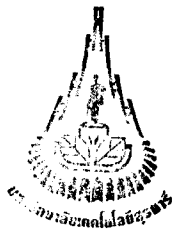


รหัสโครงการ SUT

รายงานการวิจัย

การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรด้วยวิธีการคำนวณราคาอ๊อปชั่น

(An Option Pricing Approach in Patent Valuation)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายกฤตภาส สุปัญญาโชติสกุล

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการ

สำนักเทคโนโลยีสังคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่ผู้เดียว

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
วิธีดำเนินการวิจัย	5
แหล่งที่มาของข้อมูล	6
บทที่ 2 ทฤษฎีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร	
วิธีดั้งเดิมที่ใช้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร	7
วิธีการคำนวณราคาอ๊อปชั่น	14
บทที่ 3 แบบจำลองการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร	
สิทธิบัตรเสมือน real option ของโครงการลงทุน	27
Static Value ของสิทธิบัตร	29
สิทธิบัตรเสมือนโครงการลงทุนที่มี embedded option	32
มูลค่าอ๊อปชั่นของการเลื่อนเวลาการลงทุน (Option to Defer)	33
บทที่ 4 ตัวอย่างการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร Gluten-free pasta	38
โครงสร้างราคาและรูปแบบการชำระเงินค่าสิทธิบัตร	51
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	61
ประวัติผู้วิจัย	63

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สัดส่วนตลาดเส้นก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปใน segment ต่างๆ 41

ตารางที่ 2 อัตราการบริโภคพาสต้า/ก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปต่อหัวประชากรไทย 41

ตารางที่ 3 อัตราการบริโภคพาสต้านำเข้าต่อหัวประชากรไทย 42

ตารางที่ 4 การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของสิทธิบัตร 45

ตารางที่ 5 อัตราค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตรของประเทศไทย 45

ตารางที่ 6 มูลค่าโอกาสในการลงทุนเชิงพาณิชย์ในสิทธิบัตร 46

ตารางที่ 7 มูลค่า Option to Defer ในการลงทุนเชิงพาณิชย์ในสิทธิบัตร 47

ตารางแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 จำนวนการยื่นขอจดสิทธิบัตรในประเทศไทย	2
แผนภูมิที่ 2 จำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับจดทะเบียนในประเทศไทย	3
แผนภูมิที่ 3 การบริโภคเส้นก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปในประเทศไทย	41
แผนภูมิที่ 4 Binomial Lattice กรณีค่าต่ออายุสิทธิบัตรเป็นแบบจำนวนเงินแบบ Discrete	47
แผนภูมิที่ 5 การคำนวณ Binomial Lattice ของสิทธิบัตร Gluten-free pasta ที่มีค่าธรรมเนียมฯ	48
แผนภูมิที่ 6 มูลค่า Option to Defer ตลอดช่วงอายุสิทธิบัตร	49
แผนภูมิที่ 7 โครงสร้างราคาสิทธิบัตร	52
แผนภูมิที่ 8 ความเสี่ยงของโครงการที่มีความเสี่ยงทางธุรกิจต่างกัน	53
แผนภูมิที่ 9 Lognormal Distribution ของมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด	54
แผนภูมิที่ 10 แสดงความน่าจะเป็นที่โครงการจะขาดทุนและมีกำไรเกินปกติ	56

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property) โดยเฉพาะสิทธิบัตร (Patent) ที่สร้างขึ้นจากการวิจัยเพื่อคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ต้องอาศัยทรัพยากรทั้งเวลา แรงงาน และเงินทุน และถึงแม้ว่าผลงานดังกล่าวที่ถือเป็นทรัพย์สินทางปัญญานั้นจะได้รับการคุ้มครองสิทธิประโยชน์ตามกฎหมายทรัพย์สินทางปัญญาก็ตาม แต่สิทธิบัตรจำนวนมากโดยเฉพาะที่คิดค้นโดยนักวิจัยในสถาบันการศึกษากลับไม่สามารถนำมาสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจให้แก่ผู้ประดิษฐ์ สถาบันการศึกษา ตลอดจนแก่ประเทศโดยรวมได้ แม้แต่ในประเทศสหรัฐฯ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตสิทธิบัตรและดำเนินการในเชิงพาณิชย์ (Commercialization) มากที่สุดของโลกมีอัตราความสำเร็จของการนำสิทธิบัตรมาดำเนินการในเชิงพาณิชย์ (Commercialization Rate) ประมาณ 10% เท่านั้น[1] สิทธิบัตรต่างๆ ที่ยังไม่สามารถนำมาสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจเหล่านั้นถึงแม้จะถูกเรียกว่าเป็นทรัพย์สินทางปัญญาแต่ก็เปรียบเสมือนเป็นสินทรัพย์ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (non-earning Asset) ยิ่งไปกว่านั้นสิทธิบัตรทุกชนิดยังมีอายุจำกัดทั้งในแง่กฎหมาย (patent life) และอายุของเทคโนโลยีหรือสิ่งประดิษฐ์ (obsolescence cycle) เอง (ตัวอย่างเช่น นวัตกรรมใหม่ๆ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอาจมีอายุของเทคโนโลยีสั้นเพียง 3 ปี) ดังนั้นเจ้าของสิทธิบัตรเหล่านั้นจึงมีความเสี่ยงต่อความสูญเปล่าของสิทธิบัตรที่ตนคิดค้นขึ้น สิทธิบัตรที่ไม่สามารถนำมาสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจได้จึงนอกจากจะเป็นสินทรัพย์ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้แล้วยังเป็นสินทรัพย์ที่มีการเสื่อมค่าตลอดเวลา (decaying asset) อีกด้วย

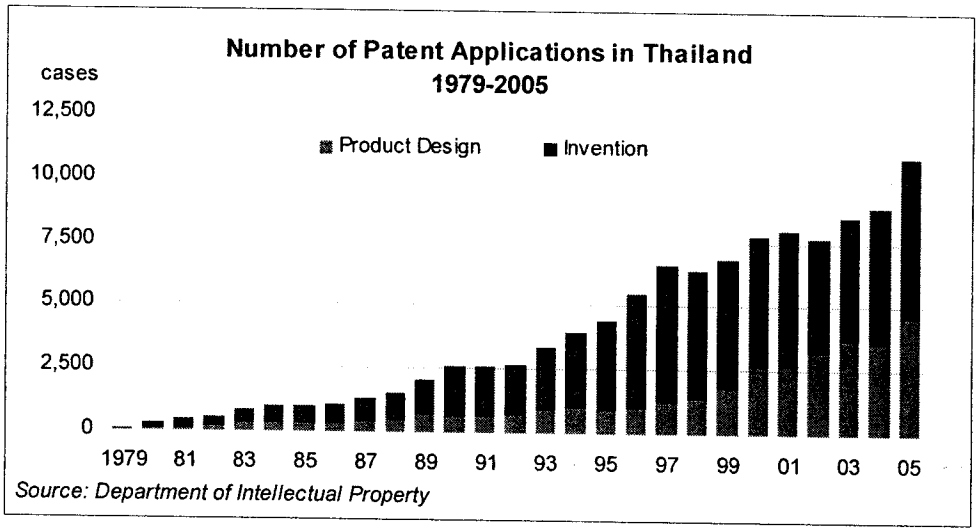
ตามยุทธศาสตร์ของชาติในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันและเสริมสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศได้มุ่งเน้นให้ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมของประเทศสามารถพึ่งพาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่พัฒนาในประเทศได้มากขึ้น นโยบายการกระตุ้นและส่งเสริมการสร้างทรัพย์สินทางปัญญาต่างๆ ของภาครัฐสะท้อนได้ถึงการขยายตัวของทั้งจำนวนผู้ยื่นของจดสิทธิบัตรและผู้ที่ได้รับการจดทะเบียนสิทธิบัตรจากกรมทรัพย์สินทางปัญญาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2544-2547 (2001-2004) ที่มีการขยายตัวของจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับจดทะเบียนอย่างก้าวกระโดดดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

สำหรับรูปแบบ (Model) ที่เป็นรากฐานของการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมใน Knowledge-based Economy ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ คือการให้สถาบันอุดมศึกษาเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ภาคธุรกิจโดยตรงเพื่อนำไป

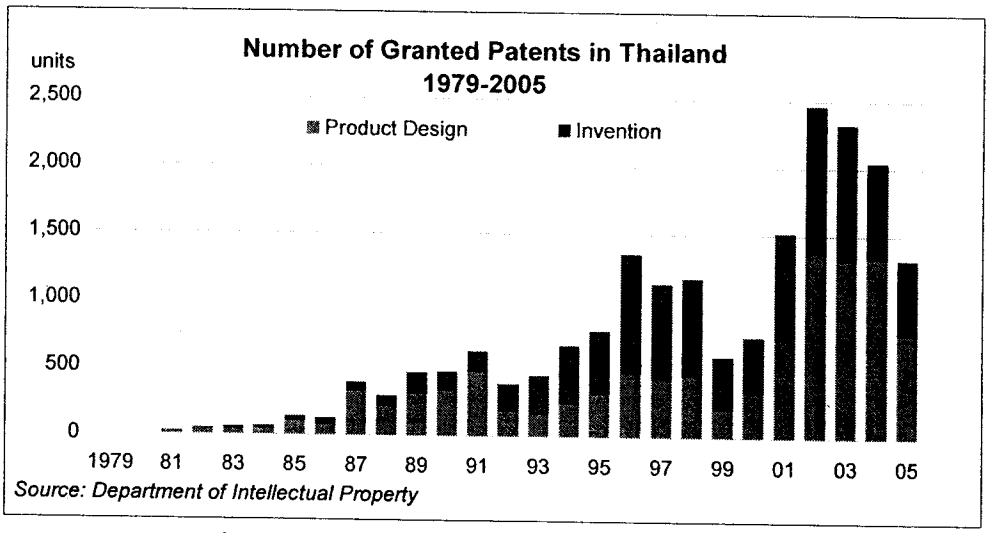
---

[1] ที่มา The U.S. Patent and Trademark Office

ดำเนินการในเชิงพาณิชย์อันเป็นการสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจที่วัดผลได้ชัดเจนมากขึ้นกว่ารูปแบบเดิมของการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยวิธีการตีพิมพ์ซึ่งวัดผลทางเศรษฐกิจได้ไม่ชัดเจน



แผนภูมิที่ 1 จำนวนการยื่นขอจดสิทธิบัตรในประเทศไทย



แผนภูมิที่ 2 จำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการจดทะเบียนในประเทศไทย

แต่ปัญหาที่สำคัญคือการที่สิทธิบัตรไม่สามารถถูกนำมาสร้างผลตอบแทนได้อย่างคุ้มค่ากับทรัพยากรที่ลงทุนไปจึงนับเป็นความสูญเสียทางเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม นอกจากนี้ในระดับยุทธศาสตร์ของสถาบันอุดมศึกษาก็นับเป็นความล้มเหลวของสถาบันอุดมศึกษาโดยเฉพาะ research university ที่ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการเป็นแหล่งพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวชี้วัดที่สำคัญถึง

ความสำเร็จของมหาวิทยาลัยในบทบาท research university ตัวหนึ่งคืออัตราส่วนข่องจำนวน license ต่อจำนวนสิทธิบัตร (licensing to patenting ratio) ซึ่ง research university ที่อยู่นอกภาครัฐของประเทศสหรัฐฯ มีอัตราส่วนนี้สูงถึงกว่า 1 ใน 3 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเป็นศูนย์กลางการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่สิทธิบัตรไม่สามารถถูกนำไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์ได้คือปัญหาในการประเมินมูลค่าของสิทธิบัตรที่เหมาะสม[2] วิธีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่ใช้ในทางปฏิบัติทั่วไปมีอยู่ 3 วิธีหลักๆ ได้แก่

