การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับวิเคราะห์การลงทุน ในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G ในประเทศไทย

สุภพล จรูญวณิชกุล*
รศ.ดร.เอกจิตต์ จึงเจริญ**
รศ.ดร.สถาพร โอภาสานนท์***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบการประยุกต์เครื่องมือวิเคราะห์ความเสี่ยงมาช่วยในการวิเคราะห์การลงทุน โดยพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับวิเคราะห์การลงทุนของผู้ประกอบการรายใหม่ในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G ของประเทศไทย เทคนิคมอนติคาร์โลถูกนำมาใช้ในการสุ่มข้อมูลจากปัจจัยต่างๆ ที่มีความไม่แน่นอน เพื่อคำนวณหาการแจกแจงของมูลค่าปัจจุบันสุทธิและทำการวิเคราะห์ความน่าสนใจในการลงทุนสำหรับช่วงเวลาการลงทุนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558–2573 ผลการวิจัยจากสมมติฐานใน 3 สถานการณ์พบว่า ปัจจัยอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีเป็นปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนสูงและส่งผลกระทบต่อการลงทุนมากที่สุด ในสถานการณ์หลัก กรณีผู้ประกอบการให้บริการในลักษณะเหมาจ่ายการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบไม่จำกัดแต่จะจำกัดความเร็วเมื่อการใช้งานครบโควต้า ความน่าจะเป็นที่การแจกแจงของมูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 29.9% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนน้อย ในสถานการณ์ทางเลือกที่ 1 กรณีผู้ประกอบการมีกลยุทธ์ทางการตลาดที่ดีขึ้น ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 50.4% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนปานกลาง ในสถานการณ์ทางเลือกที่ 2 กรณีผู้ประกอบการสามารถตั้งราคาค่าบริการได้สูงขึ้นตามปริมาณการใช้งานจริง ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 86.6% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนสูง นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุน ตามลำดับได้แก่ อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี อัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการ 4G เทียบกับ 3G และส่วนแบ่งตลาด ณ ปีที่ 2019 เป็นต้นไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์โครงการการลงทุน; โทรคมนาคม; 4G; แบบจำลองสถานการณ์; ความไม่แน่นอน;

* สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
โทร. 0-2271-7600 E-mail : suppapol@ymail.com
** ภาควิชาบริหารการปฏิบัติการ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
โทร. 0-2226-4509 E-mail : ekachidd@tbs.tu.ac.th
*** ภาควิชาบริหารธุรกิจระหว่างประเทศ โลจิสติกส์ และการขนส่ง คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
โทร. 0-2613-2276 E-mail : opasanon@gmail.com

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 90 6/21/17 11:37 AM

Development of a Simulation Model for 4G Telecommunications Network Investment in Thailand

Suppapol Jaroonvanichkul*
Assoc. Prof. Ekachidd Chungcharoen, Ph.D.**
Assoc. Prof. Sathaporn Opasanon, Ph.D.***

ABSTRACT

This research proposes a framework for integrating a risk analysis technique with investment analysis. Specifically, a simulation model is developed for investment analysis of the 4G telecommunications network for new entrants in Thailand. The Monte Carlo technique is used to sample data for several factors under uncertainties to generate the distribution of net present value (NPV) from year 2015 to 2030. Research findings based on three considered scenarios indicate that the growth rate of average revenue per user (ARPU) is the most influential factor to the investment.

In the main scenario that uses unlimited data plans, i.e. while still usable, the speed is lower after using up the offered speed data, the probability that NPV would be a positive value is 29.9%; reflecting low attractiveness of the investment.

In the alternative scenario 1 that considers decent providers' marketing strategies, the probability that NPV would be a positive value is 50.4%; indicating moderate attractiveness of the investment.

In the alternative scenario 2 that uses limited data plans, the probability that NPV would be a positive value is 86.6%; indicating high attractiveness of the investment.

Additionally, factors affecting investment risk include: 1) the growth rate of ARPU per year, 2) the decreasing rate of network equipment prices, 3) the growth rate of ARPU for 4G service as compared to 3G service, and 4) the market share from 2019 onward, respectively.

Keywords: Investment analysis; Telecommunications; 4G; Simulation; Uncertainty

* Office of The National Broadcasting and Telecommunications Commission Tel. 0-2271-7600 E-mail : suppapol@ymail.com
** Department of Operations Management, Thammasat Business School, Thammasat University Tel. 0-2226-4509
E-mail : ekachidd@tbs.tu.ac.th
*** Department of International Business Logistics and Transport, Thammasat Business School, Thammasat University
Tel. 0-2613-2276 E-mail : opasanon@gmail.com

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 91 6/21/17 11:37 AM

บทนำ

เทคโนโลยีโทรคมนาคมเคลื่อนที่ยุคที่ 4 หรือที่เรียกกันว่า 4G นั้น เป็นเทคโนโลยีโทรคมนาคมที่กำลังเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคม โดยเทคโนโลยี 4G ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงเทคโนโลยีหนึ่งคือ Long Term Evolution (LTE) ซึ่งมีจำนวนผู้ใช้บริการทั่วโลกเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว คิดเป็นอัตราการเติบโต 131% ต่อปี ตั้งแต่ปี 2010-2014 (GSA, 2014) สำหรับในประเทศไทย ปัจจุบันมีการให้บริการ 4G อยู่อย่างจำกัด โดย ดีแทค และทรูมูฟ เอช ได้มีการให้บริการ LTE เฉพาะบางพื้นที่ตามหัวเมืองใหญ่ เนื่องจากคลื่นความถี่ที่นำมาให้บริการ 4G ยังมีอยู่จำกัด อย่างไรก็ตาม ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างก็มีความตื่นตัวต่อการลงทุนในโครงข่าย 4G โดยในส่วนของภาครัฐนั้น คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้จัดให้มีการประมูลคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz และ 900 MHz ในปี 2558 โดยมีผู้ประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4 ราย เข้าร่วมประมูลในโครงข่าย 4G ประกอบด้วย บริษัท แจสโมบาย บรอดแบรนด์ จำกัด บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด และบริษัท ทรูมูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด และในอนาคตอันใกล้นี้ กสทช. ก็จะต้องมีการจัดการประมูลคลื่นอื่นๆ สำหรับโครงข่าย 4G หรือก้าวหน้ากว่านี้ตามมาอีก

การลงทุนในโครงการ 4G ซึ่งถือเป็นโครงการขนาดใหญ่นั้น ย่อมมีความไม่แน่นอนของปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการลงทุนเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความยินดีที่จะจ่ายของผู้ใช้บริการซึ่งมีผลกระทบต่อรายได้ กลยุทธ์ของคู่แข่งขันซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของส่วนแบ่งตลาด เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์เครื่องมือในการวิเคราะห์ความเสี่ยงมาใช้ในการวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G ในประเทศไทย โดยพิจารณาปัจจัยความไม่แน่นอนต่างๆ และวิเคราะห์ผลกระทบของความไม่แน่นอนในปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความเสี่ยงและความน่าสนใจในการลงทุน โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ที่สามารถสะท้อนสถานการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดภายใต้ความไม่แน่นอนอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จึงทำให้เป็นวิธีที่มีจุดเด่นเหนือกว่าการวิเคราะห์แบบ Deterministic ทั่วไป ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) นอกจากนี้ การนำวิธีมอนติคาร์โลมาใช้ยังสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความเสี่ยงของโครงการในรูปแบบของการแจกแจงมูลค่าปัจจุบัน และยังคงแสดงผลในรูปของค่าคาดหวังหรือ Expected Value และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ด้วย ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจของผู้ประกอบการสำหรับการลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G และของภาครัฐในการออกนโยบายและกฎระเบียบในการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมที่เกี่ยวข้องต่อไป

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 92 6/21/17 11:37 AM

ทบทวนวรรณกรรม

การวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ถูกศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง ภายใต้ปัจจัยเกี่ยวข้องที่มีความไม่แน่นอน (Uncertainty) อาทิ ด้านการลงทุนสำรวจและพัฒนาแหล่งปิโตรเลียม (Chungcharoen & Fuller, 1999) การทหาร (Mandel, 2007) การขนส่ง (Verma & Verter, 2007) การเงิน (Hull, 2012) และการบริหารโซ่อุปทาน (Heckmann et al., 2015) เป็นต้น ความเสี่ยง คือ ตัววัดความน่าจะเป็นและระดับความรุนแรงของผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ (Lowrance, 1976) ทั้งนี้ เนื่องจากไม่ทราบค่าความน่าจะเป็นที่แท้จริงของการที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ จึงต้องอาศัยการประมาณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ในกระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Aven, 2010)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบ การวางแผน และการควบคุมระบบปฏิบัติการที่มีความซับซ้อน ซึ่งได้ถูกใช้ในหลากหลายปัญหา ทั้งทางด้านการระบุปัญหาคอขวด การทดสอบสมมุติฐาน การศึกษาพฤติกรรมของระบบ การทดสอบนโยบายใหม่ๆ และการพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคต (Pegden et al., 1995) รวมทั้งได้มีการประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจในโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงอย่างแพร่หลาย Chungcharoen & Fuller (1999) ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสำรวจ ขุดเจาะและลงทุนพัฒนาแหล่งปิโตรเลียมซึ่งพิจารณาปัจจัยที่มีความเสี่ยงสูงทั้งในส่วนของภูมิศาสตร์และเศรษฐกิจ โดยทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่แหล่งสำรวจปิโตรเลียมนอกชายฝั่งโนวาสโกเชีย ประเทศแคนาดา

Rytwinski & Crowe (2010) ศึกษาปัญหาการเลือกพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยของพื้นที่ป่าไม้ขนาด 220,000 เฮกเตอร์ ในบริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐออนตาริโอ ประเทศแคนาดา โดยใช้การจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอัคคีภัยในแต่ละพื้นที่ และทำการเลือกพื้นที่ที่จะทำให้เกิดความเสียหายในระดับต่ำที่สุด Almaz & Altiok (2012) ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงของการจราจรทางน้ำของเรือขนส่งบริเวณแม่น้ำเดลาแว โดยพิจารณาระดับน้ำและข้อบังคับในการนำร่องบริเวณแม่น้ำ ตลอดจนขนาดของท่าเรือ จุดทอดสมอ และลักษณะของเรือขนส่ง ในขณะที่ Opasanon & Kitthamkesorn (2016) ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและขั้นตอนของพิธีการข้ามแดนและศุลกากร โดยพิจารณาความเสี่ยงในการรองรับอุปสงค์ในอนาคตจากความไม่แน่นอนของปริมาณผู้โดยสารและสินค้าข้ามแดน

