว่างงานลดลง อาจเนื่องมาจากนายจ้างต้องการลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งถ้าเพิ่มอัตราจ้างขึ้นค่าขึ้นจะทำให้มีต้นทุนในการผลิตมากขึ้น จะทำให้โรงงานหรือบริษัทขาดทุนได้ ส่งผลให้นายจ้างจำไม่สามารถรับแรงงานเพิ่มขึ้นได้และอาจลดแรงงานให้ลดลงด้วย หรือบ้างรายอาจย้ายโรงงานหรือบริษัทไปอยู่ในแหล่งที่มีอัตราจ้างที่ถูกกว่าเดิม ดังนั้นหากอัตราจ้างขึ้นค่าในท้องถิ่นนั้นต่ำกว่าท้องถิ่นอื่นๆ จะทำให้มีผู้ว่างงานน้อยกว่าท้องถิ่นที่มีอัตราจ้างขึ้นค่าสูงกว่าได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมยุรีย์ (2544:146) ที่ว่าค่าจ้างขึ้นค่ามีผลต่อการว่างงานของประเทศไทย

และตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย และตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทยที่มีอิทธิพลสู่สมมติว่าการแจกแจงของตัวแปรตามที่เป็นแบบทวินามนิเสธคือการแจกแจงแบบปัวซอง จากทั้งสองตัวแบบที่กล่าวมาข้างต้นเหมาะสมเพราะตัวแบบสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นตัวแปรตามแบบสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบปัวซองมีการเกิดโอเวอร์คิสเพอร์ชัน คือค่าความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย จึงทำให้ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงปัวซอง คือค่าเฉลี่ยเท่ากับค่าความแปรปรวน จึงทำให้เป็นตัวแบบไม่เหมาะสม ดังนั้นตัวแบบสมการของการประมาณค่าวงนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธ และตัวแบบสมเชิงเส้นวงนัยทั่วไปที่มีการแจกแจงของตัวแปรตามเป็นแบบทวินามนิเสธจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของตัวแบบที่เกิดโอเวอร์คิสเพอร์ชันซึ่งสอดคล้องกับบทความงานวิจัยของ Venables et al. (2004) ที่ว่าตัวแบบการถดถอยทวินามนิเสธเป็นตัวแบบหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาการเกิดโอเวอร์คิสเพอร์ชันได้ และสอดคล้องกับบทความงานวิจัยของ Guimaraes (2008) ได้ใช้ตัวแบบการถดถอยทวินามนิเสธแก้ปัญหาโอเวอร์คิสเพอร์ชัน

10. ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย พร้อมทั้งหาตัวแบบทางสถิติสำหรับการคาดการณ์อัตราการว่างงานในประเทศไทย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนะแนวทางในการศึกษาเป็น 2 ด้าน คือด้านการนำไปใช้ประโยชน์ และด้านเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

10.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการศึกษาการศึกษาหาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย สามารถนำปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของอัตราการว่างงานในประเทศไทย มาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการว่างงานให้รัฐบาลได้ หรือนำมาประยุกต์กำหนดนโยบายช่วยเหลือประชาชนในระดับจังหวัดจนถึงระดับภูมิภาคได้ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทยนั้นๆ จากผลการศึกษาที่พบว่า

เงินทุนมีความสัมพันธ์กับอัตราว่างงานในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นหากพื้นที่ในจังหวัดใดมีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการว่างงานลดลง ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นการลงทุนในการจ้างแรงงานที่มีการศึกษาระดับสูงจะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าการว่าจ้างแรงงานที่มีการศึกษาระดับต่ำกว่า โดยผู้ใช้แรงงานที่มีการศึกษาในระดับสูงหรือนักศึกษาที่เพิ่งจบมาใหม่สามารถนำตัวแบบดังกล่าวมาประกอบการพิจารณาพื้นที่ในการสมัครงาน เพราะถ้าจังหวัดใดมีการลงทุนหรือเงินทุนสูง จังหวัดนั้นต้องการจ้างแรงงานมากกว่าจังหวัดที่มีการลงทุนหรือเงินทุนต่ำกว่า ทำให้มีโอกาสด้านการได้งานมากกว่าจังหวัดที่มีการลงทุนต่ำได้

และอัตราจ้างขึ้นค่าส่งผลต่ออัตราการว่างงานในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นรัฐบาลควรเร่งหาทางแก้ไขที่จะให้มีการเพิ่มอัตราจ้างขึ้นค่าในจังหวัดจะทำให้จังหวัดนั้นๆ มีอัตราการว่างงานต่ำลง โดยอาจมีการพัฒนาฝีมือแรงงานในจังหวัดที่มีอัตราจ้างขึ้นค่าน้อยกว่าจังหวัดอื่นๆ หรือหาอาชีพเสริมให้กับประชาชน เป็นต้น