- Cost Method คำนวณมูลค่าของสิทธิบัตรจากต้นทุนที่ใช้ในการคิดค้นสิทธิบัตรบวกกำไรที่เจ้าของสิทธิบัตรต้องการ
- Market Method คำนวณมูลค่าของสิทธิบัตรจากส่วนต่างระหว่างมูลค่ากิจการตามราคาตลาด (Market Value) กับมูลค่าสินทรัพย์ที่มีตัวตน (Tangible Assets) และมูลค่าสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนที่ไม่มีสิทธิบัตร (Non-patent Intangible Asset) ของกิจการที่เป็นเจ้าของสิทธิบัตร
- Income Method คำนวณมูลค่าของสิทธิบัตรจากค่าปัจจุบัน (Present Value) ของกระแสเงินสดสุทธิในอนาคต (Expected Future Net Cash Flow)

ทั้งสามวิธีดังกล่าวยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก เช่น Cost Method ไม่ได้ให้ความสำคัญกับมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจของสิทธิบัตรในการกำหนดระดับกำไรที่ต้องการของเจ้าของสิทธิบัตร Market Method จะมีความผันผวนตามภาวะตลาดหลักทรัพย์ที่เป็นตัวกำหนดมูลค่าตามราคาตลาดและที่สำคัญไม่สามารถใช้ได้กับเจ้าของสิทธิบัตรที่เป็นสถาบันการศึกษา หน่วยงานของรัฐ หรือตัวบุคคลเนื่องจากไม่มีหุ้นจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ Income Method ไม่ได้ให้ความสำคัญกับมูลค่าของสิทธิคุ้มครองของสิทธิบัตรที่สามารถให้สิทธิผูกขาดกับเจ้าของสิทธิบัตรในการหาประโยชน์จากสิทธิบัตร จากแนววิธีปฏิบัติแบบง่ายๆ ในการคำนวณมูลค่าสิทธิบัตรที่ใช้กันอยู่ทำให้เป็นการยากที่จะหาราคาที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของทั้งเจ้าของสิทธิบัตร (Licensor) และธุรกิจที่สนใจจะซื้อสิทธิบัตร (Licensee) สาเหตุหลักของความไม่สมบูรณ์ของวิธีการพื้นฐานดังกล่าวมาจากลักษณะความซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าสิทธิบัตรหลายประการ เช่น

- ความไม่ชัดเจนของมูลค่าตลาด (Market Value) สินค้าที่จะเป็นผลพวงมาจากสิทธิบัตรมักเป็นตลาดใหม่ที่ยังไม่มีข้อมูล
- ความเสี่ยงทางธุรกิจ (Business Risk) ปัญหาในการประเมินโอกาสที่ธุรกิจจะประสบผลสำเร็จในการสร้างตลาดใหม่สำหรับสินค้านั้นได้

สำหรับสาเหตุอื่นๆ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับระบบการบริหารของภาครัฐ เช่นประสิทธิภาพของระบบสิทธิบัตร (Patent System) ที่ไม่เอื้อต่อการดำเนินการในเชิงพาณิชย์ และด้านกฎหมายเช่น ต้นทุนในการฟ้องร้องทางกฎหมายต่อผู้ละเมิดสิทธิบัตร (Litigation Cost) ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยภายนอกที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของเจ้าของสิทธิบัตรและธุรกิจ

- สิทธิ์คุ้มครองสิทธิบัตร (Patent Right) ที่ให้อำนาจแก่เจ้าของสิทธิบัตรในการหาประโยชน์จากสิทธิบัตรแต่เพียงผู้เดียว
- คุณภาพของสิทธิบัตร (Patent Quality) สิทธิบัตรในหลายกรณียังไม่มีความสมบูรณ์ หรือคุณภาพยังไม่ดีพอที่ธุรกิจจะสามารถนำไปใช้ได้ทันที (non-obviousness and Utility) ธุรกิจจำเป็นต้องลงทุนวิจัยเพิ่มเติมก่อนซึ่งทำให้ธุรกิจมีความเสี่ยงมากขึ้น
- รูปแบบการซื้อขาย/การชำระเงิน (Price Structure and Payment Schedule) ในหลายกรณีการซื้อขายสิทธิบัตรเป็นแบบ Profit–sharing แทนที่จะเป็นการขายขาดเหมือนการซื้อขายสินทรัพย์ทั่วไป ทำให้รูปแบบการชำระเงินจึงมีทั้งแบบ Lump sum และแบบแบ่งจ่ายเป็นส่วน Upfront payment และส่วนค่า Royalty ซึ่งไม่มีวิธีการคำนวณราคาตามรูปแบบนี้อย่างมีหลักการนอกจากยึดตามแนวที่เคยปฏิบัติ
- ไม่มีตลาดจัดตั้งสำหรับทรัพย์สินทางปัญญา (Organized Market for Intellectual Property) ทำให้ไม่มีราคาอ้างอิงสำหรับการซื้อขายสิทธิบัตร การดำเนินการในเชิงพาณิชย์จึงขึ้นอยู่กับการเจรจาระหว่างเจ้าของสิทธิบัตรและธุรกิจโดยตรง และเนื่องจากไม่มีราคาอ้างอิง (Benchmark) ที่เชื่อถือได้การเจรจาจึงมักหาข้อสรุปได้ยาก
- ฯลฯ

ปัจจัยข้างต้นส่งผลให้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรด้วยวิธีพื้นฐานข้างต้นไม่สมบูรณ์และไม่น่าเชื่อถือและส่งผลต่อเนื่องมาสู่ปัญหาในการดำเนินการในเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตรที่คิดค้นขึ้นโดยเฉพาะสิทธิบัตรที่คิดค้นขึ้นโดยนักวิจัยหรือสถาบันที่อยู่นอกภาคธุรกิจดังเช่นในกรณีของมหาวิทยาลัย ทำให้ไม่สามารถเจรจาหาระดับราคาที่เหมาะสมที่ทั้งสองฝ่ายยอมรับได้โดยง่าย

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีความจำเป็นในการพัฒนาวิธีการในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่มีความสมบูรณ์กว่าตามหลักวิชาการโดยวิธีการดังกล่าวควรจะต้องสามารถ capture ลักษณะความซับซ้อนที่สำคัญๆ ของสิทธิบัตรและสามารถสะท้อนลักษณะดังกล่าวในราคาของสิทธิบัตรได้ ราคาที่ประเมินได้จึงต้องมีความถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นราคาที่ยุติธรรม (fair price) สำหรับทั้งสองฝ่ายซึ่งจะช่วยให้เกิดการยอมรับได้โดยง่ายอันจะนำไปสู่การสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจจากสิทธิบัตรอย่างเหมาะสมในที่สุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร (Patent Pricing Model)
2. เพื่อศึกษาวิธีการในการออกแบบโครงสร้างราคาและรูปแบบการชำระเงินที่สอดคล้องกับมูลค่าสิทธิบัตรและสภาพธุรกิจ
3. เพื่อพัฒนาเนื้อหาในเชิงวิชาการสำหรับการศึกษาเรื่องสิทธิบัตร

ขอบเขตการวิจัย

- สิทธิบัตรที่จะศึกษาจะเป็นสิทธิบัตรที่ได้ยื่นขอจดสิทธิบัตรต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว
- ธุรกิจที่เกี่ยวข้องจะพิจารณาเฉพาะธุรกิจที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเท่านั้น ซึ่งเป็นบริษัทขนาดใหญ่ที่มีศักยภาพในการซื้อสิทธิบัตร และมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่เปิดเผย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ช่วยลดอุปสรรคที่สำคัญในการดำเนินการสิทธิบัตรในเชิงพาณิชย์ของมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยต่างๆ
2. มหาวิทยาลัยหรือสถาบันวิจัยอื่นๆ สามารถนำวิธีการมาประยุกต์ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจัดสรรงบประมาณสำหรับโครงการวิจัยต่างๆ ตามมูลค่าทางเศรษฐกิจของงานวิจัย ซึ่งจะเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังจะช่วยลดปัญหาการผลิตสิทธิบัตรที่คุณภาพต่ำในเชิงพาณิชย์ ส่งเสริมให้เกิดการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้น
3. ธุรกิจและสถาบันการเงินสามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินใช้สิทธิบัตรเป็นหลักทรัพย์ค้ำประกัน (collateral) สำหรับการกู้เงินจากสถาบันการเงิน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในโครงการนี้แบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนทฤษฎี (theoretical part) และส่วนเชิงประจักษ์ (empirical part) ในส่วนแรกจะเป็นการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) สำหรับการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรซึ่งจะพัฒนา variation ของแบบจำลองซึ่งอาจมี solution ในหลายรูปแบบซึ่งอาจไม่ได้อยู่ใน analytical form และเนื่องจากไม่มีข้อมูลการซื้อขายสิทธิบัตรที่เปิดเผยมากพอที่จะสามารถนำมาใช้ทดสอบผลลัพธ์หรือแบบจำลองราคาของสิทธิบัตรที่ได้โดยตรง ในส่วนที่สองเป็นการศึกษาในเชิงประจักษ์ เป็นการทดลองประเมินราคาตามแบบจำลองที่พัฒนาได้ข้างต้นเปรียบเทียบกับราคาที่คำนวณได้ตามวิธี Income Method

<u>ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลอง</u>

- เลือกสิทธิบัตรตัวอย่างสำหรับศึกษา เนื่องจากการประเมินราคาสิทธิบัตรแต่ละชิ้นในแต่ละวิธีนั้นไม่สามารถทำได้โดยง่ายและมีต้นทุนสูง ในการศึกษานี้จึงจะเลือกสิทธิบัตรตัวอย่างเพียงชิ้นเดียวเป็นกรณีศึกษาและประเมินผล โดยสิทธิบัตรที่จะใช้เป็นกรณีศึกษาจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นสิทธิบัตรที่มีคุณภาพดีในแง่ของความชัดเจนของประโยชน์ที่จะนำไปใช้ (obviousness of utility) และ
- เป็นสิทธิบัตรที่มีความสมบูรณ์ในตัว (completeness) ในแง่ที่มีการพัฒนามาในระดับที่ที่เพียงพอต่อการประยุกต์ใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องทำวิจัยหรือพัฒนาเพิ่มเติมอีก

คุณสมบัติทั้งสองเป็นลักษณะที่สำคัญของสิทธิบัตรที่มีศักยภาพในการดำเนินการเชิงพาณิชย์ (commercializable)

- ประเมินมูลค่าสิทธิบัตรตามกรอบวิธีที่เสนอในงานศึกษา

ตัวอย่าง ในการทดลองประเมินราคาสิทธิบัตรด้วยวิธีออปชั่น นั้นจะใช้ข้อมูลตัวอย่างสิทธิบัตร และธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยสองส่วน

Primary Data มาจาก เจ้าของสิทธิบัตรและธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

Secondary Data มาจากกข้อมูลราคาหุ้นและงบการเงินของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์ฯ

บทที่ 2

ทฤษฎีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร

วิธีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่ใช้ในทางปฏิบัติทั่วไปมีอยู่ 2 แนวทางคือ

1. วิธีดั้งเดิมหรือวิธีพื้นฐานที่ในเชิงปฏิบัติ (Traditional/Practical Approach)
2. วิธีการคำนวณราคาอ๊อปชั่น (Option Pricing Approach)

1. วิธีดั้งเดิมหรือวิธีพื้นฐานที่ใช้ในเชิงปฏิบัติ (Traditional/Practical Approach)

แนววิธีพื้นฐานที่ใช้ในเชิงปฏิบัติโดยทั่วไปมักจะเป็นวิธีที่อยู่บนพื้นฐานทางการเงินและการบัญชี ประกอบด้วย 3 วิธีได้แก่