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีงานวิจัยจำนวนไม่มากที่ทำการศึกษาการลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคม Hallahan & Peha (2011) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่าย 3G ซึ่งรองรับทั้งการใช้งานเพื่อความปลอดภัยสาธารณะ (Public Safety) และผู้ใช้บริการทั่วไปในสหรัฐอเมริกา โดยใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งคำนวณต้นทุนที่สำคัญจากจำนวนคือ จำนวนสถานีฐาน (Cell Sites) ที่ต้องใช้ในการให้บริการและรายได้จากจำนวนผู้ใช้บริการที่คาดการณ์ ผลการศึกษาพบว่าความคุ้มค่าในการลงทุนขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร โดยพื้นที่ที่เป็นเขตเมืองที่มีความหนาแน่นประชากรสูงจะมีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่พื้นที่ชนบทซึ่งมีความหนาแน่นประชากรต่ำจะไม่มีความคุ้มค่า

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 93 6/21/17 11:37 AM

Premchaiuswadi & Pattanavichai (2013) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่าย 4G ในประเทศไทย ด้วยเทคโนโลยี LTE และ Wimax โดยใช้วิธี Real Option โดยสมมุติว่าผู้ประกอบการมีทางเลือกในการชะลอการลงทุนจนกว่าสถานการณ์จะเหมาะสมได้ โดยพบว่าการลงทุนในโครงข่าย 4G มีความคุ้มค่าในการลงทุนในกรณีเทคโนโลยี LTE แต่ไม่คุ้มค่าในการลงทุนในกรณีเทคโนโลยี Wimax และหากโครงการมีทางเลือกในการชะลอการลงทุนจนกว่าสถานการณ์จะเหมาะสมจะทำให้โครงการมีมูลค่าสูงขึ้น

การวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคมในต่างประเทศ โดย Harno (2009) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่าย 3G ของผู้ประกอบการโทรคมนาคมในยุโรป โดยใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยวิธีการมอนติคาร์โล ซึ่งพิจารณาตัวแปรเสี่ยงที่สำคัญ ได้แก่ ส่วนแบ่งตลาด รายได้ต่อผู้ใช้บริการ อัตราการเข้าถึงบริการ 3G ในประเทศ พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนในโครงข่าย 3G มีค่าเป็น -5.16 พันล้านยูโร โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน -1.30 พันล้านยูโร

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาการวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่าย 4G ในประเทศไทย โดยวิเคราะห์ความเสี่ยงจากปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนต่างๆ ตามสถานการณ์จริงของเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมทางธุรกิจของประเทศไทย

ระเบียบวิธีวิจัย

สถานการณ์ที่ศึกษา งานวิจัยนี้กำหนดสถานการณ์ที่ศึกษาเป็นการลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G ในประเทศไทยของผู้ประกอบการรายใหม่ โดยกำหนดช่วงเวลาการลงทุนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2573 รวมอายุโครงการ 15 ปี ตามอายุของใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมของ กสทช.

การเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยนี้ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากหน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคม บริษัทที่ปรึกษาและวิจัยธุรกิจโทรคมนาคม

เครื่องมือและตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย การวิเคราะห์การลงทุนในสินทรัพย์ถาวรเป็นการตัดสินใจในระยะยาวและมีความสำคัญต่ออนาคตของธุรกิจ งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือการตัดสินใจจ่ายลงทุน (Capital Budgeting) ประเภทมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) ในการวิเคราะห์โครงการลงทุน

วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) เป็นวิธีการวิเคราะห์โครงการลงทุนวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยม ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_i}{(1+k)^i}$$

โดยที่ *NPV* คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) *CF* คือ *กระแสเงินสด (Cash Flow) คำนวณได้จากผลต่างของกระแสเงินสดรับและจ่าย* (Inflow and Outflow) *k* คือ อัตราคิดลด (Discount Rate)

i คือ ปีที่เกิดกระแสเงินสด และ *n* คือ จำนวนปีของอายุโครงการ ทั้งนี้ เงื่อนไขในการตัดสินใจลงทุนในโครงการ คือ ลงทุนหาก *NPV* มีค่าเป็นบวก และไม่ลงทุนหาก *NPV* มีค่าเป็นลบ ในกรณีที่ต้องตัดสินใจเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งจากหลายโครงการ จะเลือกโครงการที่มีค่า *NPV* สูงสุด

การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) เป็นวิธีการนำความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของตัวแปรหลัก (Main Variables) ในแบบจำลองเชิงกำหนดได้ (Deterministic Model) ของโครงการมาใช้ในการประมวลผล เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของความเสี่ยงที่มีต่อผลลัพธ์ของโครงการ (Savvides, 1994) สำหรับงานวิจัยนี้ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลในการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยการสุ่มข้อมูลจากปัจจัยต่างๆ ที่มีความไม่แน่นอนเพื่อคำนวณหาการแจกแจงของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยมีตัวแปรต่างๆ จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ดังแสดงใน Figure 1

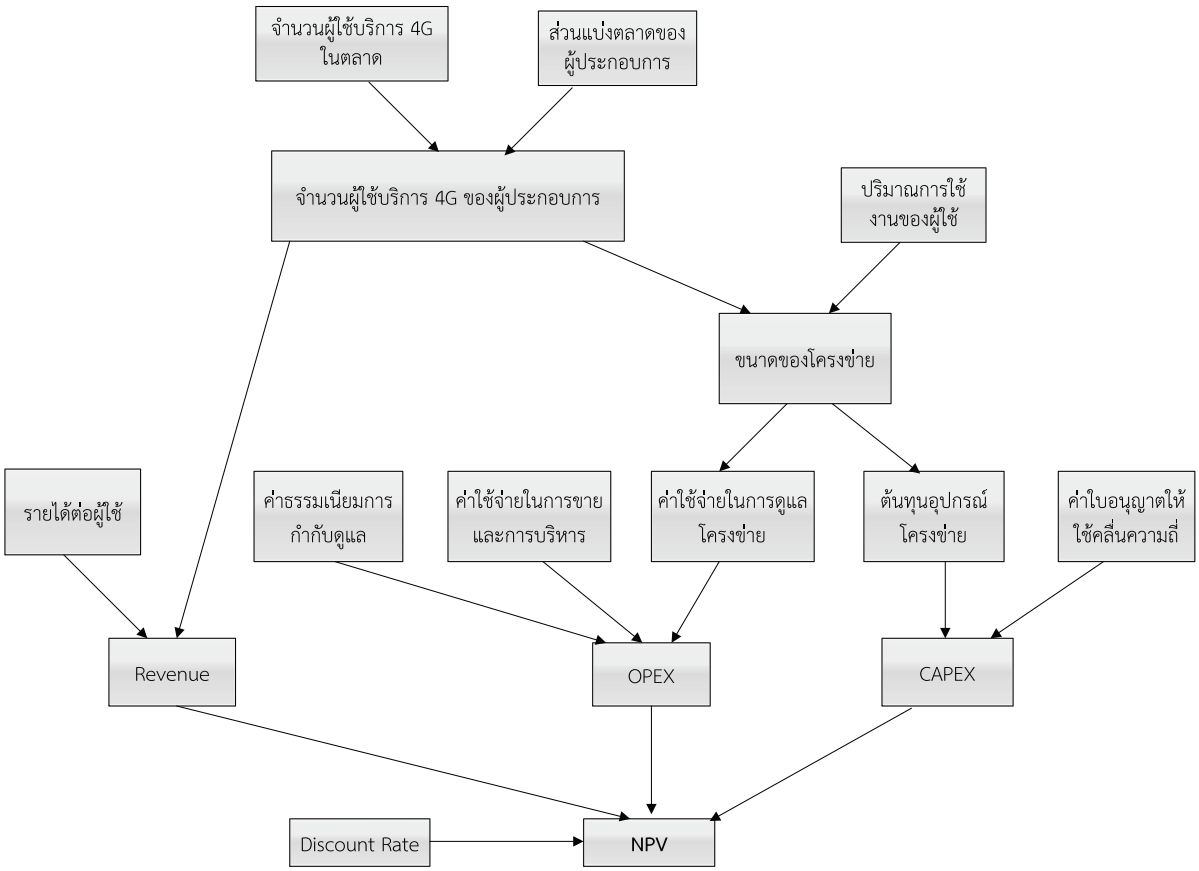

Figure 1 ตัวแปรต่างๆ จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ

ที่มา: คณะผู้วิจัย, 2558

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 95 6/21/17 11:37 AM

ตัวแปรแต่ละตัวสามารถดำเนินการวิเคราะห์ค่าได้ดังนี้

กระแสเงินสดรับ (Inflow) กระแสเงินสดรับที่สำคัญมาจากรายได้ (Revenue) ซึ่งเป็นรายได้จากการให้บริการ 4G

Revenue = (จำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในตลาด) × (ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการ) × (รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อเดือน)

กระแสเงินสดจ่าย (Outflow) กระแสเงินสดจ่ายที่สำคัญประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CAPEX) และค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (OPEX) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ต้นทุนอุปกรณ์โครงข่าย (Network) ซึ่งขึ้นกับปัจจัยสำคัญคือ จำนวนสถานีฐานที่ต้องใช้ในการให้บริการ โดยสามารถประมาณค่าจำนวนสถานีฐานได้โดยแบบจำลองทางวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญสองประการ คือ *ความครอบคลุม (Coverage)* และ*ความจุ (Capacity)* โดยสถานีฐานจะต้องมีพื้นที่ให้บริการครอบคลุมพื้นที่ที่ผู้ใช้บริการใช้งาน และมีความจุที่สามารถรองรับปริมาณการใช้งานของผู้ใช้บริการได้

2. ค่าใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ เป็นต้นทุนที่ผู้ประกอบการจะต้องจ่ายในการประมูลของ กสทช. เพื่อให้ได้สิทธิในการใช้คลื่นความถี่เพื่อให้บริการ 4G

3. ค่าธรรมเนียมการกำกับดูแล (Regulatory Fee) เป็นค่าใช้จ่ายที่ผู้ประกอบการต้องจ่ายเพื่อประโยชน์ในการกำกับดูแลของ กสทช. เป็นรายปี ได้แก่ ค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคม และเงินสมทบเข้ากองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

4. ค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร สามารถประมาณการเป็นสัดส่วนของรายได้โดยเทียบเคียงกับในอุตสาหกรรม

5. ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาโครงข่าย เป็นค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาโครงข่ายในแต่ละปี โดยคิดเป็นร้อยละของมูลค่าเฉลี่ยของโครงข่าย ณ สิ้นปีนั้นและสิ้นปีก่อนหน้า

อัตราคิดลด (Discount Rate) สามารถคำนวณได้จากต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยของเงินทุน (Weighted Average Cost of Capital) ดังนี้

$$WACC = (1 - t)\frac{D}{D + E}k_D + \frac{E}{D + E}k_E$$

โดยที่ *WACC* คือ ต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยของเงินทุน

t คือ อัตราภาษี *D* คือ หนี้สิน *E* คือ ส่วนของผู้ถือหุ้น

k_D คือ อัตราผลตอบแทนที่เจ้าหนี้ต้องการ ซึ่งก็คืออัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ และ