10.2 ด้านเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป

1) จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการว่างงานในประเทศไทย ควรเพิ่มปัจจัยอื่นๆ เพิ่มเข้าไปอีก เช่น ราคาและปริมาณมวลรวมของสินค้าที่ผลิต ค่าใช้จ่าย เป็นต้น

2) จากการศึกษาตัวแบบการถดถอยของตัวแปรตามที่ลักษณะข้อมูลเป็นจำนวนนับ หากมีเกตุศูนย์มากผิดปกติ ควรใช้ตัวแบบที่มีตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซองที่มีศูนย์มากผิดปกติ ตัวแบบที่มีตัวแปรตามที่มีการแจกแจงแบบทวินามนินสอที่มีศูนย์มากผิดปกติ เป็นต้น ซึ่งสามารถดูตัวอย่างได้จากบทความวิจัยของ Abbas et al. (2009), Dominique et al. (2005) และ Wang et al. (2002)

3) ควรศึกษาในกรณีที่มีตัวแปรตามมีการแจกแจงปัวซองที่ผสมกับการแจกแจงอื่นๆ ที่สามารถแก้ปัญหาโอเวอร์ดิสเพอร์ชันได้ เช่น การแจกแจงปัวซองผสมกับการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กระทรวงแรงงาน. สำนักงานปลัดกระทรวงแรงงาน. 2552. **สถานการณ์แรงงาน ไตรมาส 1 ปี 2552 (มกราคม-มีนาคม)**. กรุงเทพฯ: กระทรวง.
- จิตติรัตน์ ถาวรสุจริตกุล. 2546. **การศึกษาสภาพ ลักษณะ และสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับแรงงานที่ปฏิบัติงานในธุรกิจอุตสาหกรรม**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขามหาบัณฑิตศึกษามหาบัณฑิตเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มยุรีย์ สาขุม. 2544. **การศึกษาการว่างงานกับการประกันสังคมกรณีการประกันการว่างงานของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิจิตรา ศรีโชติ. 2549. **ทัศนคติของประชาชนต่อการจัดตั้งโรงงานประกอบรถยนต์ของ บริษัท โคโยต้ามอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ในเขตอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา**. งานนิพนธ์รัฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศศิธร วินะยานุวัติกุล. 2544. **บทบาทของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ : การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2519-2530 และ 2531-2539**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2551. **เผย 5 กลุ่มเสี่ยงปิดกิจการ สังเววิกฤตฯ คาดปี 52 คนตกงานทะลุ 1 ล้าน**. แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th/> 27 ตุลาคม 2551.
- สุจิต สันนิธิลาวัณย์. 2545. **ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและปัจจัยแรงงานจำแนกตามระดับการศึกษาของไทย**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เอกรินทร์ อนุกุลยุทธอน. 2546. **การแก้ปัญหาวิกฤติเมืองด้วยการวางผังเชิงนิเวศ กรณีศึกษา : กรุงเทพมหานคร**. ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาวิศวกรรมศาสตร์และสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์. หน้า 617-623. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

- Abbas, M., et al. 2009. "Ascore test for zero-inflation in multilevel count data." **Computational Statistics and Data Analysis** 53: 1239-1248.
- Dominique, L.; Washington, P. and John, N. 2005. "Poisson, poisson-gamma and zero-inflated regression models of motor vehicle crashes : balancing statistical fit and theory." **Accident Analysis and Prevention** 37: 35-46.
- Feddag, M.L. and Mesbah, M. 2006. "Approximate estimation in generalized linear mixed models with applications to the Rasch Model." **Computers and Mathematics with Application** 51: 269-278.
- Guimaraes, P. 2008. "The fixed effects negative binomial model revisited." **Economics Letters** 99: 63-66.
- Liang, K.Y. and Zeger, S.L. 1986. "Longitudinal data analysis using generalized linear models." **Biometrika** 73: 13-22.
- Nick, R. P, et al. 2008. "Repeated measures proportional odds logistic regression analysis of ordinal score data in the statistical software package R." **Computational Statistics and Data Analysis** 53: 632-641.
- Venables, W.N. and Dichmont, C.M. 2004. "GLMSs, GAMs and GLMMs : an overview of theory for applications and fisheries research." **Fisheries Research** 70: 319-337.
- Wang, K.; Yau, K.W. and Lee, J. 2002. "A zero-inflated poisson mixed model to analyze diagnosis related groups with majority of same-day hospital stays." **Computer Methods and Programs in Biomedicine** 68: 195-203.