- Cost Method คำนวณมูลค่าของสิทธิบัตรจากต้นทุนที่ใช้ในการคิดค้นสิทธิบัตรบวกกำไรที่เจ้าของสิทธิบัตรต้องการ
- Income Method คำนวณมูลค่าของสิทธิบัตรจากค่าปัจจุบัน (Present Value) ของกระแสเงินสดสุทธิในอนาคต (Expected Future Net Cash Flow)
- Market Method คำนวณมูลค่าของสิทธิบัตรจากส่วนต่างระหว่างมูลค่ากิจการตามราคาตลาด (Market Value) กับมูลค่าสินทรัพย์ที่มีตัวตน (Tangible Assets) และมูลค่าสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนที่ไม่รวมสิทธิบัตร (Non-patent Intangible Asset) ของกิจการที่เป็นเจ้าของสิทธิบัตร
- Other Methods เป็นวิธีในเชิงปฏิบัติอื่นๆ ที่ใช้กันเฉพาะกลุ่มหรือในบางบริษัท ไม่เป็นที่แพร่หลายนัก

1.1 Cost Method

เป็นวิธีที่ใช้แนวคิดของ Replacement Cost ในหลักการทางบัญชีสำหรับประเมินมูลค่าสิทธิบัตร และบวกด้วยกำไรที่ต้องการของเจ้าของสิทธิบัตร มูลค่าของสิทธิบัตรก็คือ Present Value ของต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพัฒนาสิทธิบัตรในราคาตลาด (ในกรณีที่ปัจจัยการผลิตจัดหามาในราคาที่แตกต่างจากราคาตลาดไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม ให้ยึดราคาตลาดเป็นหลัก) ทั้งหมดที่เกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาสิทธิบัตร บวกด้วยกำไรที่ต้องการ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$V_t = \sum_{i=0}^{n} C_i (1+k)^{t-i} + \Pi_t$$

โดย

V_t = มูลค่าสิทธิบัตร ณ เวลา t

C_t = ต้นทุนการพัฒนาสิทธิบัตร (ตามราคาตลาด) ณ เวลา t

Π_t = กำไรที่ต้องการของผู้คิดค้นสิทธิบัตร

k = ต้นทุนเงินทุน (cost of funds) ของผู้คิดค้นสิทธิบัตร

n = ระยะเวลาในการพัฒนาสิทธิบัตร

วิธีนี้จัดเป็นวิธีที่ง่ายและหยาบที่สุดในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร เนื่องจากไม่ได้ให้ความสำคัญกับมูลค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ของสิทธิบัตรในแง่ของศักยภาพในการก่อให้เกิดผลได้ในอนาคต แต่กลับไปให้มูลค่าตามต้นทุนการพัฒนา ตัวอย่างที่ชัดเจนถึงจุดอ่อนของวิธีนี้ เช่น การพัฒนาสินค้า Post-It มีต้นทุนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น มูลค่าสิทธิบัตรนี้จึงไม่น่าแพงมากถ้าคิดตามวิธีนี้ แต่ปรากฏว่ามูลค่าตลาดของ Post-It นี้หลังจากดำเนินการในเชิงพาณิชย์แล้วมีมูลค่าเป็นพันล้านเหรียญสหรัฐฯ ดังนั้นแน่นอนว่ามูลค่าสิทธิบัตรของ Post-It ไม่น่าจะประเมินตามต้นทุนการพัฒนาสิทธิบัตรเป็นหลักเพราะเจ้าของสิทธิบัตรคงจะไม่ขายสิทธิบัตรนี้ในมูลค่าตามต้นทุนแน่นอน ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะพยายามให้ผลตอบแทนที่สูงกว่ามูลค่าต้นทุนในการพัฒนาสิทธิบัตรเป็นในส่วนของกำไรที่ต้องการ แต่ในการกำหนดระดับกำไรที่ต้องการของเจ้าของสิทธิบัตรก็ไม่ได้อยู่บนพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์ใดๆ นอกจากความพอใจของเจ้าของสิทธิบัตร ซึ่งบ่อยครั้งกำไรที่ต้องการของเจ้าของสิทธิบัตรมักจะสูงกว่ากำไรที่ผู้ซื้อสิทธิบัตรเห็นว่าเหมาะสมที่จะจ่ายสำหรับซื้อสิทธิบัตรนี้

1.2 Income Method

เป็นวิธีที่ปรับปรุงขึ้นมาโดยยึดหลักของ Discounted Cash Flow (DCF) Method หรือเรียกอีกอย่างว่า Capital Budgeting Method ในการประเมินมูลค่าของสินทรัพย์โดยมองไปถึงมูลค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในอนาคตที่สิทธิบัตรนี้จะสามารถ generate เป็น cash flows ออกมาให้กับเจ้าของสิทธิบัตรได้หากดำเนินการในเชิงพาณิชย์ มูลค่าของสิทธิบัตรจึงมีค่าเท่ากับ present value ของกระแสเงินสดสุทธิ (net cash flows) ซึ่งจะเป็นกระแสรายได้ในอนาคตที่ได้หักต้นทุนของการพัฒนาสิทธิบัตรแล้ว

$$V_t = \sum_{i=1}^{N} \frac{NCF_i}{(1+k_i)^i}$$

โดย

NCF_i = กระแสเงินสดสุทธิ ณ เวลา i

k_i = ต้นทุนเงินทุน ณ เวลา i

N = Patent economic life หรือ วงจรชีวิตสินค้า (Product Life Cycle)

ตามวิธีนี้ ในขั้นแรกจะต้องประมาณการกระแสเงินสดตลอดอายุของสิทธิบัตร (อายุในการ generate กระแสเงินสด ไม่ใช่อายุคุ้มครองตามกฎหมาย) จากยอดขาย (ซึ่งจะมาจาก market size × market share) ต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ จากนั้นต้องประมาณอัตราคิดลด (discount rate) หรือต้นทุนเงินทุน (cost of funds) ในอนาคตที่จะสามารถจัดหาได้สำหรับมา finance โครงการผลิตสินค้าจากสิทธิบัตรนี้ ซึ่งแน่นอนว่าจะต้องมีการคำนวณหา risk premium ทั้งจากอุตสาหกรรมและตัวกิจการเองด้วย

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากเนื่องจากในหลักการแล้วมีความถูกต้องสมเหตุสมผลและเป็นแนววิธีที่ธุรกิจคุ้นเคย[3] แต่อย่างไรก็ดีวิธีนี้ยังมีข้อบกพร่องที่สำคัญที่จะกล่าวต่อไป แต่ในเบื้องต้นปัญหาการใช้วิธีนี้คือการประมาณการข้อมูลต่างๆ ทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากตลาดสำหรับสินค้าที่พัฒนาจากสิทธิบัตรเป็นตลาดสินค้าใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อนจะยิ่งทำให้การประมาณการข้อมูลต่างๆ ทำได้ยากมากขึ้นซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยตลาดเพื่อให้ได้ข้อมูลตลาด และโอกาสความผิดพลาดของการพยากรณ์ที่จะเกิดสูง นอกจากนี้หากเป็นสิทธิบัตรในด้านเทคโนโลยีใหม่ๆ การพยากรณ์กระแสเงินสดสุทธิในสภาวะที่เทคโนโลยีมีความไม่แน่นอนสูงก็จะทำได้ยากเช่นกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด เช่น Digital Tape Cassette ที่พัฒนามาเพื่อทดแทน Analog Tape Cassette เพื่อใช้สำหรับพกพาได้สะดวกในช่วงที่ Audio CD เริ่มได้รับความนิยมและมีราคาแพง อีกทั้งเทคโนโลยีขณะนั้นยังไม่เหมาะกับการใช้งานแบบพกพา หลังจาก Digital Tape Cassette ออกสู่ตลาดได้เพียง 2–3 ปี ก็ถูกแทนที่ด้วย Mini CD ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการลดขนาดของ Audio CD ลงให้ใกล้เคียงกับ Tape Cassette เพื่อให้ง่ายต่อการพกพาเช่นกันแต่มีคุณภาพใกล้เคียง Audio CD แต่เช่นเดียวกัน หลังจากออกสู่ตลาดได้เพียง 3–4 ปี Mini CD ถูกแทนที่ด้วย CD Rom ที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ซึ่งมีราคาถูกลงมาก สามารถ copy ได้ง่ายทำให้ต้นทุนถูกลง จนมาถึงเทคโนโลยี MP3 ที่เข้ามาแทนที่ CD Rom มากขึ้น เหตุการณ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความยากในการประมาณการขนาดตลาดของสินค้าที่เป็น technology-based products ที่อาจมีอายุตามวงจรชีวิตของสินค้า (Product Life Cycle) สั้นกว่าที่คิดไว้มาก แน่นอนว่าหากบริษัทผู้ผลิต Digital Tape Cassette หรือ Mini CD สามารถพยากรณ์เทคโนโลยีได้แม่นยำกว่านี้ก็คงจะไม่ผลิตสินค้าเหล่านี้ออกมาในเชิงพาณิชย์เนื่องจากมูลค่าสิทธิบัตรของ Digital Tape Cassette และ Mini CD ในภายหลังพบว่ามีมูลค่าไม่น้อยมากอันเนื่องมาจากปัจจัยความเสี่ยงทางด้านเทคโนโลยี

อย่างไรก็ตามจุดอ่อนที่สำคัญที่สุดของวิธี DCF กลับไม่ใช่เรื่องความยากในการพยากรณ์กระแสเงินสดแต่เป็นเรื่องข้อจำกัดของวิธีการที่ไม่สามารถสะท้อนมูลค่าของสิทธิ (Rights/Options) ต่างๆ หรือความยืดหยุ่น

---

[3] สำหรับประเทศไทยทางกรมทรัพย์สินทางปัญญา สถาบันการเงิน สมาคมนักประเมินราคาอิสระไทย สมาคมผู้ประเมินมูลค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ร่วมกันยกร่าง "แนวทางและหลักเกณฑ์การประเมินมูลค่าทรัพย์สินทางปัญญา" ซึ่งใช้วิธีการนี้เช่นกัน

(Flexibility) ของเจ้าของสิทธิบัตรในการตัดสินใจดำเนินการโครงการในเชิงพาณิชย์ ซึ่งส่งผลต่อกระแสรายได้ที่คาดหวังในอนาคตได้ในหลายลักษณะ ความยืดหยุ่นในการตัดสินใจนี้เป็นส่วนประกอบของมูลค่าของสิทธิบัตร ที่เรียกว่า **Real Options** (ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อการคำนวณราคาoption) ในลักษณะของวิธีการ DCF มีข้อสมมติโดยนัย (Implied Assumption) ว่าในการตัดสินใจดำเนินการในเชิงพาณิชย์ของเจ้าของสิทธิบัตร เมื่อตัดสินใจแล้วจะต้องดำเนินการตามที่วางแผนไว้แต่ทีแรกตลอดอายุโครงการ/สิทธิบัตร โดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงใดๆ ได้ (Irreversibility) นั่นคือไม่มีความยืดหยุ่นในการตัดสินใจทำให้วิธี DCF นี้ให้มูลค่าสิทธิบัตรที่ไม่ถูกต้อง ความยืดหยุ่นในการตัดสินใจโครงการมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติของโครงการ (occurred naturally) และที่เจ้าของโครงการลงทุนสร้างขึ้น (planned and/or built-in at some extra cost)

ความยืดหยุ่นในการตัดสินใจโครงการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติของโครงการ ได้แก่ สิทธิในการปรับเปลี่ยนโครงการ (Option to Alter) ประกอบด้วย