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 96 6/21/17 11:37 AM

k_E คือ อัตราผลตอบแทนที่ผู้ถือหุ้นต้องการ หาได้จากสมการ Capital Asset Pricing Model (CAPM) ดังนี้

$$k_E = R_f + (E(R_m) - R_f)\beta$$

โดยที่ R_f คือ อัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ปราศจากความเสี่ยง (Risk Free Rate)

$E(R_m)$ คือ อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังของตลาด และ

β คือ ค่าเบต้า ซึ่งวัดความเสี่ยงจากการลงทุนเทียบกับตลาด

ตัวแปรเสี่ยง (Risk Variables) งานวิจัยนี้กำหนดตัวแปรเสี่ยงที่มีผลต่อความน่าสนใจในการลงทุน ดังนี้

1. ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการ (Market Share) โดยมีความไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น จำนวนผู้ประกอบการในตลาด การส่งเสริมการตลาดของผู้ประกอบการแต่ละราย เป็นต้น ทั้งนี้ ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการจะส่งผลต่อรายได้ของผู้ประกอบการ

2. รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี (Average Revenue Per User – ARPU) อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี (ARPU Growth Per Year) และอัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G (4G vs. 3G ARPU Growth) โดยมีความไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น การตั้งราคาของคู่แข่งขัน ความยินดีที่จะจ่ายของผู้บริโภค เป็นต้น ทั้งนี้ รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีจะส่งผลต่อรายได้ของผู้ประกอบการในแต่ละปี

3. ต้นทุนอุปกรณ์โครงข่าย และอัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย (Annual Equipment Price Reduction) โดยมีความไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อำนาจต่อรองของผู้ผลิตอุปกรณ์โครงข่าย ต้นทุนของวัตถุดิบที่นำมาผลิตอุปกรณ์ เป็นต้น ทั้งนี้ ต้นทุนการลงทุนในโครงข่ายจะส่งผลต่อต้นทุนของผู้ประกอบการ

งานวิจัยนี้ใช้การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล มีการกำหนดค่าตัวแปรเสี่ยงในลักษณะเดียวกับงานวิจัยของ Harno (2009) โดยการจำลองแต่ละรอบจะสุ่มค่าของตัวแปรเสี่ยงแต่ละตัวตามการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสม แล้วจึงคำนวณหาค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป ทั้งนี้การจำลองสถานการณ์จะดำเนินการด้วยจำนวนรอบ (runs) ที่มากจนกระทั่งรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิค่อนข้างคงที่ ซึ่งจำนวนรอบของการจำลองที่เหมาะสมจะถูกพิจารณาจากค่าสถิติต่างๆ เช่น ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ไม่เปลี่ยนแปลงเกินค่าความผิดพลาดที่กำหนดที่ 5% หลังจากนั้นจึงพิจารณาความน่าจะเป็นที่โครงการจะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวกหรือลบ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้จัดทำข้อเสนอแนะในการลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G ต่อไป

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 97 6/21/17 11:37 AM

ข้อมูลป้อนเข้า (Inputs) และสมมุติฐาน (Assumptions)

จำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในประเทศไทย จำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2016-2030 สามารถพยากรณ์ได้ โดยใช้แบบจำลอง Logistic Diffusion Model ซึ่งเป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของนวัตกรรมที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้บริการโทรคมนาคม โดยมีสมการดังนี้ (Rumelt, 2002)

$$X(t) = \frac{X_s}{[1 + \left(\frac{X_s}{X_0} - 1\right) e^{-at}]}$$

โดยที่ $X(t)$ คือ จำนวนผู้ยอมรับ (adopt) นวัตกรรม ณ เวลา t

X_s คือ จำนวนผู้ยอมรับนวัตกรรม ณ ระดับอิ่มตัว (Saturation)

X_0 คือ จำนวนผู้ยอมรับนวัตกรรม ณ เวลาเริ่มต้น (t=0),

a คือ อัตราการแพร่กระจาย (Diffusion Rate) และ e คือ ค่าคงที่ซึ่งเป็นฐานของ Natural Logarithm

ทั้งนี้ มีสมมุติฐานดังนี้

X_0 = จำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในประเทศไทยในปี 2014 มีค่า 1.5 ล้านราย (ผู้จัดการออนไลน์, 2558)

a = อัตราการแพร่กระจายของจำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในประเทศไทย อ้างอิงจากอัตราการแพร่กระจายของจำนวนการเชื่อมต่อ (Connection) ของบริการ LTE ในโลก จากข้อมูลของ GSM Association (GSMA, 2014) โดยคำนวณ a ได้ 0.6779

X_s = ระดับอิ่มตัว (Saturation Level) ของจำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในประเทศไทย คำนวณจากข้อมูลจำนวนผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2002-2014 (สำนักงาน กสทช., 2557) ซึ่งจะได้จำนวนผู้ใช้บริการที่ระดับอิ่มตัวเท่ากับ 119.84 ล้านคน

ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการ จากข้อมูลส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่ในประเทศต่างๆ ของ GSM Association (Nichiforov-Chuang, 2015) ได้นำมาใช้ตั้งสมมุติฐานส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่ในประเทศไทยในงานวิจัยนี้ โดยกำหนดให้ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่มีสมมุติฐานว่า ส่วนแบ่งตลาดในปี 2016–2018 มีการเติบโตแบบเส้นตรง (Linear Growth) โดยเติบโตจากปีก่อนหน้าปีละเท่ากับ (ส่วนแบ่งตลาดในปี 2019)/4 และส่วนแบ่งตลาดในปี 2019–2030 ถูกกำหนดให้มีค่าคงที่ทุกปี โดยมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Triangular Distribution เนื่องจากเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในกรณีที่ทราบเพียงแค่ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) และค่าที่เป็นไปได้มากที่สุด (Most Likely) งานวิจัยนี้ตั้งสมมุติฐานส่วนแบ่งตลาดให้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0% ค่าสูงสุดเท่ากับ 34%

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 98 6/21/17 11:37 AM

โดยอ้างอิงจากข้อมูลส่วนแบ่งตลาดต่ำสุดและสูงสุดของผู้ประกอบการรายใหม่ในประเทศต่างๆ และค่าที่เป็นไปได้มากที่สุดเท่ากับ 9% โดยประมาณจากค่าเฉลี่ยของส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่ในประเทศต่างๆ (Nichiforov-Chuang, 2015)

รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ (Average Revenue Per User – ARPU) ต่อปี มีสมมุติฐานว่ารายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการในปี 2016 ซึ่งเริ่มเปิดบริการ 4G มีการเติบโตเทียบกับรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 3G โดยมีอัตราการเติบโตเทียบกับรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 3G มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Uniform Distribution เนื่องจากเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในกรณีที่ไม่ทราบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นโดยละเอียด โดยกำหนดเพียงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และสมมุติให้ความน่าจะเป็นของทุกค่าที่เป็นไปได้ถือว่ามีค่าเท่าๆ กัน ทั้งนี้ จากอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 4G เทียบกับรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 3G ในต่างประเทศ พบว่ามีความหลากหลายเป็นอย่างมาก ซึ่งในบางประเทศคิดอัตราค่าบริการ 4G เท่ากับ 3G โดยเป็นการอัพเกรดให้ผู้ใช้บริการฟรี ทำให้รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการของ 4G ใกล้เคียงกับรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการของ 3G (Dewar, 2014) ในขณะที่บางประเทศ รายได้เฉลี่ยจากการให้บริการ 4G มากกว่ารายได้เฉลี่ยจากการให้บริการ 3G สูงสุดถึง 40% (Dewar & Gillet, 2013) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงตั้งสมมุติฐานให้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0% และค่าสูงสุดเท่ากับ 40% ตามลำดับ (ทั้งนี้ สมมุติฐานดังกล่าวอ้างอิงมาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในต่างประเทศ ก่อนที่จะมีข้อกำหนดที่ 5 ในหมวด 6 ของ กสทช. ซึ่งระบุเงื่อนไขการกำหนดอัตราค่าบริการสำหรับบริการเสียงและบริการข้อมูลของผู้ให้บริการ 4G ในประเทศไทย)

นอกจากนี้ มีสมมุติฐานว่าอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี ตั้งแต่ปี 2017-2030 มีแนวโน้มหดตัวลง โดยอัตราการเติบโตต่อปี มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Uniform Distribution โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ -7.58% และค่าสูงสุดเท่ากับ +0.93% โดยอ้างอิงจากอัตราการเติบโตต่อปีของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีของผู้ประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยในปี 2009-2014 (สำนักงาน กสทช., 2557ก) ทั้งนี้ ในปัจจุบันผู้ประกอบการมีแนวโน้มจะออกแพ็คเกจการให้บริการอินเทอร์เน็ตบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีลักษณะเป็นการเหมาจ่าย โดยใช้งานได้ไม่จำกัด (Unlimited Usages) และใช้การจำกัดความเร็วในการใช้งานอินเทอร์เน็ตเมื่อปริมาณการใช้งานครบโควตาที่กำหนดแล้ว ซึ่งทำให้ไม่สามารถคิดค่าใช้บริการเพิ่มขึ้นได้แม้ว่าผู้ใช้บริการจะมีปริมาณการใช้งานเพิ่มขึ้นก็ตาม จึงมีสมมุติฐานให้รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีมีแนวโน้มหดตัวลงตั้งแต่เปิดให้บริการในปีที่ 2 คือปี 2017

ปริมาณการใช้งาน (Traffic) ใช้ข้อมูลและสมมุติฐานว่า ปริมาณการใช้งานของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน ในปี 2013 อยู่ที่ประมาณ 0.3 กิกะไบต์ (GB) ต่อเดือน และในปี 2014 อยู่ที่ประมาณ 1 กิกะไบต์ (GB) ต่อเดือน (The Nation, 2015) และในปี 2019 คาดว่าปริมาณการใช้งานของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน จะเติบโตเป็น 5 เท่าของปี 2014 เป็น 5 กิกะไบต์ (GB) ต่อเดือน โดยอ้างอิงการพยากรณ์อัตราการเติบโตของปริมาณการใช้งานของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในโลกเฉลี่ยต่อคนต่อเดือนของ (Cisco, 2015) โดยปริมาณการใช้งานมีการเติบโตแบบพหุนามกำลัง 2 (Quadratic Polynomial) (International Telecommunication Union, 2013) ทั้งนี้ จากการกำหนดความสัมพันธ์

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 99 6/21/17 11:37 AM

ให้เหมาะสมกับข้อมูล (fit) โดยใช้ความสัมพันธ์แบบพหุนามกำลัง 2 พบว่าได้สมการเป็น

$$Traffic = 0.0167t^2 + 0.65t - 0.3667$$

โดย *Traffic* คือ ปริมาณการใช้งานของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อคนต่อเดือน หน่วยเป็น GB และ t คือ ปีที่มีปริมาณการใช้งาน โดยในที่นี้ t = 1 คือ ปี 2013 เนื่องจากเป็นปีแรกที่มีข้อมูล