ภาคผนวก

ค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าคงที่สุ่มในแต่ละจังหวัด (b_{0i}) ในสมการที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าคงที่สุ่มในแต่ละจังหวัด (b_{0i}) ในสมการที่ 4

Subject	ชื่อจังหวัด	Estimate	S.E.	Pr > t	Subject	ชื่อจังหวัด	Estimate	S.E.	Pr > t
1	กรุงเทพมหานคร	-0.2923	0.3031	0.3365	39	ตาก	0.1913	0.1897	0.315
2	สมุทรปราการ	0.3288	0.2251	0.1462	40	สุโขทัย	0.0916	0.1891	0.6289
3	นนทบุรี	0.2159	0.2137	0.314	41	พิษณุโลก	0.0623	0.1898	0.7432
4	ปทุมธานี	0.4055	0.2098	0.0551	42	พิจิตร	0.1949	0.1898	0.306
5	นครปฐม	0.1269	0.2117	0.5499	43	เพชรบูรณ์	0.1225	0.1893	0.5184
6	สมุทรสาคร	-0.0684	0.2119	0.7474	44	นครราชสีมา	0.2745	0.1999	0.1719
7	พระนครศรีอยุธยา	0.0437	0.1975	0.8253	45	บุรีรัมย์	0.0622	0.1904	0.7445
8	อ่างทอง	0.2371	0.1898	0.2136	46	สุรินทร์	-0.1681	0.1909	0.3799
9	ลพบุรี	0.2748	0.1887	0.1474	47	ศรีสะเกษ	-0.0269	0.1908	0.8879
10	สิงห์บุรี	0.4227	0.1899	0.0276	48	อุบลราชธานี	0.0649	0.1944	0.7389
11	ชัยนาท	0.0551	0.1898	0.7722	49	ยโสธร	-0.2547	0.1897	0.1816
12	สระบุรี	0.325	0.192	0.0925	50	ชัยภูมิ	-0.0973	0.1901	0.6096
13	ชลบุรี	-0.1205	0.2109	0.5686	51	อำนาจเจริญ	0.24	0.1907	0.2101
14	ระยอง	-0.2633	0.2996	0.3809	52	หนองบัวลำภู	-0.0301	0.1899	0.8745
15	จันทบุรี	-0.108	0.1894	0.5693	53	ขอนแก่น	0.1854	0.1954	0.3442
16	ตราด	-0.3439	0.1909	0.0736	54	อุดรธานี	-0.1106	0.1908	0.563
17	ฉะเชิงเทรา	0.1287	0.1929	0.5055	55	เลย	-0.2069	0.1893	0.276
18	ปราจีนบุรี	0.1802	0.1894	0.3431	56	หนองคาย	0.3361	0.1891	0.0775
19	นครนายก	-0.447	0.1904	0.0202	57	มหาสารคาม	-0.0112	0.1896	0.9531
20	สระแก้ว	0.7232	0.1896	0.0002	58	ร้อยเอ็ด	-0.3039	0.191	0.1137
21	ราชบุรี	0.0081	0.1886	0.9656	59	กาฬสินธุ์	-0.6506	0.1893	0.0008
22	กาญจนบุรี	-0.1469	0.1887	0.4375	60	สกลนคร	0.4148	0.1899	0.0305
23	สุพรรณบุรี	-0.1889	0.1894	0.3201	61	นครพนม	0.3199	0.1893	0.093
24	สมุทรสงคราม	-0.5581	0.1913	0.0041	62	มุกดาหาร	0.2869	0.1904	0.134
25	เพชรบุรี	-0.0787	0.1895	0.6787	63	นครศรีธรรมราช	0.1092	0.1908	0.5678
26	ประจวบคีรีขันธ์	-0.3498	0.1893	0.0667	64	กระบี่	0.1775	0.1906	0.3534
27	เชียงใหม่	0.2743	0.1991	0.1703	65	พังงา	0.3571	0.1926	0.0657
28	ลำพูน	-0.205	0.1891	0.2799	66	ภูเก็ต	0.3867	0.2168	0.0764
29	ลำปาง	0.0037	0.1894	0.9844	67	สุราษฎร์ธานี	-0.3976	0.1891	0.0372
30	อุตรดิตถ์	0.218	0.1895	0.2518	68	ระนอง	-0.1507	0.1938	0.4379
31	แพร่	-0.7783	0.1901	<.0001	69	ชุมพร	-0.251	0.1895	0.1875
32	น่าน	-0.5491	0.1905	0.0045	70	สงขลา	0.0399	0.1902	0.834
33	พะเยา	-0.2561	0.1903	0.1804	71	สตูล	0.0479	0.1907	0.8022
34	เชียงราย	0.1458	0.1924	0.4497	72	ตรัง	-0.3492	0.1892	0.067
35	แม่ฮ่องสอน	-0.0808	0.1913	0.6733	73	พัทลุง	-0.1087	0.1897	0.5676
36	นครสวรรค์	-0.1259	0.1905	0.5098	74	ปัตตานี	0.3019	0.1893	0.1128
37	อุทัยธานี	-0.4053	0.1902	0.0348	75	ยะลา	-0.251	0.1897	0.1879
38	กำแพงเพชร	-0.0756	0.1892	0.69	76	นราธิวาส	0.4251	0.1892	0.0261