- สิทธิในการเลื่อนกำหนดการลงทุนโครงการออกไป (Option to Defer Investment) (เหตุผลเช่นเพื่อให้เกิดความแน่นอนขึ้น หรือรอให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอันที่จะเป็นผลดีต่อยอดขายในอนาคต เป็นต้น)
- สิทธิในการลดขนาดโครงการ (Option to Contract)
- สิทธิในการปิดกิจการชั่วคราว (Option to Temporarily Shut Down and Restart Operations)
- สิทธิในการเลิกโครงการ (Option to Abandon for Salvage Value)

สำหรับความยืดหยุ่นในการตัดสินใจโครงการที่เจ้าของโครงการวางแผนและลงทุนสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

- สิทธิในการขยายขนาดการลงทุน (Option to Expand Capacity หรือ Build Growth Option)
- สิทธิในการระงับการลงทุนกลางคัน (Option to Default during Construction หรือ Time-to-Build Option) สำหรับโครงการที่มีการลงทุนเป็นแต่ละขั้น (Staged Investment)
- สิทธิในการเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิต (Option to Switch Technology) โดยการเปลี่ยนการใช้ inputs และ/หรือ เปลี่ยนการผลิต outputs

การที่วิธี DCF ไม่สามารถสะท้อนมูลค่า real options ต่างๆ เหล่านี้ออกมาได้ทำให้ cash flow ที่ประมาณการต่ำกว่าความเป็นจริงส่งผลให้ราคาสิทธิบัตรต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (undervalued) ในขณะเดียวกันการประเมินมูลค่าของ real options เหล่านี้ก็ไม่สามารถทำได้โดยง่าย

1.3 Market Method

วิธีนี้เป็นการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรทางอ้อมโดยอาศัยตลาดหลักทรัพย์ (Stock Exchange) เป็นผู้ประเมินมูลค่าสิทธิบัตรแทน วิธีการนี้จึงอยู่บนพื้นฐานของสมมติฐานว่าตลาดมีประสิทธิภาพ (Efficient Market) นั่นคือตลาดมีความเท่าเทียมกันของข้อมูลข่าวสารอันเป็นผลให้ราคาหุ้นของบริษัทสะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic Value) วิธีการจะอาศัยข้อมูลมูลค่ากิจการ (ต้องเป็นบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์) ที่เป็นเจ้าของสิทธิบัตรในตลาดซึ่งเท่ากับมูลค่าของหุ้นสามัญตามราคาตลาด (Market Capitalization) ซึ่งตามปกติจะมีค่าสูงกว่ามูลค่าทางบัญชี (Book Value) ของกิจการ มูลค่าทางบัญชีของกิจการก็คือส่วนต่างระหว่างมูลค่าสินทรัพย์ทั้งหมดกับหนี้สินทั้งหมด ดังนั้นส่วนต่างระหว่างมูลค่าหุ้นสามัญตามราคาตลาดกับมูลค่าทางบัญชีจะสะท้อนถึงมูลค่าของสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนทั้งหมดของกิจการ เนื่องจากสิทธิบัตรเป็นสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนตัวหนึ่งนอกเหนือจากสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนอื่นๆ (ได้แก่ Relationship Capital และ Human Capital) ดังนั้นมูลค่าของสิทธิบัตรของกิจการสามารถเขียนได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
V_t &= (\textit{Market Capitalization})_t - (\textit{All Tangibles Assets})_t - (\textit{Non-Patent Intangibles})_t \\
&\quad + (\textit{All Liabilities})_t \\
&= (\textit{Market Capitalization})_t - (\textit{Book Value})_t
\end{aligned}
$$

จุดอ่อนของวิธี Market Method มีหลายประการด้วยกันคือ ในข้อแรก วิธีการนี้ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับเจ้าของสิทธิบัตรที่เป็นสถาบันการศึกษา หน่วยงานของรัฐ หรือตัวบุคคลที่ไม่ใช่ธุรกิจ เนื่องจากไม่มีหุ้นจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ รวมถึงยังใช้ไม่ได้กับสิทธิบัตรของบริษัทที่ไม่ได้จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์อีกด้วย

ประการที่สอง วิธีนี้ไม่สามารถให้มูลค่าของสิทธิบัตรเป็นรายตัวได้ สิ่งที่ได้จะเป็นเพียงมูลค่าของสิทธิบัตรทั้งหมดที่กิจการมี สำหรับกิจการที่มีสิทธิบัตรมากมายหลายพันใบอย่าง IBM หรือ P&G วิธีการนี้จะไม่มีประโยชน์เลย

ประการต่อมา เป็นที่ทราบดีว่าทั้งภาคธุรกิจและนักวิชาการต่างยอมรับและให้ความสำคัญกับสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตนอื่นๆ ได้แก่ Human Capital และ Relationship Capital ซึ่งตลาดเองก็ยอมรับว่ากิจการที่มีการสั่งสมสินทรัพย์เหล่านี้สูงก็จะมีประสิทธิภาพและนำไปสู่มูลค่ากิจการที่สูงขึ้นด้วย แต่ปัญหาก็คือการวัดมูลค่าของสินทรัพย์ไม่มีตัวตนยังอยู่ในขั้นเริ่มต้น ด้วยวิธีการ Market Method นี้ จำเป็นต้องรู้มูลค่าสินทรัพย์ไม่มีตัวตนอื่นๆ ของกิจการด้วยซึ่งการประเมินมูลค่าสินทรัพย์เหล่านั้นก็มีความซับซ้อนกว่าการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรเสียอีก ดังนั้นวิธีการนี้จึงจะให้ความคลาดเคลื่อนสูงมาก

ประการสุดท้าย วิธีการนี้อยู่บนพื้นฐานของข้อสมมติว่าตลาดมีประสิทธิภาพซึ่งจะสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงของกิจการ แต่เราทราบว่าตลาดที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นเพียงตลาดในทฤษฎีเท่านั้น ความไม่เท่าเทียมกันของข้อมูลก่อให้เกิดความผันผวนของภาวะตลาดหลักทรัพย์อันเป็นตัวกำหนดมูลค่าตามราคาตลาดของกิจการ ดังนั้นมูลค่าสิทธิบัตรที่คำนวณได้ในวันนี้จะแตกต่างจากมูลค่าที่คำนวณได้ในวันพรุ่งนี้หรือแม้กระทั่งในอีก 5 นาทีข้างหน้าซึ่งจะสร้างปัญหาในการหามูลค่าที่แท้จริงที่เหมาะสมได้

1.4 Other Methods

1.4.1 Econometric Method

แนววิธีอื่นที่ใช้ในการประเมินราคาสิทธิบัตรได้แก่วิธีการของบริษัท PatentRatings ที่ใช้เทคนิคทาง สถิติมาช่วย โดยวิธีนี้เป็นการพยายามสร้างระดับคะแนนที่เรียกว่า Patent Quality Rating หรือระดับคะแนนด้านคุณภาพของสิทธิบัตร ในการพยากรณ์มูลค่าสิทธิบัตรโดยอาศัยค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตร (Maintenance Fee)[4] เป็นตัวชี้วัดโดยใช้แนวคิดที่ว่า เจ้าของสิทธิบัตรจะลงทุนเพิ่มเติมในสิทธิบัตร (ด้วยการจ่ายค่าธรรมเนียมฯ) ก็ต่อเมื่อเขาคาดการณ์ว่าผลตอบแทนในอนาคตจากสิทธิบัตรยังคุ้มค่าอยู่ ดังนั้นสิทธิบัตรที่คุณภาพต่ำจึงมักจะถูกปล่อยให้สิทธิบัตรขาด (เรียกว่า Patent Mortality หรือ Patent Abandonment) Patent Mortality Rate หรือสัดส่วนที่เจ้าของสิทธิบัตรไม่ต่ออายุสิทธิบัตรของตน (หรือในทางกลับกัน Survival Rate) จึงใช้เป็นตัวแสดงถึงระดับคุณภาพของสิทธิบัตร จากนั้นจึงหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับ Survival Rate อย่างมีนัยทางสถิติ (เช่น Citation Rate, จำนวน Claims, etc.) และนำมาใช้พยากรณ์ Patent Quality Rate ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการประมาณการมูลค่าสิทธิบัตรในที่สุด อย่างไรก็ดีข้อจำกัดในการนำวิธีการนี้มาใช้ยังมีอยู่มาก เนื่องจากไม่ใช่เป็นวิธีทางตรงในการประเมินค่า เป็นการอาศัยการคาดการณ์ของเจ้าของสิทธิบัตรฝ่ายเดียวในการตัดสินใจว่าจะต่ออายุหรือไม่ซึ่งเจ้าของสิทธิบัตรเองก็ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับมูลค่าตลาดที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นวิธีการนี้จึงยังไม่ได้แก้ปัญหาของวิธีเดิมๆ ในแนวคิดแล้ววิธีนี้มีความใกล้เคียงกับ Cost Method นั่นเอง

1.4.2 Rule of Thumb

อีกวิธีหนึ่งที่อ้างใน web site ของบริษัทที่ปรึกษาหลายบริษัทคือวิธี Rule Of Thumb ซึ่งก็ไม่ใช่วิธีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรโดยตรงแต่เป็นวิธีการในการกำหนดระดับราคาของค่า Royalty และ/หรือ License Fee

---

[4] ในสหรัฐฯ มีการเก็บ Patent Maintenance Fee ทุกๆ 4 ปีในอัตราก้าวหน้า (Progressive Rate) เช่น หากเจ้าของสิทธิบัตรจะต่ออายุหลังสี่ปีแรกจะต้องจ่าย $850 และถ้าต่ออายุในปีที่แปดจะต้องจ่าย $1,950 และ $2,990 ในปีที่สิบสอง เป็นต้น ในขณะที่ประเทศส่วนใหญ่ในโลกเก็บค่าธรรมเนียมนี้เป็นรายปีระหว่าง $200-$300 ในขณะที่ประเทศส่วนใหญ่ในโลกเก็บค่าธรรมเนียมนี้เป็นรายปีระหว่าง $200-$300 สำหรับประเทศไทยเก็บค่าธรรมเนียมในอัตราก้าวหน้าทุกปีนับจากปีที่ 5 คือ 1,000 บาท และเพิ่มขึ้นทุกปีๆ ละ 200 400 600 ... บาท จนถึงปีที่ 20 เป็น 25,000 บาท

เช่น หลักการ 25/75 (Gross) Profit-Splitting Ratio Rule of Thumb (รู้จักกันในชื่อ 25 percent rule) ซึ่งขึ้นอยู่กับอำนาจต่อรองระหว่างฝ่ายเจ้าของและผู้ต้องการซื้อสิทธิบัตร Royalty Rate จะสามารถเป็นไปได้ตั้งแต่ 0.5% จนถึง 25% ราคาขายนี้ขึ้นอยู่กับระดับความมั่นใจของเจ้าของและผู้ต้องการซื้อสิทธิบัตรว่ามีความมั่นใจใน profitability potential ของสิทธิบัตรเพียงใด ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับระดับข้อมูลที่แต่ละฝ่ายมี ลักษณะการให้บริการของบริษัทที่ปรึกษาทางการเงินที่ใช้แนววิธีนี้จึงเป็นเพียง facilitator ระหว่างเจ้าของและผู้ต้องการซื้อสิทธิบัตรมากกว่าที่จะเป็นผู้ประเมินมูลค่าสิทธิบัตร

โดยสรุปแล้วจากแนววิธีการประเมินราคาเชิงปฏิบัติที่ใช้กันอยู่ทำให้เป็นการยากที่จะหาราคาที่เหมาะสมหรือ fair price ซึ่งจะเป็นที่ยอมรับของทั้งเจ้าของสิทธิบัตร (Licensor) และธุรกิจที่สนใจจะซื้อสิทธิบัตร (Licensee) สาเหตุหลักของความไม่สมบูรณ์ของวิธีการพื้นฐานดังกล่าวมาจากลักษณะความซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าสิทธิบัตรหลายประการดังที่ได้กล่าวในบทก่อนหน้า แต่วิธีการในเชิงปฏิบัติได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในบริษัทที่ปรึกษาด้านการเงินต่างๆ ที่ให้บริการในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร ตามที่ปรากฏอยู่ใน technical paper ของบริษัทที่ปรึกษาทางธุรกิจด้านทรัพย์สินทางปัญญา เช่น NERA Economic group, Business Valuation Consulting, AICPA, IP Metrics, Niefeld, Valuation Corp, The Financial Valuation Group, Navigant Consulting Inc., Intellectual Property Management Strategies เป็นต้น