ขนาดของโครงข่าย กำหนดสมมุติฐานการวางโครงข่ายว่า ผู้ประกอบการวางโครงข่าย 4G โดยใช้คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่ กสทช. ได้จัดประมูลในปี 2558 โดยใช้คลื่นความถี่ขนาด 2 x 10 MHz สถานีฐาน 1 แห่ง มีพื้นที่การให้บริการซึ่งมีความครอบคลุมขนาดพื้นที่ได้แตกต่างกันตามประเภทของพื้นที่ ตามลักษณะการแพร่กระจายคลื่นที่แตกต่างกันตามหลักวิศวกรรม โดยแบ่งได้เป็นเขตเมือง (Urban) มีพื้นที่การให้บริการของสถานีฐาน 2.73 km^2 ชานเมือง (Suburban) มีพื้นที่การให้บริการของสถานีฐาน 9.95 km^2 และชนบท (Rural) มีพื้นที่การให้บริการของสถานีฐาน 156.74 km^2 (Mason, 2015) ทั้งนี้ ในการแบ่งประเภทพื้นที่ที่วางโครงข่าย พื้นที่เขตเมืองซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรสูง ได้แก่ เทศบาลนคร กรุงเทพมหานคร และเมืองพัทยา พื้นที่ชานเมืองซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรปานกลาง ได้แก่ เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล และพื้นที่ชนบท ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรต่ำ ได้แก่ พื้นที่ที่อยู่นอกเขตเทศบาล นอกจากนี้ สถานีฐาน 1 แห่ง มีความจุรองรับปริมาณการส่งข้อมูลได้จำนวน 4,181 กิกะไบต์ (GB) ต่อเดือน

จากสมมุติฐานข้างต้น สามารถคำนวณจำนวนสถานีฐานที่ต้องใช้ในการให้บริการในแต่ละปีได้ โดยคำนวณจำนวนสถานีฐานให้มีความครอบคลุม (Coverage) ประชากรตามจำนวนผู้ใช้บริการ 4G ในประเทศไทย โดยนำผลลัพท์ที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง Logistic Diffusion Model มาคูณกับปริมาณการใช้งานของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อคนต่อเดือนที่ได้จากสูตร *Traffic* แล้วจึงนำผลลัพท์ซึ่งเป็นค่าปริมาณการใช้งานของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมดต่อปี (หน่วยเป็น GB) ไปเปรียบเทียบกับจำนวนสถานีที่ควรจะมีเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณการใช้งานทั้งหมดได้ ซึ่งจำนวนสถานีจะครอบคลุมทั้งในเขตเมือง ชานเมือง และชนบท ตามลำดับ โดยในพื้นที่เขตเมืองและชานเมือง คำนวณพื้นที่แยกตามแต่ละเขตเทศบาล หากมีเศษให้ปัดขึ้น ส่วนในพื้นที่ชนบท คำนวณพื้นที่นอกเขตเทศบาลรวมทั้งประเทศ ยกเว้นพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ซึ่งสมมุติว่าไม่มีการให้บริการ โดยอ้างอิงข้อมูลขนาดพื้นที่ในเขตเทศบาลต่างๆ จากกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (2557) และขนาดพื้นที่ป่าไม้จากกรมป่าไม้ (2556) หลังจากนั้น เมื่อปริมาณการใช้งานรวมของผู้ใช้บริการทั้งหมดมีมากกว่าความจุรวมทั้งหมดที่สถานีฐานรองรับได้ จึงเพิ่มจำนวนสถานีฐานเพื่อให้มีความจุที่เพิ่มขึ้นรองรับปริมาณการใช้งานของผู้ใช้ที่สูงขึ้นได้

ต้นทุนอุปกรณ์โครงข่าย แบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ Access Network, Backhaul Network และ Core Network โดยมีสมมุติฐานต้นทุนดังนี้

- ต้นทุนในส่วนของ Access Network แปรผันตามจำนวนสถานีฐาน โดยต้นทุนต่อ 1 สถานี ประกอบด้วย ค่าอุปกรณ์ประมาณ 1 ล้านบาท ค่าก่อสร้างและติดตั้ง กรณีติดตั้งสถานีฐานตามอาคาร (Roof Top) ประมาณ 3 แสนบาท และกรณีติดตั้งสถานีฐานโดยตั้งเสา (Tower) ประมาณ 1.2 ล้านบาท ทั้งนี้ สัดส่วน

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 100 6/21/17 11:37 AM

ของสถานีฐานตามอาคารกับสถานีฐานโดยตั้งเสา มีค่าประมาณ 70% และ 30% ตามลำดับ (เดเทคอน เอเชีย-แปซิฟิค, ม.ป.ป.)

• ต้นทุนในส่วนของ Backhaul Network แปรผันตามจำนวนสถานีฐาน โดยต้นทุนต่อ 1 สถานี ประกอบด้วย ค่าอุปกรณ์ประมาณ 9,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ หรือ 297,000 บาท และค่าติดตั้งประมาณ 8,700 ดอลลาร์สหรัฐฯ หรือ 287,100 บาท (Paolini, 2011)

• ต้นทุนในส่วนของ Core Network คิดประมาณการแบบเหมารวม (Lump Sum) เพื่อความสะดวกในการคำนวณ โดยมีสัดส่วนของต้นทุนของ Core Network ต่อต้นทุนของ Access Network และ Backhaul Network เท่ากับ 20:80 (เดเทคอน เอเชีย-แปซิฟิค, ม.ป.ป.)

ราคาของอุปกรณ์โครงข่ายมีแนวโน้มลดลงจากการพัฒนาของเทคโนโลยี โดยกำหนดสมมุติฐานให้อัตราการลดลงมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Uniform Distribution เนื่องจากเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในกรณีที่ทราบเพียงค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด โดยกำหนดสมมุติฐานให้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0% กล่าวคือราคาไม่มีการลดลง และค่าสูงสุดเท่ากับ 15% โดยอ้างอิงจากอัตราการลดลงที่สูงที่สุดจากการสืบค้นข้อมูลทุติยภูมิที่พบ (Harno, 2009)

ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาโครงข่าย มีสมมุติฐานโดยค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาโครงข่ายในแต่ละปีคิดเป็น 20% ของมูลค่าเฉลี่ยของโครงข่าย ณ สิ้นปีนั้น และสิ้นปีก่อนหน้า (เดเทคอน เอเชีย-แปซิฟิค, ม.ป.ป.)

ต้นทุนของใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ กสทช. ได้กำหนดราคาขั้นต่ำในการประมูลคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz ที่มูลค่า 11,600 ล้านบาท สำหรับชุดคลื่นความถี่ 2 x 12.5 MHz หรือ 464 ล้านบาทต่อ 1 MHz (สำนักงาน กสทช., 2557ค) ทำให้สำหรับคลื่นความถี่ขนาด 2 x 10 MHz จะมีมูลค่าเป็น 9,280 ล้านบาท แต่ทั้งนี้ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่ประเมินไว้เมื่อปี 2557 จึงมีความเป็นไปได้ที่ กสทช. อาจทบทวนราคาใหม่ให้สูงขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ ราคาที่แข่งขันในการประมูลที่อาจมีการปรับสูงขึ้นไปจากราคาตั้งต้น ดังนั้น จึงกำหนดสมมุติฐานให้ต้นทุนของใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ขนาด 2 x 10 MHz มีมูลค่าเป็น 10,000 ล้านบาท (ราคาขั้นต่ำในการประมูลคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz ตามประกาศล่าสุดของ กสทช. เริ่มต้นที่ 15,912 ล้านบาท)

ค่าธรรมเนียมการกำกับดูแล (Regulatory Fee) เป็นต้นทุนในการกำกับดูแลในการประกอบกิจการโทรคมนาคม ประกอบไปด้วยค่าธรรมเนียมใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมและเงินสมทบเข้ากองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ รวมคิดเป็นร้อยละ 5.25 ของรายได้ต่อปี ในกรณีที่รายได้ของผู้ประกอบการเกิน 1,000 ล้านบาทขึ้นไป

ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (Selling, General & Administrative Expense: SG&A) กำหนดสมมุติฐานให้ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารคิดเป็น 14% ของยอดขาย โดยเทียบเคียงจากผู้ประกอบการโทรคมนาคมในอุตสาหกรรม

อัตราคิดลด (Discount Rate) สามารถหาได้จากต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยของเงินทุน ดังนี้

1. อัตราผลตอบแทนที่ผู้ถือหุ้นต้องการ (Cost of Equity) จากสมการ CAPM (Capital Asset Pricing Model) โดยตัวแปรแต่ละตัวสามารถหาค่าได้ ดังนี้

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 101 6/21/17 11:37 AM

• R_f หาได้จากอัตราผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลอายุ 10 ปี ณ เดือนมีนาคม 2558 เท่ากับ 2.72% ต่อปี

• $E(R_m)$ หาได้จากการนำค่าดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยรายเดือนย้อนหลัง 5 ปี (ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2558) มาหาค่าอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี จะได้ 14.4% ต่อปี

• β อ้างอิงจากค่าเบต้าเฉลี่ยของบริษัทในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม 3 รายใหญ่ คือ AIS, DTAC และ TRUE เท่ากับ 1.27

ดังนั้น หาค่าอัตราผลตอบแทนที่ผู้ถือหุ้นต้องการได้

$$k_E = 2.72\% + (14.4\% - 2.72\%) * 1.27 = 17.55\%$$

2. อัตราผลตอบแทนที่เจ้าหนี้ต้องการ ซึ่งก็คืออัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ อ้างอิงจาก Minimum Loan Rate (MLR) เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศ ณ วันที่ 31 มีนาคม 2558 เท่ากับ 7.1971%

3. ต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยของเงินทุน กำหนดสมมุติฐานของโครงสร้างของเงินลงทุน (Capital Structure) มีอัตราส่วนหนี้สินต่อส่วนของผู้ถือหุ้น (Debt to Equity Ratio: D/E) เป็น 1 ดังนั้น ต้นทุนทางการเงินเฉลี่ยของเงินทุนสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$WACC = (1 - 0.20)\left(\frac{1}{2}\right)7.1971\%) + \left(\frac{1}{2}\right)(17.55\%) = 11.65\%$$

Table 1 สรุปการแจกแจงของตัวแปรเสี่ยงที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปรเสี่ยง	ประเภทการแจกแจงความน่าจะเป็น
ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการ	Triangular
อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 4G เทียบกับ 3G	Uniform
อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี	Uniform
อัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย	Uniform

สมมุติฐานอื่นๆ อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล 20% ของกำไรสุทธิ อ้างอิงจากพระราชกฤษฎีกาออกตามความในประมวลรัษฎากรว่าด้วยการลดอัตรารัษฎากร (ฉบับที่ 577) พ.ศ. 2557 (กรมสรรพากร, 2557) ค่าเสื่อมราคาคิดแบบเส้นตรง โดยอายุการใช้งาน (Useful Life) ของอุปกรณ์โครงข่ายเท่ากับอายุที่เหลือของโครงการ มูลค่าซากเมื่อครบอายุโครงการเป็นศูนย์และกำหนดสมมุติฐานให้การเปลี่ยนแปลงเงินทุนหมุนเวียนสุทธิ (Net Working Capital) ในแต่ละปีเป็นศูนย์เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับกระแสเงินสดจากการดำเนินงาน (Operating Cash Flow)