ความจำเป็นของภาคธุรกิจ สถาบัน และหน่วยงานต่างๆ ที่ต้องการพัฒนาวิธีการในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่มีความสมบูรณ์ถูกต้องตามหลักวิชาการมากขึ้นกว่าเดิม โดยวิธีการดังกล่าวควรจะต้องสามารถ capture ลักษณะความซับซ้อนที่สำคัญๆ ของสิทธิบัตรและสามารถสะท้อนลักษณะดังกล่าวในราคาของสิทธิบัตรได้ ราคาที่ประเมินได้จึงต้องมีความถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นราคาที่ยุติธรรมสำหรับทั้งสองฝ่ายซึ่งจะช่วยให้เกิดการยอมรับได้โดยง่ายอันจะนำไปสู่การสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจจากสิทธิบัตรอย่างเหมาะสมในที่สุด แนววิธีการที่อาศัยทฤษฎีการเงินสมัยใหม่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร ซึ่งจะให้มูลค่าสิทธิบัตรที่ถูกต้องกว่าวิธีดั้งเดิม หลายบริษัทที่ปรึกษาด้านการเงินที่กล่าวข้างต้นอ้างว่าได้พัฒนา valuation model ที่ใช้เทคนิคการเงินสมัยใหม่ในการให้บริการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรด้วย แต่ก็ไม่มีแห่งใดมีการเปิดเผยวิธีการหรือแบบจำลองคณิตศาสตร์ใดๆ[5] แนววิธีการที่ใช้ทฤษฎีการเงินสมัยใหม่อยู่บนพื้นฐานของ option pricing theory อันนำเป็นสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน และยังไม่มีงานวิจัยเชิงวิชาการใดที่นำเสนอ patent valuation model ในแนวนี้โดยตรง นอกจากนี้ option pricing theory ในปัจจุบันยังถูกนำมาประยุกต์ร่วมกับทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์สมัยใหม่คือ Game Theory ซึ่งจะให้แนววิธีในการ

[5] เหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่บริษัทเหล่านี้ไม่ยอมเปิดเผยเนื่องจากผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นไม่สามารถจดลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตรได้

เช่น หลักการ 25/75 (Gross) Profit-Splitting Ratio Rule of Thumb (รู้จักกันในชื่อ 25 percent rule) ซึ่งขึ้นอยู่กับอำนาจต่อรองระหว่างฝ่ายเจ้าของและผู้ต้องการซื้อสิทธิบัตร Royalty Rate จะสามารถเป็นไปได้ตั้งแต่ 0.5% จนถึง 25% ราคาขายนี้ขึ้นอยู่กับระดับความมั่นใจของเจ้าของและผู้ต้องการซื้อสิทธิบัตรว่ามีความมั่นใจใน profitability potential ของสิทธิบัตรเพียงใด ซึ่งก็จะขึ้นอยู่กับระดับข้อมูลที่แต่ละฝ่ายมี ลักษณะการให้บริการของบริษัทที่ปรึกษาทางการเงินที่ใช้แนววิธีนี้จึงเป็นเพียง facilitator ระหว่างเจ้าของและผู้ต้องการซื้อสิทธิบัตรมากกว่าที่จะเป็นผู้ประเมินมูลค่าสิทธิบัตร

โดยสรุปแล้วจากแนววิธีการประเมินราคาเชิงปฏิบัติที่ใช้กันอยู่ทำให้เป็นการยากที่จะหาราคาที่เหมาะสมหรือ fair price ซึ่งจะเป็นที่ยอมรับของทั้งเจ้าของสิทธิบัตร (Licensor) และธุรกิจที่สนใจจะซื้อสิทธิบัตร (Licensee) สาเหตุหลักของความไม่สมบูรณ์ของวิธีการพื้นฐานดังกล่าวมาจากลักษณะความซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าสิทธิบัตรหลายประการดังที่ได้กล่าวในบทก่อนหน้า แต่วิธีการในเชิงปฏิบัติได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในบริษัทที่ปรึกษาด้านการเงินต่างๆ ที่ให้บริการในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร ตามที่ปรากฏอยู่ใน technical paper ของบริษัทที่ปรึกษาทางธุรกิจด้านทรัพย์สินทางปัญญา เช่น NERA Economic group, Business Valuation Consulting, AICPA, IP Metrics, Niefeld, Valuation Corp, The Financial Valuation Group, Navigant Consulting Inc., Intellectual Property Management Strategies เป็นต้น

ความจำเป็นของภาคธุรกิจ สถาบัน และหน่วยงานต่างๆ ที่ต้องการพัฒนาวิธีการในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่มีความสมบูรณ์ถูกต้องตามหลักวิชาการมากขึ้นกว่าเดิม โดยวิธีการดังกล่าวควรจะต้องสามารถ capture ลักษณะความซับซ้อนที่สำคัญๆ ของสิทธิบัตรและสามารถสะท้อนลักษณะดังกล่าวในราคาของสิทธิบัตรได้ ราคาที่ประเมินได้จึงต้องมีความถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นราคาที่ยุติธรรมสำหรับทั้งสองฝ่ายซึ่งจะช่วยให้เกิดการยอมรับได้โดยง่ายอันจะนำไปสู่การสร้างผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจจากสิทธิบัตรอย่างเหมาะสมในที่สุด แนววิธีการที่อาศัยทฤษฎีการเงินสมัยใหม่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร ซึ่งจะให้มูลค่าสิทธิบัตรที่ถูกต้องกว่าวิธีดั้งเดิม หลายบริษัทที่ปรึกษาด้านการเงินที่กล่าวข้างต้นอ้างว่าได้พัฒนา valuation model ที่ใช้เทคนิคการเงินสมัยใหม่ในการให้บริการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรด้วย แต่ก็ไม่มีแห่งใดมีการเปิดเผยวิธีการหรือแบบจำลองคณิตศาสตร์ใดๆ[5] แนววิธีการที่ใช้ทฤษฎีการเงินสมัยใหม่อยู่บนพื้นฐานของ option pricing theory อันนำเป็นสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน และยังไม่มีงานวิจัยเชิงวิชาการใดที่นำเสนอ patent valuation model ในแนวนี้โดยตรง นอกจากนี้ option pricing theory ในปัจจุบันยังถูกนำมาประยุกต์ร่วมกับทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์สมัยใหม่คือ Game Theory ซึ่งจะให้แนววิธีในการ

---

[5] เหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่บริษัทเหล่านี้ไม่ยอมเปิดเผยเนื่องจากผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นไม่สามารถจดลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตรได้

ประเมินมูลค่าโครงการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (Research and Development, R&D) ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่ถูกต้องในเชิงทฤษฎีมากขึ้นในแง่ที่ว่าสามารถ capture ลักษณะที่สำคัญของสิทธิบัตรได้มากขึ้น

2. วิธีการคำนวณราคาอ๊อปชั่น (Option Pricing Theory)

วิธีทางการเงินสมัยใหม่ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรเป็นวิธีการคำนวณราคาอ๊อปชั่น (Option Pricing Theory) ซึ่งพัฒนามาจากการคำนวณราคา financial options เป็นหลัก ซึ่งมีความแตกต่างจาก real options อันเป็นลักษณะที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับเรื่องของสิทธิบัตร การประยุกต์ใช้วิธีนี้จึงต้องเข้าใจกรอบทฤษฎีการคำนวณราคา financial options เสียก่อนจากนั้นจึงไปสู่การประยุกต์ใช้ในการคำนวณราคา real options

2.1 กรอบทฤษฎีการคำนวณราคา Financial Options

ทฤษฎีการคำนวณราคาอ๊อปชั่น (Option Pricing Theory) เกี่ยวข้องกับการหาราคาของ option ซึ่งเป็นตราสารทางการเงินประเภทตราสารอนุพันธ์ (derivative) ที่ให้สิทธิ (right) แก่ผู้ซื้อในการที่จะซื้อ/ขาย หลักทรัพย์อ้างอิง (underlying asset) ในราคาที่กำหนดไว้ (Strike/Exercise price, K) ภายในระยะเวลาที่กำหนด (expiration date) (สำหรับ American option สามารถใช้สิทธิเมื่อใดก็ได้ภายในช่วง expiration date แต่ในกรณี European option จะสามารถใช้สิทธิได้เฉพาะในวัน expiration date เท่านั้น) ในกรณีที่ option ให้สิทธิในการซื้อ underlying asset เรียกว่า call option และ put option สำหรับในกรณีที่ option นั้นให้สิทธิแก่ผู้ถือในการขาย สำหรับในวันครบกำหนดหากผู้ถือ call option เห็นว่าราคา underlying asset, (S) (สมมติว่าเป็นหุ้น (stock) ดังนั้น option ในกรณีนี้จะเรียกว่า Stock option) ในตลาดขณะนั้นสูงกว่าราคา exercise ผู้ถือ call option ก็สามารถเลือกใช้สิทธิ (exercise) เพื่อซื้อหุ้นในราคา Exercise ที่ถูกกว่าและนำหุ้นไปขายทำกำไรในตลาดที่ราคาตลาดขณะนั้นได้ทันที ในทางตรงกันข้ามหากราคาหุ้นในตลาด ณ วัน Exercise ต่ำกว่า ราคา Exercise ผู้ถือ option ก็สามารถเลือกไม่ใช้สิทธิ exercise โดยการปล่อยให้ option นั้นหมดอายุ (expire) ไป ซึ่งผู้ถือ option ก็จะขาดทุนเท่ากับราคา option ที่ซื้อในตอนแรก นั่นคือมูลค่าของ call option (C) ในวัน Exercise (T) สามารถเขียนได้เป็น

$$C_T = \max[\,0, S_T - K\,] = [\,0, S_T - K\,]^+$$

การหาราคาของ option จึงเป็นการหาราคาของสิทธิในการ exercise ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนของราคาหุ้นในช่วงก่อนวัน expiration date ว่าจะเป็นเท่าใด แต่เดิมนั้นมีการพัฒนาตราสาร option มาก่อนหน้าแต่ไม่ได้รับความนิยมจากนักลงทุนเนื่องจากความซับซ้อนของตราสารทำให้ไม่สามารถหาราคาที่เหมาะสมได้ จนกระทั่งในปี 1974 ที่ Black and Scholes (BS) ได้คิดวิธีการในการคำนวณราคา option ได้สำเร็จทำให้ตลาด option ได้รับความนิยมอย่างสูงนับจากนั้นเป็นต้นมา แนวคิดของ BS คือการ replicate รูปแบบผลตอบแทนของ option ด้วยการสร้าง hedge portfolio ทำให้สามารถตัดความเสี่ยงออกได้ เมื่อไม่มีความเสี่ยงมาเกี่ยวข้อง portfolio นั้นก็ควรจะได้รับผลตอบแทนขั้นต่ำหรือ risk-free rate (r) ดังนั้นราคาของ option จึงขึ้นอยู่กับการคาดการณ์ลักษณะความผันผวนของ underlying asset นั้นที่เรียกว่า volatility

BS approach เริ่มจากการสมมติให้ price process ของ underlying asset (S_t) มีลักษณะเป็น Stochastic Differential Equation (SDE) ในรูปแบบ Geometric Brownian Motion

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

โดย SDE จะประกอบด้วยสองส่วนคือส่วน drift (หรือ trend) และส่วน diffusion นั่นคือราคาหุ้นจะเปลี่ยนไปตาม trend ที่แน่นอนในอัตรา μS_t ต่อช่วงเวลา dt ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนไปตาม diffusion ในอัตรา σS_t ต่อหนึ่งช่วงเวลาของ Brownian/Wiener process dW_t ภายใต้ complete market เราสามารถสร้าง portfolio ที่ replicate ผลตอบแทนของ option โดยการใช้ Itô lemma จะได้ความสัมพันธ์ในรูปแบบ Partial Differential Equation (PDE) ที่เรียกว่า BS PDE คือ

$$\frac{\partial C}{\partial t} + rS\frac{\partial C}{\partial S} + \frac{1}{2}S^2\sigma^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2} - rC = 0$$

โดยมี Boundary Condition

$$C_T = \max[\,0, S_T - K\,]$$

ซึ่งสามารถ solve โดยตรงหรือโดยใช้ Feynman–Kăc formula (ดู Duffie (1992)) จะได้มูลค่าของ call option ในรูป

$$C_t = e^{-r(T-t)}\mathrm{E}_t^Q[\max(S_T - K, 0)]$$

โดย E_t^Q คือค่า expectation ที่ take ณ เวลา t ภายใต้ Martingale (หรือ Risk Neutral) Measure Q ซึ่งจะได้คำตอบในแบบ analytical solution ที่รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ BS formula คือ

$$C_t = SN[d_1(t,S)] - e^{-r(T-t)}KN[d_2(t,S)]$$

โดย N คือ cumulative distribution function ของการกระจายแบบ Normal $N(0,1)$ และ

$$d_1(t,S) = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}}\left[\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)\right],$$

$$d_2(t,S) = d_1(t,S) - \sigma\sqrt{T-t}$$

แบบจำลอง BS ข้างต้นมีข้อสมมติพื้นฐานที่สำคัญๆ ได้แก่

- Frictionless Market สำหรับ underlying assets และ options ซึ่งหมายความว่า (*i*) ไม่มี transactions cost หรือ taxes ในการทำธุรกรรมซื้อขายหลักทรัพย์ (*ii*) ไม่มีข้อจำกัดในการทำ short sales (เช่น ข้อจำกัดเรื่อง margin requirement) (*iii*) หลักทรัพย์ทุกอย่างสามารถแบ่งย่อยเป็นหน่วยเล็กๆ ได้ไม่จำกัด (infinitely divisible) (*iv*) ไม่มีข้อจำกัดเรื่องการกู้ยืมเงินซึ่งมีอัตราดอกเบี้ยเดียวกัน ข้อสมมตินี้แปลว่าการซื้อขายหลักทรัพย์สามารถทำได้อย่างต่อเอง (continuous trading)
- อัตราดอกเบี้ยที่ไม่ความเสี่ยง (risk-free rate) มีค่าคงที่ตลอดอายุของ options
- underlying asset ไม่มีการจ่ายเงินปันผล
- ราคาหุ้น (underlying asset) มีการเคลื่อนไหวแบบ stochastic diffusion แบบ Geometric Wiener process
- options เป็นประเภท European options ที่สามารถ exercise ได้เฉพาะในวัน expiry date เท่านั้น

ข้อสมมติเหล่านี้ภายหลังเมื่อ relax ออกไปเพื่อให้สอดคล้องกับ financial options ลักษณะต่างๆ ที่มีการซื้อขายในตลาดจริงก็จะทำให้แบบจำลองมีความซับซ้อนมากขึ้น ข้อสมมติหลายข้อสามารถ relax ได้ด้วยการปรับเปลี่ยน (modify) แบบจำลองแต่ยังสามารถประยุกต์ใช้ BS approach ได้ เช่น

กรณีที่ underlying asset มีการจ่ายปันผล

อัตราดอกเบี้ยไม่คงที่

ราคาหุ้นเคลื่อนไหวแบบ stochastic diffusion ในลักษณะอื่นๆ (เช่น jump-diffusion, point process, Lévy process เป็นต้น)

กรณีของ options ประเภทอื่นๆ (เช่น American options, Asian options หรือ exotic options อื่นๆ) เป็นต้น

การ relax ข้อสมมติต่างๆ ข้างต้นยังสามารถประยุกต์ใช้ BS approach หรือ No-arbitrage principle ได้ในทุกกรณีเนื่องจากในทุกกรณียังสามารถสร้าง hedge portfolio ที่สามารถ replicate ผลตอบแทนของแต่ละประเภทของ option ที่ศึกษา[6] ซึ่งทำให้ไม่เกิด arbitrage opportunity อันเป็นหัวใจหลักของ BS approach โดยพื้นฐานของการสร้าง hedge portfolio จะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อในตลาดมี traded asset (ไม่นับรวม money account) จำนวนไม่น้อยไปกว่าจำนวนของ random sources ซึ่งตลาดในลักษณะนี้เรียกว่า Complete Market แต่ในสถานการณ์ที่จำนวน traded asset มีน้อยกว่าจำนวน random source ที่เรียกว่า Incomplete Market ในกรณีนี้การสร้าง hedge portfolio สำหรับ financial option ไม่สามารถทำได้โดยตรง เนื่องจากในการคำนวณราคา option ตาม no-arbitrage principle จะคำนวณใน terms ของราคาของ underlying assets ดังนั้นหาก underlying asset เป็น nontraded asset จึงทำไม่ได้โดยตรงเพราะไม่มีราคาในตลาด ราคาของ financial option ที่ถูกกำหนดอย่าง unique ตาม no-arbitrage principle จึงไม่มี

2.1.1 กรณี Incomplete Market with the Existence of Traded Derivatives on Random Source

การศึกษาทฤษฎีการคำนวณราคา option ในกรณีของ incomplete market จะศึกษาในกรณีของ incomplete market ที่ random source ต่างๆ นั้นสามารถ identify ได้แน่นอนซึ่งเรียกว่า "factor" ซึ่งเป็น nontraded underlying object ที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการขับเคลื่อนราคาของ option แบบจำลองที่ได้จึงเรียกว่า Factor Model

ในการแก้ปัญหา market incompleteness จึงอยู่ที่จำนวนของ traded asset และจำนวนของ factor หลักการคือถ้าหากเราสามารถเพิ่ม traded asset ในตลาดได้โดยไม่เพิ่มจำนวน factor ตัวใหม่ (ที่ขับเคลื่อนด้วย stochastic process ตัวใหม่) ก็จะสามารถทำให้ตลาดกลับมา complete อีกครั้งได้ อย่างไรก็ตามเพื่อไม่ก่อให้เกิด arbitrage opportunity ในตลาด จำเป็นที่ราคาของ traded asset ตัวใหม่ทุกตัวซึ่งได้แก่ derivatives ทั้งหลาย (เช่น มี payoff function ต่างกันหรือมีอายุไถ่ถอนต่างกัน) ของ factor จะต้องมีความสัมพันธ์กันเองที่แน่นอนเรียกว่า Internal Consistency Relations ตัวอย่างเช่น ในการคำนวณหาราคาของ interest-rate

---

[6] การ replicate รูปแบบผลตอบแทนของ option ด้วยการสร้าง hedge portfolio นั่นคือสามารถนำหลักทรัพย์ 2 ใน 3 ตัว (ประกอบด้วย underlying asset การฝาก/กู้เงินในตลาดเงิน (riskless) และ options) มาสร้างเป็นหลักทรัพย์จำลอง (Synthetic securities/Hedge portfolio) ที่ให้ผลตอบแทนเหมือนหลักทรัพย์ตัวที่ 3 ได้เสมอ ด้วยแนวคิดดังกล่าวทำให้ portfolio ดังกล่าว ไม่มีความเสี่ยง เมื่อสามารถตัดความเสี่ยงออกได้ portfolio นั้นก็ควรจะได้รับผลตอบแทนขั้นต่ำ (ไม่มีส่วนของ risk premium เพิ่ม) หรือ risk-free rate (r) ดังนั้นราคาของ option จึงขึ้นอยู่กับการคาดการณ์ลักษณะความผันผวนของ underlying asset นั้นเป็นหลัก

derivatives ที่มี maturity ต่างๆ กัน จะพบว่าราคาของ derivatives จะถูกกำหนดโดยอัตราดอกเบี้ยที่มีอายุแตกต่างกัน แต่เราก็พบว่าอัตราดอกเบี้ยไม่ว่าจะเป็นระยะสั้นหรือยาวเพียงใดจะมีความสัมพันธ์กันเองหรือ internal consistency relations ที่เรียกว่า Term Structure of Interest Rates หรือ Yield Curve นั่นเอง ดังนั้น factor พื้นฐานที่ใช้กำหนดความสัมพันธ์ดังกล่าวคืออัตราดอกเบี้ยแบบทันที (Instantaneous Rate หรือ เรียกอีกอย่างว่า Short Rate) ซึ่งหมายถึงอัตราดอกเบี้ยที่มีอายุสั้นมากที่สุดคือทันที! ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยในเชิงทฤษฎีที่ไม่มีจริง ไม่มีการซื้อขายเพราะฉะนั้นเป็น nontraded asset แต่อัตราดอกเบี้ยที่มีอายุยาวขึ้นไปจะถูกกำหนดจาก factor ตัวนี้ทั้งสิ้น ดังนั้นราคาพันธบัตรไม่ว่าจะมีอายุไถ่ถอนเท่าใดก็จะเป็น derivatives ของ short rate นั่นเองและราคาของพันธบัตรเหล่านั้นต้องมีความสัมพันธ์กันตาม Internal Consistency Relation ด้วย

เมื่อราคาของ derivatives ต่างๆ ต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอน ดังนั้นเมื่อเราใช้ derivatives ตัวใดตัวหนึ่งเป็น benchmark derivative แล้วราคาของ derivatives ตัวอื่นๆ ก็จะสามารถถูกกำหนดได้อย่างuniquely ด้วยตามราคาของ benchmark derivative และตาม internal Consistency Relations นี้ derivatives ทุกตัวจะมี market price of risk เท่ากันไม่ว่าจะเลือก benchmark derivative ตัวใดก็ตาม market price of risk (λ) คือ risk premium per unit of volatility ตามทฤษฎี CAPM นั่นเอง

สมมติราคาของ derivatives $F(t, x)$ และ $G(t, x)$ ถูกกำหนด factor x และมี price process คือ

$$dF = \alpha_F F dt + \sigma_F F dW_1$$
$$dG = \alpha_G G dt + \sigma_G G dW_2$$

ตาม BS approach เมื่อสร้าง hedge portfolio เราจะได้ว่า สำหรับ derivative F และ G ใดๆ

$$\frac{\alpha_F - r}{\sigma_F} = \frac{\alpha_G - r}{\sigma_G} = \lambda$$

ถ้าหากเราเลือก derivative G เป็น benchmark และเนื่องจาก G เป็น traded asset เราสามารถ calibrate แบบจำลองด้วยข้อมูลราคาตลาดของ derivative G เพื่อคำนวณค่า (implied) λ ได้ ค่าที่ได้จึงเป็นค่าที่ได้จากนอกแบบจำลอง (exogenously specified) เราก็สามารถ solve หาราคาของ derivative F ได้โดยแทนค่า

$$\lambda(t, x) = \frac{\alpha_G(t, x) - r}{\sigma_G(t, x)}$$

ใน BS PDE หรือ pricing equation ของ F และ boundary condition ตาม payoff function ณ วัน ครบอายุอ๊อป-ชั่น จะได้

$$F_t + (\alpha_F - \lambda\sigma_F)F_x + \tfrac{1}{2}\sigma^2 F_{xx} - rF = 0$$
$$F(T,x) = \Phi(x)$$