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 102 6/21/17 11:37 AM

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์การลงทุนในสถานการณ์หลัก

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ในสถานการณ์หลักที่รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีมีแนวโน้มลดลงระหว่าง -7.58% ถึง +0.93% เนื่องมีการแข่งขันสูงในตลาดและผู้ประกอบการให้บริการในลักษณะเหมาจ่ายการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบไม่จำกัด แต่จะจำกัดความเร็วเมื่อการใช้งานครบโควต้าจึงทำให้ไม่สามารถขึ้นราคานั้นแสดงได้ดัง Figure 2

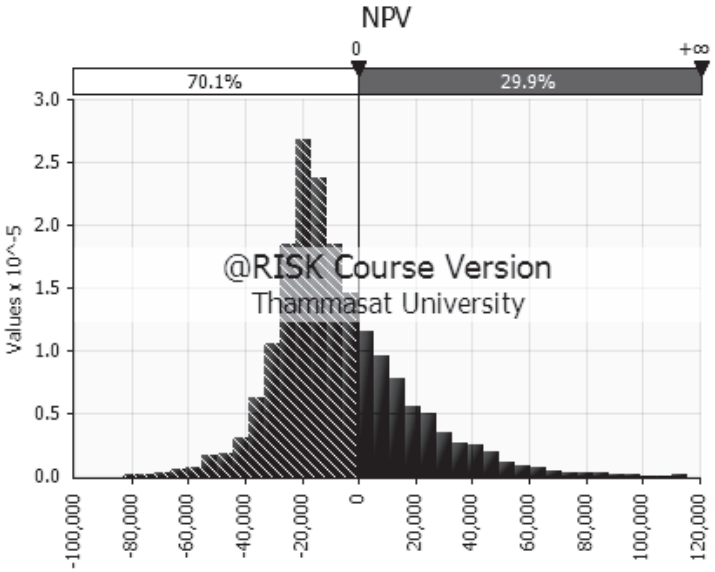

Figure 2 การแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการลงทุน 4G สำหรับสถานการณ์หลัก

จากกราฟแสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ จะเห็นได้ว่า การแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีลักษณะเบ้ขวา (Right-Skewed) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่า -7,268.43 ล้านบาท ค่ามัธยฐาน (Median) มีค่า -11.913.11 ล้านบาท ค่าฐานนิยม (Mode) มีค่า –19,989.73 ล้านบาท ค่าต่ำสุด (Minimum) มีค่า -82,734.32 ล้านบาท ค่าสูงสุด (Maximum) มีค่า 115,796.14 ล้านบาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีค่า 23,247.97 ล้านบาท หรือคิดเป็น 320% ของขนาดของค่าเฉลี่ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความเสี่ยงค่อนข้างมาก ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 29.9% ซึ่งกล่าวได้ว่า โครงการลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคม 4G นี้มีโอกาสที่จะคุ้มทุน 29.9% แสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนน้อย โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแล้วพบว่า ในช่วงแรกของโครงการในปีที่ 1 (2016) จนถึงปีที่ 10 (2025) กระแสเงินสดรับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการที่รายได้มีการเติบโตเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากจำนวนผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นในสถานการณ์ที่ตลาดอยู่ในภาวะเติบโต แต่หลังจากนั้นตลาดผู้ใช้บริการ 4G เริ่มเข้าสู่ภาวะอิ่มตัว ทำให้จำนวนผู้ใช้บริการค่อนข้างคงที่ ในขณะที่รายได้

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 103 6/21/17 11:37 AM

เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการกลับมีอัตราการเติบโตลดลง ทำให้รายได้รวมมีแนวโน้มลดลง ในส่วนของกระแสเงินสดจ่ายที่สำคัญที่สุด มาจากการลงทุนในสินทรัพย์ถาวร ซึ่งมีการลงทุนอย่างต่อเนื่องทุกปี โดยในช่วงแรกในปีที่ 1 จนถึงปีที่ 5 มีการลงทุนในโครงข่ายเพื่อให้มีความครอบคลุมของสัญญาณทั่วประเทศ แต่หลังจากนั้นในปีที่ 6 เป็นต้นไป มีการลงทุนในโครงข่ายเพื่อขยายความจุให้รองรับปริมาณการใช้งานของผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนหรือทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีความแปรปรวนนั้น สามารถวิเคราะห์ได้จาก Tornado Graph ดังแสดงใน Figure 3

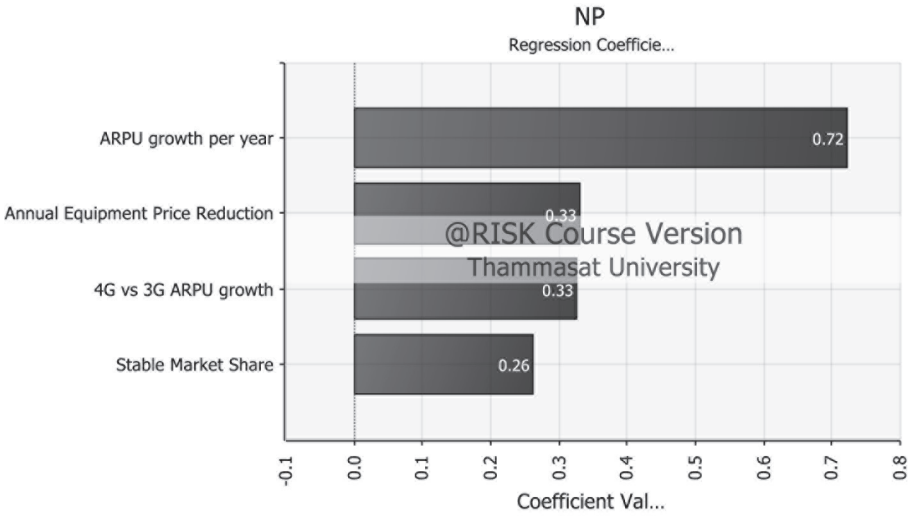

Figure 3 Tornado Graph แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุน

จาก Figure 3 จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนมากที่สุดคือ อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี (ARPU Growth Per Year) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ในรูปแบบของค่ามาตรฐาน (Standardized Coefficient Beta) สูงถึง 0.72 เนื่องจากในปัจจุบันผู้ประกอบการมีแนวโน้มจะออกแพ็คเกจการให้บริการอินเทอร์เน็ตบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีลักษณะเป็นการเหมาจ่าย โดยใช้งานได้ไม่จำกัดและใช้การจำกัดความเร็วในการใช้งานอินเทอร์เน็ตเมื่อปริมาณการใช้งานครบโควต้าที่กำหนดแล้ว ซึ่งทำให้ไม่สามารถคิดค่าใช้บริการเพิ่มขึ้นได้แม้ว่าผู้ใช้บริการจะมีปริมาณการใช้งานเพิ่มขึ้นก็ตาม อีกทั้งจากสภาวะการแข่งขันในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันกันสูง จึงมีการพยายามตั้งราคาให้ไม่แตกต่างจากคู่แข่งขันมากนัก ทำให้การเพิ่มราคาไม่สามารถทำได้โดยง่าย นอกจากนี้ จากการที่บริการโทรคมนาคมเป็นบริการสาธารณะที่รัฐต้องการให้ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ในราคาไม่แพง จึงมีการกำกับดูแลเพื่อควบคุมราคาค่าบริการไม่ให้สูงจนเกินไป ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนจะส่งผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนในโครงข่าย 4G ในอนาคต

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 104 6/21/17 11:37 AM

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความเสี่ยงในการลงทุนในลำดับถัดมาคือ อัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย (Annual Equipment Price Reduction) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย 0.33 โดยราคาของอุปกรณ์จะเปลี่ยนไปอย่างไรจะขึ้นอยู่กับการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และอำนาจต่อรองของผู้ผลิตอุปกรณ์ เป็นต้น ซึ่งมีความไม่แน่นอน ทำให้ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการลงทุนเนื่องจากในโครงการมีการขยายโครงข่ายอย่างต่อเนื่องทุกปี

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความเสี่ยงในการลงทุนอีกประการหนึ่งคือ อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G (4G vs. 3G ARPU growth) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย 0.33 ซึ่งประเด็นนี้จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพการแข่งขันว่าผู้ประกอบการรายต่างๆ มีการวางตำแหน่งทางการตลาดของบริการ 4G ในลักษณะเป็นบริการที่มีคุณภาพที่ดีกว่าบริการ 3G โดยการตั้งราคาค่าบริการที่สูงกว่า หรือว่าบริการ 4G จะเป็นบริการที่มาทดแทนบริการ 3G โดยนำเสนอบริการ 4G ในราคาเดียวกันกับบริการ 3G ซึ่งให้ผู้บริการสามารถอัพเกรดได้ฟรี อีกทั้งการเติบโตของรายได้จากบริการ 4G เทียบกับ 3G ยังขึ้นอยู่กับว่า ผู้บริโภครับรู้ถึงความแตกต่างของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G และยินดีจ่ายในราคาที่สูงเพิ่มขึ้นเพียงใด ซึ่งมีความไม่แน่นอน ทำให้มีผลกระทบต่อความเสี่ยงในการลงทุน

ปัจจัยต่อไปที่มีความสำคัญต่อความเสี่ยงในการลงทุนปัจจัยสุดท้าย คือ ส่วนแบ่งตลาดตั้งแต่ปีที่ 2019 เป็นต้นไป ซึ่งมีสมมุติฐานให้มีรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นเหมือนเดิมทุกปี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย 0.26 โดยส่วนแบ่งตลาดที่มีค่าแปรเปลี่ยนในช่วงกว้างมาก (0-34%) เป็นปัจจัยความเสี่ยงสำหรับผู้ประกอบการรายใหม่ที่มีความเสียเปรียบในเรื่องการยังไม่มีฐานลูกค้าเดิม ทำให้ต้องมีการสร้างแบรนด์ให้เป็นที่รู้จัก การทำกิจกรรมส่งเสริมการตลาดต่างๆ เพื่อจูงใจให้ผู้ใช้บริการหันมาใช้บริการได้ การที่ผู้ประกอบการรายใหม่จะมีส่วนแบ่งตลาดมากน้อยเพียงใดก็ย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการดำเนินกลยุทธ์การตลาดและการให้บริการว่าจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้ดีเพียงใด ซึ่งมีความไม่แน่นอน ทำให้ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงในการลงทุน

นอกจากนี้ จาก Figure 3 จะเห็นได้ว่าทั้ง 4 ปัจจัยส่งผลในทิศทางเดียวกับมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน เมื่ออัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี อัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G และส่วนแบ่งตลาดตั้งแต่ปีที่ 2019 เป็นต้นไป เพิ่มขึ้นจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในเชิงเปรียบเทียบ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี (ARPU growth per year) มีค่าเท่ากับ 0.72 มีผลต่อการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการลงทุน 4G สำหรับสถานการณ์หลักมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของอัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่ายและอัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.33 หรือมากกว่าสองเท่า ดังนั้น ผู้ประกอบการจึงควรให้ความสำคัญต่อการหากลยุทธ์ในการนำเสนอบริการที่มีความสร้างสรรค์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าในการนำเสนอบริการ เพื่อเพิ่มอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G และส่วนแบ่งตลาดตั้งแต่ปีที่ 2019 เป็นต้นไปให้ได้มากขึ้น ในขณะเดียวกัน ผู้ประกอบการควรเสาะแสวงหาพันธมิตรทางธุรกิจทั้งในและนอกประเทศเพื่อดำเนินการให้ค่าใช้จ่ายราคาอุปกรณ์โครงข่ายลดลงอย่างต่อเนื่อง

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 105 6/21/17 11:37 AM

การวิเคราะห์การลงทุนในสถานการณ์ทางเลือกอื่นที่เป็นไปได้ (Scenario Analysis)

จากผลการวิเคราะห์การลงทุนที่กล่าวมาแล้วนั้น เนื่องจากอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีเป็นปัจจัยที่มีความเสี่ยงมากที่สุด เพื่อทดสอบความไว (Sensitivity) ของผลการเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปี ผู้วิจัยจึงได้ทดลองกำหนดสถานการณ์ทางเลือกอื่นที่เป็นไปได้ โดยเปลี่ยนแปลงการแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีดังนี้

สถานการณ์ทางเลือก 1 ในสถานการณ์นี้มีสมมุติฐานว่าอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีมีแนวโน้มลดลงไม่มากนัก เนื่องจากแม้ว่าตลาดผู้ใช้บริการ 4G จะเข้าสู่ภาวะอิ่มตัวในภายหลัง ทำให้จำนวนผู้ใช้บริการค่อนข้างคงที่ ส่งผลให้รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการมีอัตราการเติบโตลดลง ในขณะที่ผู้ประกอบการยังสามารถมีกลยุทธ์ทางการตลาด จึงทำให้อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีมีแนวโน้มลดลงไม่มากเท่าในกรณีแรก โดยอัตราการเติบโตต่อปีของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Uniform Distribution โดยมีค่าต่ำที่สุด (Minimum) คือ -4% (เดิมเป็น -7.58%) และค่าสูงสุด (Maximum) เท่ากับ +0.93% (เท่าเดิม) ซึ่งทำให้ได้ผลมูลค่าปัจจุบันสุทธิและการแจกแจงความน่าจะเป็นดัง Figure 4

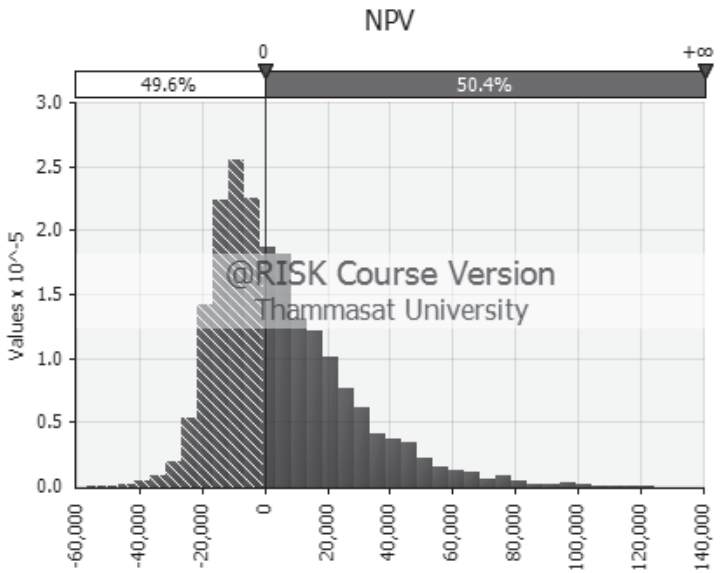

Figure 4 กราฟแสดงการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ในสถานการณ์ทางเลือก 1

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 106 6/21/17 11:37 AM

จะเห็นได้ว่า การแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีลักษณะเบ้ขวา (Right-Skewed) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่า 4,732.44 ล้านบาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีค่า 21,431.98 ล้านบาท หรือคิดเป็น 453% ของขนาดของค่าเฉลี่ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความเสี่ยงค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าในสถานการณ์นี้ ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 50.4% แสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนปานกลาง โดยในสถานการณ์นี้ซึ่งคาดการณ์ว่ารายได้ต่อผู้ใช้บริการลดลงไม่มากนัก มีผลทำให้กระแสเงินสดรับมากกว่าในสถานการณ์หลักเนื่องมาจากรายได้ที่มากขึ้น

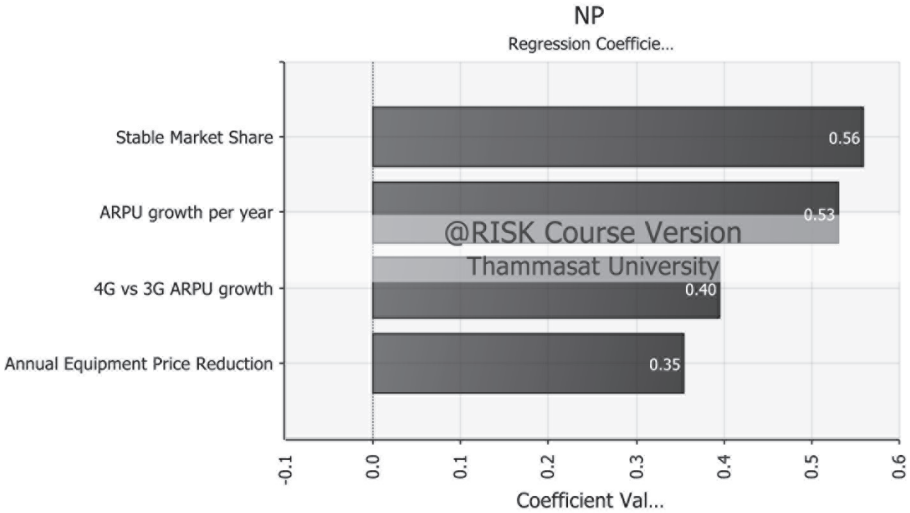

Figure 5 Tornado Graph แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนในสถานการณ์ทางเลือก 1

ในส่วนของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนในสถานการณ์นี้ซึ่งส่งผลให้ค่าเฉลี่ย (Mean) ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่า 4,732.44 ล้านบาท และความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 50.4% และส่งผลถึงความน่าสนใจในการลงทุนเพิ่มขึ้นมาอยู่ในระดับปานกลาง ดังแสดงใน Figure 5 โดยลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการลงทุน 4G ได้เปลี่ยนแปลงไปจากในสถานการณ์หลัก โดยปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือส่วนแบ่งตลาดตั้งแต่ปีที่ 2019 เป็นต้นไป ซึ่งมีสมมุติฐานให้มีค่าคงที่ทุกปี มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.56 รองลงมาเป็นอัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการต่อปี มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.53 ถัดไปเป็นอัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.40 และอัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.35 ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยทั้ง 4 ส่งผลในทิศทางเดียวกับมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนเช่นเดียวกัน

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 107 6/21/17 11:37 AM

สถานการณ์ทางเลือก 2 ในสถานการณ์นี้มีสมมุติฐานว่า อัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้ประกอบการสามารถตั้งราคาค่าบริการได้สูงขึ้นตามปริมาณการใช้งานของผู้ใช้บริการ โดยไม่ใช่ในลักษณะของการเหมาจ่ายที่ใช้งานได้ไม่จำกัด จึงทำให้อัตราการเติบโตต่อปีของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Uniform Distribution โดยมีค่าต่ำที่สุด (Minimum) คือ 0% (เดิมเป็น -7.58%) และค่าสูงสุด (Maximum) เท่ากับ +3% (เดิมเป็น +0.93%) สถานการณ์นี้จะมีความเป็นไปได้หากผู้ประกอบการสามารถตั้งราคาค่าบริการให้สะท้อนถึงปริมาณการใช้งานจริงของผู้ใช้บริการได้ และปริมาณการใช้งานของผู้ใช้บริการมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการตั้งราคาของคู่แข่งขันว่าจะเป็นอย่างไรด้วย การแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิแสดงได้ดัง Figure 6

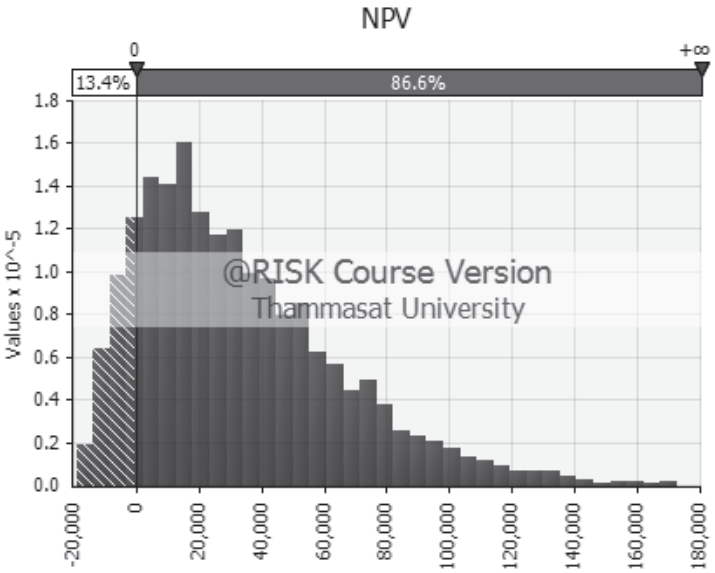

Figure 6 การแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ในสถานการณ์ทางเลือก 2

จาก Figure 6 พบว่า การแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีลักษณะเบ้ขวา (Right-Skewed) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่า 32,610.78 ล้านบาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีค่า 32,160.64 ล้านบาท หรือคิดเป็น 99% ของขนาดของค่าเฉลี่ย จะเห็นได้ว่าในสถานการณ์นี้ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับ 86.6% แสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนสูง โดยมาจากการคาดการณ์ว่ารายได้ต่อผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้กระแสเงินสดรับสูงกว่าในสถานการณ์หลักมาก เนื่องมาจากรายได้ที่มากขึ้น