หรือเขียนตาม Feynman–Kăc formula จะได้

$$F(t,x) = e^{-r(T-t)}\mathrm{E}_t^Q[\Phi(x(T))]$$

โดย martingale measure Q และ λ มีความสัมพันธ์กันแบบ one-to-one correspondence ดังนั้นการเลือก λ จึงเท่ากับเป็นการเลือก martingale measure Q นั่นเอง ซึ่งแตกต่างจากในกรณีของ BS ที่ martingale measure Q ถูกกำหนด uniquely ภายในแบบจำลอง (within model) แต่สำหรับ factor model กรณีนี้ martingale measure ถูกกำหนดจากภายนอกแบบจำลองซึ่งสามารถมี martingale measure ได้หลาย measure ที่สอดคล้องกับ no-arbitrage principle ในการศึกษา factor model ค่า market price of risk จะหามาจากข้อมูลราคาตลาดนั่นคือให้ตลาดเป็นผู้กำหนด martingale measure แต่นั่นหมายความว่าในการประยุกต์ใช้งาน factor model จริงจะต้องมีการสมมติ the exact (functional) form ของ α และ σ ซึ่งเท่ากับว่าเรากำลังสมมติ the exact form of preferences (หรือ utility function) ของผู้ลงทุนในตลาดนั่นเอง ดังนั้นความถูกต้องของราคา derivative F ก็จะกลับไปขึ้นอยู่กับข้อสมมติของ price dynamics ของแต่ละ factor นั่นเอง

2.1.1 กรณี Incomplete Market without the Existence of Traded Derivatives on Random Sources

ในกรณีข้างต้นถึงแม้ว่า random source จะไม่ใช่ traded asset โดยตรง แต่ในตลาดก็ยังมี derivative ของ random source นั้นซื้อขายในตลาดทำให้เราสามารถเพิ่ม derivative นั้นใน hedge portfolio ทำให้ยังคงสามารถประยุกต์ใช้ BS approach ได้ อย่างไรก็ดีหากไม่มี derivative ของ random source นั้นซื้อขายในตลาด นั่นคือไม่มีตลาด ซึ่งหมายความว่าไม่มี market price of risk การคำนวณราคา option โดย BS approach ก็จะไม่สามารถทำได้

ลักษณะ incomplete market ที่ไม่มี traded derivative ของ random source เลยเป็นปัญหาหลักของการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการคำนวณราคา option ในกรณีของ real options ที่โดยลักษณะตามธรรมชาติของ real options จะไม่มี traded derivative ของ random source ในตลาด (จะกล่าวต่อไป) เช่น กรณีของความไม่แน่นอนของกระแสเงินสดในอนาคตของโครงการลงทุนซึ่งเป็น random source หลักจะไม่มีตลาดของ derivative ที่ underlying asset เป็นกระแสเงินสดในอนาคตซื้อขายกัน การสร้าง hedge portfolio ตาม BS

approach ไม่สามารถทำได้เพราะ market price of risk หาไม่ได้ การคำนวณราคา real options โดยใช้ BS approach มาประยุกต์ใช้โดยตรงจึงเทียบเท่ากับเป็นการเพิ่มข้อสมมติว่า real options นั้นเหมือน financial options ซึ่งในกรณีนี้หมายความว่ามีตลาดของ derivative ของ real underlying asset ซื้อขายอันเป็นสมมติที่ผิดความเป็นจริงและส่งผลอย่างมากต่อความถูกต้องของการคำนวณราคา real options

2.2 การประยุกต์ใช้ BS approach ในปัญหา Real Options

ทฤษฎีการคำนวณราคา real options เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการคำนวณราคา financial options ตามแนวของ BS โดยตรง แต่เนื่องจากลักษณะของ options ที่ BS คำนวณมูลค่าออกมาได้นั้นเป็น financial options ที่ underlying asset เป็นตราสารทางการเงิน (financial instrument) เช่น หุ้น อัตราดอกเบี้ย (พันธบัตร) หรือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา (foreign exchange rate) แต่แนวคิดของทฤษฎีการคำนวณราคา option ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องของการตัดสินใจลงทุนภายใต้ความเสี่ยง (investment under uncertainty) ที่มีลักษณะ irreversible เช่น การตัดสินใจขุดเจาะสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งจะต้องมีการลงทุนในการขุดเจาะซึ่งอาจจะพบหรือไม่พบแหล่งทรัพยากรธรรมชาติก็ได้ซึ่งถ้าหากพบก็จะสามารถสร้างรายได้มาชดเชยเงินลงทุน การตัดสินใจว่าควรจะลงทุนหรือไม่และหรือเมื่อใดที่ควรจะยุติการลงทุนในแต่ละจุดของเวลาตลอดโครงการจึงเกี่ยวข้องกับค่ามูลค่าของโครงการลงทุนที่คาดการณ์ภายใต้ความเสี่ยงและมูลค่าเงินลงทุนที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ณ ทุกจุดของเวลาจึงเปรียบเสมือนกับผู้ลงทุนกำลังถือ option ที่มี underlying asset เป็นทรัพยากรหรือสินทรัพย์จริง (real asset) ที่มูลค่าของมันไม่แน่นอน Myers (1977) ได้เรียกการวิเคราะห์การลงทุนในลักษณะของ option นี้ว่า Real Options โดยการศึกษาเริ่มจากงานของ Brennan and Schwartz (1985) ได้ศึกษากรอบการวิเคราะห์ real options บนพื้นฐานของแนวทางของ BS แต่กรอบการวิเคราะห์ค่อนข้างจำกัดโดยมีข้อสมมติหลายประการที่ขัดกับสภาพความเป็นจริงทำให้การนำไปประยุกต์ใช้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ดังเช่นที่ได้ศึกษาไว้ในงานของ Fernández (2001) Capinski and Patena (2002) เป็นต้น

หลักการประยุกต์ใช้ในเบื้องต้นคือการมองโครงการลงทุนหรือ real options เป็นในลักษณะเดียวกับ financial options ในกรณีนี้ใช้ stock options เป็นตัวเปรียบเทียบ ตาม BS formula ตัวแปรที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับมูลค่า options เมื่อเทียบเคียงกับ real options จะได้ว่า

Call option on stock	**Real option on project**
Current value of stock	Preset value of expected cash flows
Exercise price	Investment cost
Time to expiration	Time until opportunity disappears

Stock value uncertainty	Cash flows (หรืออีกนัยหนึ่ง project value) uncertainty
Risk-free interest rate	Risk-free interest rate

เมื่อเปรียบเทียบกับ financial options แล้ว มูลค่าของ real options ที่ underlying assets คือโครงการลงทุน จะเปรียบเสมือนผู้ลงทุน (ผู้ถือ real options) มีสิทธิที่จะ exercise real options ด้วยการลงทุนในโครงการด้วยเงินลงทุนตลอดโครงการ (investment cost) โดยผู้ลงทุนจะลงทุน (exercise) ก็ต่อเมื่อมูลค่าปัจจุบันของค่าคาดการณ์กระแสเงินสด (present value of expected cash flows) มีค่าสูงกว่าเงินลงทุน ผู้ลงทุนจะมีกำไร ความไม่แน่นอน (uncertainty) ของ cash flows จึงเทียบได้กับความผันผวนของราคาหุ้น สำหรับระยะเวลาของ options ในกรณี real options จะมีระยะเวลาก่อน expiration date หรืออายุของ options เท่ากับระยะเวลาที่โอกาสในการลงทุนยังมีอยู่ เช่น โครงการที่ได้รับสัมปทานสำรวจน้ำมันเป็นเวลา 10 ปี ก็เป็น real options ที่ผู้ได้รับสัมปทานมีสิทธิที่จะลงทุนสำรวจน้ำมันภายในช่วงเวลา 10 ปีซึ่ง มูลค่าของสัมปทานในกรณีนี้ก็คือมูลค่า real options นั่นเอง

หาก cash flow ในอนาคตมีความแน่นอน นั่นคือไม่มีความเสี่ยง real option ดังกล่าวก็จะเทียบได้กับโครงการลงทุนตามวิธีมูลค่าปัจจุบันหรือ income method นั่นเอง แต่ข้อแตกต่างที่สำคัญที่สุดที่ทำให้วิธีการ real option แตกต่างจาก income method คือความยืดหยุ่นของการลงทุนที่วิธีมูลค่าปัจจุบันตาม income method ไม่สามารถประเมินมูลค่าออกมาได้ดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น

การมองโครงการลงทุน (ในกรณีนี้คือสิทธิบัตร) ในลักษณะของ real option ทำให้สามารถประเมินมูลค่าของโครงการลงทุนได้ครบถ้วนมากขึ้นโดยอาศัย BS approach ที่ใช้คำนวณมูลค่า financial options ข้างต้น ในกรณีของ real option สมมติในเบื้องต้นว่าข้อสมมติต่างๆ เป็นไปตามกรอบของ BS approach วิธีการเริ่มจากสมมติให้ price process ของ underlying asset ในกรณีนี้คือ cash flows (C_t) ที่คาดว่าจะสามารถ generate ได้จากโครงการลงทุนเมื่อเสร็จสิ้นแล้วหรือจากการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์ มีลักษณะเป็น Stochastic Differential Equation (SDE) ในรูปแบบ Geometric Brownian Motion

$$dC_t = \mu C_t dt + \sigma C_t dB_t$$

โดย SDE จะประกอบด้วยสองส่วนคือส่วน trend (drift part) และส่วน diffusion (stochastic part) นั่นคือกระแสเงินสดจะเปลี่ยนไปตาม trend ในอัตรา μC_t ต่อช่วงเวลา dt ซึ่งเทียบได้กลับแนวโน้มอุตสาหกรรมที่ได้รับประโยชน์จากสิทธิบัตรนั้นในขณะที่อีกส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนไปในลักษณะผันผวนหรือ diffuse ในอัตรา σC_t ต่อหนึ่งช่วงเวลาของ Brownian process, dB_t ซึ่งเทียบได้กับความเสี่ยงทางธุรกิจของอุตสาหกรรมนั้น ผู้

ลงทุนที่ต้องการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์จะต้องลงทุน (K) ภายในช่วงระยะเวลาของอายุสิทธิบัตรที่ได้รับการคุ้มครองตามกฎหมาย หรือ legal life (T) โดยคาดหวังกระแสเงินสดจากการดำเนินการเชิงพาณิชย์ซึ่งได้รับการคุ้มครองในเชิงธุรกิจตามกฎหมายนี้แต่ก็มีความไม่แน่นอนของกระแสรายได้เช่นกัน ภายใต้ complete market ตาม BS approach ผลตอบแทนของ real option ซึ่งคือมูลค่าของสิทธิบัตร ณ เวลา t เขียนแทนด้วย $V\ (t,\ C,\ K)$ (เขียนสั้นๆ เป็น V_t) โดยการ apply Itô lemma จะได้ความสัมพันธ์ของมูลค่าสิทธิบัตรตาม no-arbitrage principle (เทียบเท่ากับมูลค่าในดุลยภาพ) ตาม BS PDE คือ (drop subscript t ออก)

$$\frac{\partial V}{\partial t} + rC\frac{\partial V}{\partial C} + \frac{1}{2}C^2\sigma^2\frac{\partial^2 V}{\partial C^2} - rV = 0$$