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 108 6/21/17 11:37 AM

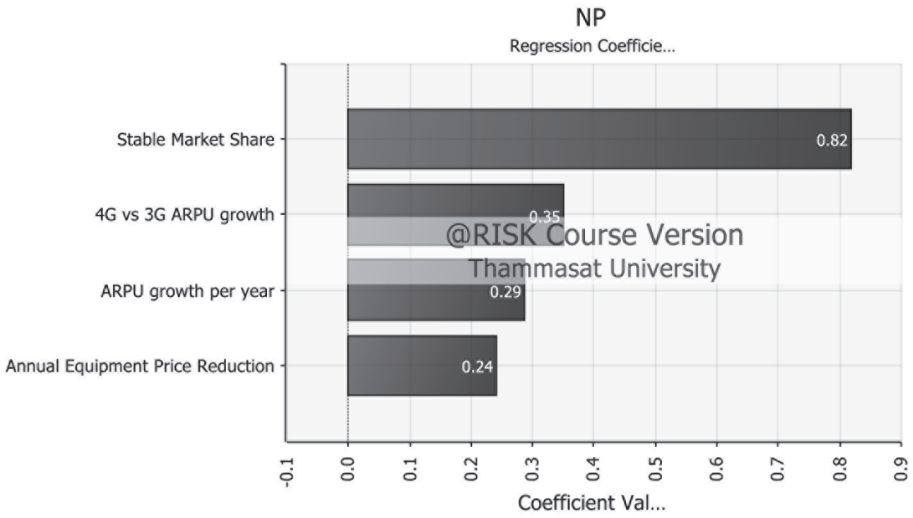

Figure 7 Tornado Graph แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนในสถานการณ์ทางเลือก 2

ในส่วนของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุนในสถานการณ์ทางเลือกที่ 2 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ย (Mean) ของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 32,610.78 ล้านบาท และความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกมีค่าสูงถึง 86.6% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนสูง ดังแสดงใน Figure 7 โดยลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการลงทุน 4G ได้เปลี่ยนแปลงไปจากในสถานการณ์หลัก โดยปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือส่วนแบ่งตลาดตั้งแต่ปีที่ 2019 เป็นต้นไป ซึ่งมีสมมุติฐานให้มีค่าคงที่ทุกปี มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.82 รองลงมาเป็นอัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.35 อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการต่อปี มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.29 ถัดไปเป็นอัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.24 ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยทั้ง 4 ส่งผลในทิศทางเดียวกับมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนเช่นเดียวกัน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์การลงทุนในสถานการณ์หลักซึ่งใช้สมมุติฐานตามที่ได้ระบุไว้ในระเบียบวิธีวิจัย และสถานการณ์ทางเลือกอื่นที่เป็นไปได้ 2 ทางเลือก โดยทำการเปลี่ยนแปลงการแจกแจงความน่าจะเป็นของอัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีที่มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากผลการวิเคราะห์ในสถานการณ์หลักพบว่าเป็นปัจจัยที่มีความเสี่ยงมากที่สุด เพื่อให้เห็นภาพของผลการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่มีแนวโน้มลดลงไม่มากนักและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดัง Table 2

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 109 6/21/17 11:37 AM

Table 2 สรุปผลการวิจัย

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	สถานการณ์หลัก	สถานการณ์ทางเลือก 1	สถานการณ์ทางเลือก 2
ค่าเฉลี่ย (ล้านบาท)	-7,268.43	4,732.44	32,610.78
ค่ามัธยฐาน (ล้านบาท)	-11.913.11	148.94	25,900.27
ค่าฐานนิยม (ล้านบาท)	–19,989.73	–8,106.68	14,032.91
ค่าต่ำสุด (ล้านบาท)	-82,734.32	-56,734.77	-19,160.49
ค่าสูงสุด (ล้านบาท)	115,796.14	124,200.09	172,694.09
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้านบาท)	23,247.97	21,431.98	32,160.64
ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวก	29.90%	50.40%	86.60%

จากการพิจารณาผลความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าเป็นบวกพบว่า ในสถานการณ์หลัก มีความน่าสนใจในการลงทุนน้อย ในสถานการณ์ทางเลือก 1 มีความน่าสนใจในการลงทุนปานกลาง และในสถานการณ์ทางเลือก 2 มีความน่าสนใจในการลงทุนสูง นอกจากนี้ ปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการลงทุน ได้แก่ อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการต่อปี อัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการ 4G เทียบกับ 3G และส่วนแบ่งตลาด ณ ปีที่ 2019 เป็นต้นไป ซึ่งมีสมมุติฐานให้มีค่าคงที่ทุกปี ทั้งนี้ ความสำคัญของแต่ละปัจจัยแตกต่างกันไปในแต่ละสถานการณ์

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 110 6/21/17 11:37 AM

การนำผลการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิมาใช้ในการตัดสินใจประมูลคลื่นความถี่

ผลการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ สามารถนำมาวิเคราะห์ในประเด็นว่าผู้ประกอบการควรยอมจ่ายเงินในการประมูลคลื่นความถี่เท่าใดจึงจะคุ้มค่ากับการลงทุน โดยในแบบจำลองที่ได้กำหนดมานั้น ได้มีสมมุติฐานว่า ค่าใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ที่ผู้ประกอบการจะต้องไปประมูลแข่งขันเพื่อให้ได้รับสิทธิมานั้นมีค่าคงที่อยู่ที่ 10,000 ล้านบาท สำหรับคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz ขนาด 2x10 MHz แต่ในความเป็นจริงแล้วค่าใบอนุญาตที่จะต้องประมูลมานั้นอาจมีราคาสูงกว่าราคาดังกล่าว โดยขึ้นอยู่กับการแข่งขันในการประมูล ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจว่าต้องการให้การลงทุนนี้มีมูลค่าปัจจุบันเป็นบวก หรือมีความคุ้มทุน ด้วยความน่าจะเป็นเท่าใด ตัวอย่างเช่น หากผู้ประกอบการต้องการให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวกด้วยความน่าจะเป็นไม่น้อยกว่า 70% ซึ่งในสถานการณ์ทางเลือกที่ 2 ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะมีค่าตั้งแต่ 11,000 ล้านบาท ขึ้นไปมีค่า 71.2% นั่นแสดงว่า ผู้ประกอบการยังสามารถใช้งบประมาณในการประมูลคลื่นความถี่ส่วนที่เกิน 10,000 ล้านบาท ได้อีกประมาณ 11,000 ล้านบาท ซึ่งคิดรวมเป็น 21,000 ล้านบาท โดยผู้ประกอบการย่อมไม่ยินดีที่จะเสนอราคาที่สูงกว่านี้ เพราะจะทำให้ความน่าจะเป็นที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเป็นบวกมีค่าไม่ถึง 70% ซึ่งจะขัดกับเงื่อนไขในการลงทุนของผู้ประกอบการ

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ จากข้อสรุปในสถานการณ์หลัก สถานการณ์ทางเลือกที่ 1 และสถานการณ์ทางเลือกที่ 2 พบว่า เมื่ออัตราการเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการต่อปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ โดยแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจในการลงทุนที่เพิ่มขึ้นตาม โดยทั้งสามสถานการณ์มีปัจจัยที่ส่งผลต่อความผันผวนของความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ได้แก่ (1) ส่วนแบ่งตลาดตั้งแต่ปี 2019 เป็นต้นไป; (2) อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการของบริการ 4G เทียบกับบริการ 3G; (3) อัตราการเติบโตของรายได้ต่อผู้ใช้บริการต่อปี; และ (4) อัตราการลดลงของราคาอุปกรณ์โครงข่าย ดังนั้น หากตัดสินใจตั้งราคาของบริการ 4G ในลักษณะเหมาจ่ายโดยใช้งานได้ไม่จำกัดโดยไม่คิดค่าบริการตามปริมาณการใช้งานจริง ควรระมัดระวังในเรื่องรายได้ต่อผู้ใช้บริการที่จะมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ อาจเลือกหาบริการเสริมอื่นๆ เพื่อเพิ่มโอกาสในการเพิ่มรายได้ต่อผู้ใช้บริการให้สูงขึ้น ควรศึกษาในเรื่องกลยุทธ์การตลาดและการให้บริการที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเป็นอย่างดี เพื่อลดความเสี่ยงที่จะได้ส่วนแบ่งตลาดต่ำ ผู้ประกอบการควรวางตำแหน่งทางการตลาดในลักษณะที่เป็นบริการที่มีคุณภาพที่ดีกว่าบริการ 3G โดยตั้งราคาที่สูงกว่าเพื่อสะท้อนคุณภาพที่ดีกว่า (Premium Pricing) เพื่อลดความเสี่ยงที่รายได้ต่อผู้ใช้บริการ 4G จะไม่สูงกว่ารายได้ต่อผู้ใช้บริการ 3G แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาการตั้งราคาของคู่แข่งประกอบกันด้วย และควรนำข้อมูลการแจกแจงความน่าจะเป็นของมูลค่าปัจจุบันสุทธิไปใช้ประกอบการตัดสินใจตั้งงบประมาณในการเข้าร่วมประมูลคลื่นความถี่ ให้เหมาะสมกับเงื่อนไขความคุ้มค่าในการลงทุนของตนเองได้

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 111 6/21/17 11:37 AM

ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคม ควรนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประกอบการกำหนดราคาขั้นต่ำในการประมูลคลื่นความถี่ (Reserve Price) โดยพิจารณาความน่าจะเป็นที่ผู้ประกอบการจะได้รับมูลค่าปัจจุบันเป็นบวกว่า ผู้ประกอบการจะยินดีจ่ายค่าใบอนุญาตในการประมูลเท่าใด

ข้อจำกัดของงานวิจัย งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมความถูกต้องแม่นยำของการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปได้ ทั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลบางอย่างจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิทำได้ค่อนข้างยาก เช่น ราคาของอุปกรณ์โครงข่าย ซึ่งเป็นข้อมูลปิดอยู่ในวงจำกัดเพราะเกี่ยวข้องกับความได้เปรียบเสียเปรียบทางธุรกิจ อีกทั้งงานวิจัยนี้ใช้การประมาณขนาดของโครงข่ายโดยคร่าวๆ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์การลงทุน แต่ในความเป็นจริงแล้วขนาดโครงข่ายจะเป็นเท่าใดนั้นจะต้องมีการคำนวณออกแบบทางวิศวกรรมโดยละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอาจมีความแตกต่างจากที่ได้ประมาณการไว้ได้ ทำให้การประมาณการกระแสเงินสดของโครงการอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ นอกเหนือจากตัวแปรเสี่ยงที่กำหนดในงานวิจัยนี้แล้ว ยังอาจมีปัจจัยอื่นที่มีความเสี่ยงด้วย เช่น ความเสี่ยงจากการกำกับดูแล เป็นต้น รวมถึง การใช้สมมติฐานที่ว่ารายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการเป็นอิสระจากตัวแปรสุ่มอื่นๆ ซึ่งในสภาพความเป็นจริงแล้ว รายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการอาจมีความสัมพันธ์กับส่วนแบ่งตลาดและต้นทุนโครงข่าย ซึ่งงานวิจัยนี้ยังไม่ได้นำมาพิจารณา

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต หากต้องการให้การเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถควบคุมความถูกต้องแม่นยำได้มากขึ้น ควรใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงความยากง่ายและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติของการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย นอกจากนี้ งานวิจัยในอนาคตอาจวิเคราะห์การลงทุนในโครงข่ายโทรคมนาคมในอนาคตต่อไปได้สำหรับการประมูลคลื่น 4G 1800 MHz 2300 MHz 2600 MHz หรือเทคโนโลยี 5G ฯลฯ รวมถึงควรศึกษาการนำปัจจัยที่มีความเสี่ยงอื่นๆ มาพิจารณาในการวิเคราะห์การลงทุน เช่น ความเสี่ยงจากการกำกับดูแล เป็นต้น

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 112 6/21/17 11:37 AM

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. (2556). ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2556. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2558 จากhttp://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=10077

กรมสรรพากร. (11 พฤศจิกายน 2557). พระราชกฤษฎีกาออกตามความในประมวลรัษฎากรว่าด้วยการลดอัตรารัษฎากร (ฉบับที่ 577) พ.ศ. 2557. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2558 จาก http://www.rd.go.th/publish/53797.0.html

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. (30 กันยายน 2557). ข้อมูลรายชื่อเทศบาล. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2558 จาก http://www.dla.go.th/work/abt/download/tesaban_25570930.xls

เดเทคอน เอเชีย-แปซิฟิค. (ม.ป.ป.). รายงานขั้นสุดท้ายฉบับสมบูรณ์สรุปผลการคำนวณอัตราค่าตอบแทนการเชื่อมต่อโครงข่ายโทรคมนาคมสำหรับบริการโทรศัพท์ในยุค 3G. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2558 จาก:http://www.nbtc.go.th/wps/wcm/connect/ff3aa40045801373acfbed315951baed/Final+Report_NBTC+IC+Costing+Development_Final+Version_Publish.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ff3aa40045801373acfbed315951baed

ไทยรัฐออนไลน์. (30 มิถุนายน 2557). *นักวิเคราะห์ ชี้ อุตฯ โทรคมนาคมยุค คสช. ยังโตต่อเนื่อง.* สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 จาก http://www.thairath.co.th/content/432993

ประชาชาติธุรกิจออนไลน์. (23 ธันวาคม 2557). *“เอไอเอส-ดีแทค-ทรูฯ” ชี้คลื่นที่เหลือต้องจัดสรรในปีหน้าลั่นประมูล 4G พร้อม 100%*. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 จากhttp://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1419316840

ผู้จัดการออนไลน์. (5 มีนาคม 2558). ดีแทคชี้ 4G พร้อมใช้ 50 เขตทั่วกรุง ตั้งเป้าลูกค้า 1.75 ล้านรายปีนี้. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2558 จาก:http://www.manager.co.th/Cyberbiz/ViewNews.aspx?NewsID=9580000026352

สำนักงาน กสทช. (2557ก). “ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมโทรคมนาคมไทย” [ออนไลน์] สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 จาก: http://www2.nbtc.go.th/TTID/

สำนักงาน กสทช. (2557ข). “รายงานอัตราค่าบริการโทรคมนาคม ประจำไตรมาสที่ 1/2557” [ออนไลน์] สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 จาก: http://www.nbtc.go.th/wps/portal/NTC/TDC/telecommunications_market

สำนักงาน กสทช. (เมษายน 2557ค). เอกสารประกอบการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ ร่างประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2558 จากhttp://nbtc.go.th/NTCDownloadServlet/DownloadServlet?bpgggqnuwu0w9mbuijyduk1s5c8rbqtcjvk0

Almaz, O.A., & Altiok T. (2012). Simulation modeling of the vessel traffic in Delaware River: Impact of deepening on port performance, *Simulation Modelling Practice and Theory*, *22*, 146–165.

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 113 6/21/17 11:37 AM

Analysys Mason. (10 March 2015). MCT review 2015–2018: Mobile network cost modelling. Retrieved April 1, 2015, from http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/mobile-call-termination-14/statement/Annex_8_AnalysysMason_report.pdf

Chungcharoen, E. and Fuller, J.D., (1999). Including Geological Uncertainty and Economic Analysis in a Rapid Simulation of Hydrocarbon Exploration, Natural Resources Research, v. 8, n. 3, p.205-217.

Cisco. (February 3, 2015) [Electronic]. *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2014–2019 White Paper*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.html

Dewar, C. (January 20, 2014) [Electronic]. *4G driving data usage but not all markets reaping the rewards*. Retrieved April 1, 2015, from Website https://gsmaintelligence.com/research/2014/01/4g-driving-data-usage-but-not-all-markets-reaping-the-rewards/412/

Dewar, C., & Gillet, J. (November 26, 2013) [Electronic]. *Global LTE network forecasts and assumptions, 2013–17*. Retrieved April 1, 2015, from Website https://gsmaintelligence.com/research/2013/11/global%ADlte%ADnetwork%ADforecasts%ADand%ADassumptions%AD201317/408/

GSA. (December 4, 2014) [Electronic]. *LTE subscriptions growth*. Retrieved February 1, 2015, from Website http://www.gsacom.com/news/statistics.php4

GSM Association. (2014) [Electronic]. *The Mobile Economy 2014*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.gsmamobileeconomy.com/GSMA_ME_Report_2014_R2_WEB.pdf

Hallahan, R., & Peha, J. M. (2009). The business case of a nationwide wireless network that serves both public safety and commercial subscribers. *Telecommunications Policy, 35*(2011), 250–268.

Harno, J. (2009). Techno-economic analysis of beyond 3G mobile technology alternatives. info, 11(3), 45-63.

Heckmann, I., Comes, T., & Nickel S. (2015). A critical review on supply chain risk – Definition, measure and modeling. *Omega*, 52, 119-132.

Hull, J. (2012). Risk management and financial institutions. John Wiley and Sons.

International Telecommunication Union. (2013) [Electronic]. *Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2290-2014-PDF-E.pdf

International Telecommunication Union. (March 20, 2014) [Electronic]. *Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced)*. Retrieved February 1, 2015, from Website http://www.itu.int/rec/R-REC-M.2012-1-201402-I/en

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 114 6/21/17 11:37 AM

Lowrance, W. (1976). Of acceptable risk-science and the determination of safety. Los Altos, CA: William Kaufmann Inc.

Mandel, D. (2007). Toward a concept of risk for effective military decision making. Defence R&D Canada-Toronto. Technical Report. DRDC Toronto TR 2007-124.

Nichiforov-Chuang, D. (February 2015) [Electronic]. *Spectrum for new entrants, lessons learned*. Retrieved April 1, 2015, from Website https://gsmaintelligence.com/research/?file=3f4ec58d593cdd88d2a7e71995e82733&download

Opasanon, S., & Kitthamkesorn, S. (2016). Border Crossing Design in light of the ASEAN Economic Community: Simulation based Approach. *Transport Policy, 48*, 1-12.

Paolini, M. (2011) [Electronic]. *Crucial economics for mobile data backhaul*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://wwwold.cbnl.com/downloads/crucial-economics-for-mobile-data-backhaul.pdf

Pegden, C. D., Shannon, R. E., & Sadowski, R. P. (1995). Introduction to simulation using SIMAN: Second Edition, McGraw-Hill Inc., Singapore.

Premchaiswadi, W., & Pattanavichai, S. (2013). Real options Valuation of Uncertain Investments Decision-making between 4G LTE and 4G WiMAX Mobile Network in Telecommunications Industry. *Advances in Information Sciences & Service Sciences, 5*(11).

Rendón, J., Kuhlmann, F., & Aranis, J. P. (2007). A business case for the deployment of a 4G wireless heterogeneous network in Spain. *Proc. 18th European Regional International Telecommunications Society*.

Rumelt, R.P. (2002) [Electronic]. *Numbers 101: The Diffusion of Innovations*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.anderson.ucla.edu/faculty/dick.rumelt/Docs/Notes/101_diffusion.pdf

Rytwinski, A., & Crowe, K. A. (2010). A simulation-optimization model for selecting the location of fuel-breaks to minimize expected losses from forest fires, *Forest Ecology and Management, 260*, 1–11.

Savvides, S. (1994). Risk analysis in investment appraisal. *Project Appraisal, 9*(1), 3-18.

The Nation. (January 12, 2015) [Electronic]. *Thais caught up in surging demand for mobile data*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.nationmultimedia.com/business/Thais-caught-up-in-surging-demand-for-mobile-data-30251700.html

Verma, M., & Verter, V. (2007). Railroad transportation of dangerous goods: Population exposure to airborne toxins. *Computers & Operations Research*, *34*(5), 1287-1303.

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 115 6/21/17 11:37 AM

TRANSLATED THAI REFERANCES

ASTV Manager Online. (March 5, 2015) [Electronic]. *DTAC's 4G coverage includes 50 districts over Bangkok serving 1.75 million customers per year*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.manager.co.th/Cyberbiz/ViewNews.aspx?NewsID=9580000026352

Department of Local Administration. (September 30, 2014) [Electronic]. *List of Municipalities*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.dla.go.th/work/abt/download/tesaban_25570930.xls

Detecon Asia-Pacific. *Final report on the determination of telecommunications interconnection revenue under 3G network*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.nbtc.go.th/wps/wcm/connect/ff3aa40045801373acfbed315951baed/Final+Report_NBTC+IC+Costing+Development_Final+Version_Publish.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ff3aa40045801373acfbed315951baed

Office of The National Broadcasting and Telecommunications Commission (2014A) [Electronic]. *Thai telecommunications industry database*. Retrieved February 1, 2015, from Website http://www2.nbtc.go.th/TTID/

Office of The National Broadcasting and Telecommunications Commission (2014B) [Electronic]. *Retail Price Report for Telecom Services 1/2014*. Retrieved February 1, 2015, from Website http://www.nbtc.go.th/wps/portal/NTC/TDC/telecommunications_market

Office of The National Broadcasting and Telecommunications Commission (April, 2014C) [Electronic]. *Document for public hearing regarding the draft NBTC announcement on Rules and Procedures for Spectrum Licensing for Universal Mobile Telecommunications 1800 MHz*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://nbtc.go.th/NTCDownloadServlet/DownloadServlet?bpgggqnuwu0w9mbuijyduk1s5c8rbqtcjvk0

Prachachat Online. (December 23, 2014) [Electronic]. *AIS-DTAC-TRUE are ready for 4G telecommunications network auction*. Retrieved February 1, 2015, from Website http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1419316840

Thairath Online. (June 30, 2014) [Electronic]. Analysts believe telecommunications industry under National Council for Peace and Order (NCPO) continues to grow. Retrieved February 1, 2015, from Website http://www.thairath.co.th/content/432993

The Revenue Department. (November 11, 2557) [Electronic]. *Decree issued under the Revenue Code with respect to the reduction of the tax rate (No. 577) 2014*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://www.rd.go.th/publish/53797.0.html

The Royal Forest Department. (2013) [Electronic]. *Royal Forest Department Statistics 2013*. Retrieved April 1, 2015, from Website http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=10077

p.90-116_□□□□□□□□□□□□□□□□.indd 116 6/21/17 11:37 AM