โดย r คือ risk-free rate โดยมี boundary condition คือมูลค่าของสิทธิบัตร ณ วันสิ้นสุดอายุการคุ้มครองทางกฎหมาย (V_T)

$$V_T = \max[0, V_T - K]$$

ซึ่งสามารถ solve โดยตรงหรือโดยใช้ Feynman–Kăc formula จะได้มูลค่าของ call option ในรูป

$$V_t = e^{-r(T-t)}\mathrm{E}_t^Q[\max(V_T - K, 0)]$$

โดย E_t^Q คือค่า expectation ที่ take ณ เวลา t ภายใต้ Martingale (หรือ Risk Neutral) Measure Q ซึ่งจะได้มูลค่าของสิทธิบัตรตาม BS formula คือ

$$V_t = CN[d_1(t,C)] - e^{-r(T-t)}KN[d_2(t,C)]$$

โดย N คือ cumulative distribution function ของการกระจายแบบ Normal $N(0,1)$ และ

$$d_1(t,C) = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}}\left[\ln\left(\frac{C}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)\right],$$

$$d_2(t,C) = d_1(t,C) - \sigma\sqrt{T-t}$$

ผลลัพธ์ข้างต้นเป็นการประยุกต์ใช้ BS approach โดยตรง*ภายใต้ข้อสมมติทุกประการตามกรอบของ BS* ซึ่งหากเป็นการประยุกต์ใช้ประเมินราคา financial options ข้อสมมติเหล่านี้สามารถอนุโลมให้ใกล้เคียงความเป็นจริงในทางปฏิบัติได้ การสร้าง hedge portfolio สามารถทำได้ใกล้เคียงตามกรอบของ BS เนื่องจาก financial underlying asset เป็น traded asset ที่มีการซื้อขายอย่างต่อเนื่องและสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยๆ ได้ แต่สำหรับสิทธิบัตรจัดเป็น real option ที่มี real underlying asset เป็นมูลค่ากระแสเงินสดที่คาดว่าการดำเนินการเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตรจะสามารถ generate ได้ซึ่งเป็น nontraded asset ที่ไม่มีการซื้อขายกันในตลาดและไม่สามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยๆ ได้

กรณีของ real options ที่จำนวน random source มากกว่าจำนวน tradable underlying asset เช่นในกรณีของสิทธิบัตรอย่างง่ายที่มี random source มาจากความไม่แน่นอนของมูลค่ากระแสเงินสดแหล่งเดียวแต่เนื่องจากมูลค่ากระแสเงินสดเป็น nontraded asset และไม่มีตลาดสำหรับ derivative ของมูลค่ากระแสเงินสด เป็นกรณี incomplete market ดังนั้นข้อสมมติตามกรอบของ BS จึงไม่สามารถอนุโลมได้เพราะจะทำให้มูลค่าที่ได้ผิดพลาดมาก การประยุกต์ใช้ BS approach ใน real options จึงจำเป็นต้องแก้ปัญหา nontraded asset ของ real options เป็นหลัก

Twin-Security Principle

วิธีการพื้นฐานที่ใช้แก้ปัญหา incomplete market ของ real options ดังได้กล่าวในตอนต้นคือต้องพยายามหา traded asset ที่ถูกขับเคลื่อนด้วย stochastic process เดียวกันกับที่ขับเคลื่อนมูลค่ากระแสเงินสด โดยวิธีนี้ตลาดจะมี traded asset เพิ่มขึ้นแต่จำนวน random source หรือ factor เท่าเดิม เรียกว่า twin-security principle หลักการคือถึงแม้ underlying asset เป็น nontraded asset แต่หากสามารถทราบได้ว่า price process (ที่ไม่สามารถ observe ได้ในตลาด) ในส่วนที่เป็น stochastic part (Brownian motion) ของ underlying asset นั้นเคลื่อนไหวในลักษณะ perfectly correlated กับ stochastic part ใน price process ของสินทรัพย์ตัวอื่นที่เป็น traded asset แล้ว (เรียกสินทรัพย์ตัวนั้นว่าเป็นสินทรัพย์ตัวแทน (surrogate asset) หรือสินทรัพย์แฝด (twin asset)) การประยุกต์ใช้ BS approach ก็สามารถทำได้โดยการสร้าง hedge portfolio จากสินทรัพย์แฝดนั้นแทนได้ซึ่งจะให้ payoff function แบบเดียวกับของ real underlying asset ตราบใดที่ราคาสินทรัพย์แฝดยังมี perfect correlation กับมูลค่าของ real underlying asset

Copeland (2000) ประยุกต์ใช้ twin-security principle โดยใช้ real underlying asset เสมือนเป็น traded financial asset เพื่อที่จะสามารถประยุกต์ใช้ BS approach ได้โดยตรง แต่ตามหลักการนี้จะพบว่าปัญหาในทางปฏิบัติคือการหาสินทรัพย์ตัวแทนที่มี perfect correlation กับมูลค่ากระแสเงินสดนั้นอาจเป็นไปไม่ได้ ในการหาสินทรัพย์ตัวแทนเนื่องจากมูลค่ากระแสเงินสดนั้นเป็นตัวกำหนดมูลค่าของสินทรัพย์โดยตรง ดังนั้นราคา

สินทรัพย์ตัวแทนที่น่าจะเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกันจึงน่าจะเป็นราคาหุ้นของกิจการที่ประกอบธุรกิจประเภทเดียวกันกับที่สิทธิบัตรนั้นจะถูกนำไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์ เช่น มูลค่ากระแสเงินสดที่คาดว่าจะมาจากสิทธิบัตรวิธีการผลิตเครื่องสำอางที่มีคุณสมบัติพิเศษ ก็น่าจะเคลื่อนไหวใกล้เคียงกับราคาหุ้นของบริษัทระดับเดียวกัน (วัดโดยลักษณะต่างๆ เช่น ขนาดกิจการใกล้เคียงกัน มีตลาดเป้าหมายเดียวกัน เป็นต้น) ที่ดำเนินธุรกิจเครื่องสำอางที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามสำหรับสิทธิบัตรที่เป็นการนำไปสู่การพัฒนาสินค้าชนิดใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีในตลาดมาก่อนย่อมเป็นการยากที่จะหาสินทรัพย์ตัวแทนที่เหมาะสมได้

ปัญหาประการสุดท้ายที่เป็นข้อจำกัดในทางทฤษฎีของหลักการนี้คือ วิธีการตามหลัก twin-security นี้จะสามารถทำให้สามารถประยุกต์ BS approach กับ real option ได้โดยตรงนั้นก็ต่อเมื่อสินทรัพย์ตัวแทนนั้นจะต้องมี perfect correlation วัดโดย correlation coefficient เป็น 1 เท่านั้น (strictly perfect) จึงจะสามารถใช้หลัก twin security นี้ได้ Hubalek and Schachermayer (2001) ได้แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ว่าสินทรัพย์ตัวแทนนั้นเคลื่อนไหวใกล้เคียงกับ real underlying asset มากๆ แต่ไม่เป็น perfect correlation มูลค่าของ real option ที่คำนวณได้ตาม BS approach นี้จะไม่ unique เนื่องจาก risk preference ของผู้ลงทุนในกรณีนี้จะมีผลต่อราคาของสิทธิบัตร ทำให้มูลค่าของสิทธิบัตรสามารถเป็นไปได้หลายค่าตาม risk preference (เป็นผลมาจากการ relax ข้อสมมติของ BS approach ที่ให้สินทรัพย์เป็น nontraded asset เป็นผลให้ต้องเพิ่มข้อสมมติเกี่ยวกับ risk preference ของผู้ลงทุนเพิ่มขึ้น) ดังนั้นการประยุกต์ใช้ twin-security principle ตามทฤษฎีโดยเคร่งครัดแล้วหาก twin security ที่ใช้ไม่เป็น perfect correlation กับ real underlying asset แล้วจำเป็นจะต้องเพิ่มข้อสมมติในเรื่องของ risk preference ด้วยในลักษณะเดียวกับที่ตั้งข้อสมมติในเรื่องของ stochastic process ซึ่งในทางปฏิบัติถึงไม่มีหลักทรัพย์ที่มี perfect correlation กับมูลค่ากระแสเงินสดของสิทธิบัตรแต่การเพิ่มข้อสมมติเกี่ยวกับ risk preference ไม่ถือเป็นเรื่องที่รุนแรงเนื่องจากลักษณะ risk preference มีโครงสร้างหรือคุณสมบัติหลักที่ชัดเจนอันเป็นพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์และการสมมติรูปแบบของ utility function (ที่เป็นตัวกำหนด risk preference) เป็นเรื่องปกติในการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น twin-security principle จึงยังคงเป็นแนวทางประยุกต์ใช้ BS approach ในการคำนวณ real option ที่เป็นไปได้มากที่สุดในปัจจุบัน

2.3 การประยุกต์ใช้ Decision Analysis Method ในปัญหา Real Options

การใช้ BS approach หรือ No arbitrage approach ตาม Twin-security principle สามารถประยุกต์ใช้ได้ดีในโครงการลงทุนบางลักษณะที่มี surrogate asset ที่ซื้อขายกันในตลาดจริงโดยเฉพาะ commodity market เช่น โครงการสำรวจน้ำมัน ที่สามารถใช้ราคาน้ำมันเป็น surrogate asset ที่พอจะสามารถอนุโลมให้มี perfectly correlation กับมูลค่ากระแสเงินสดของโครงการหรือราคาหุ้นของบริษัทน้ำมัน ทั้งนี้เนื่องจากมูลค่ากระแสเงินสดของโครงการลงทุนสำรวจน้ำมันสามารถ replicate ได้โดย self-financing portfolio ที่ประกอบด้วย money

market account และ future contracts ของ output commodity ทำให้สามารถหามูลค่า options ได้ แต่สำหรับสินค้าหลายอย่างไม่ได้มี commodity market สำหรับมันโดยเฉพาะ No arbitrage approach จึงใช้ได้จำกัด ถึงแม้จะมีการพยายามใช้ราคาหุ้นของบริษัทที่ทำธุรกิจเดียวกับสิทธิบัตรโดยสมมติว่าราคาหุ้นของบริษัทดังกล่าวจะมี perfect correlation กับมูลค่ากระแสเงินสดของสิทธิบัตรซึ่งอาจจะพออนุโลมได้บ้างถึงแม้ว่าไม่ถูกต้องเนื่องจากราคาหุ้นของบริษัทที่ทำธุรกิจเดียวกันก็ยังไม่มี perfect correlation กัน นอกจากนี้สำหรับสิทธิบัตรหลายอย่างเป็นสิทธิบัตรที่เป็นธุรกิจใหม่ที่ไม่มีในตลาดมาก่อน การใช้ราคาหุ้นของบริษัทที่ทำธุรกิจใกล้เคียงจึงยิ่งมีความผิดพลาดมากยิ่งขึ้น

Dixit and Pindyck (1994) และ Amnam and Kulatika (2000) ได้เสนอวิธีการที่จะใช้แก้ข้อจำกัดดังกล่าว โดยแนวคิดคือข้อจำกัดของการใช้ No arbitrage approach ดังกล่าวเป็นผลมาจากลักษณะของโครงการที่ความเสี่ยงของมูลค่ากระแสเงินสดที่ไม่สามารถ hedge ได้หมดเนื่องจากโดยทั่วไปความเสี่ยงของโครงการประกอบด้วยสองส่วนตาม CAPM คือ Market (Systematic) risk และ Firm-specific (Unsystematic) risk ซึ่งความเสี่ยงในส่วนแรกนั้นสามารถ hedge ได้เนื่องจากมี perfect correlation กับตลาด (หมายถึง capital market) แต่ความเสี่ยงในส่วนหลังเป็นความเสี่ยงของโครงการโดยเฉพาะที่ไม่เกี่ยวข้องกับตลาดทำให้ไม่สามารถ hedge ได้ ดังนั้นหากโครงการสิทธิบัตรใดที่มีความเสี่ยงเพียงส่วนของ market risk ก็สามารถใช้ No arbitrage approach ได้โดยตรง แต่หากเป็นความเสี่ยงในส่วนหลัง และ ต้องใช้วิธีการอื่น Dixit and Pindyck เสนอให้ใช้วิธี Dynamic Programming ส่วน Amnam and Kulatika เสนอให้ใช้วิธีการของ Decision Analysis แทน ประเด็นสำคัญอยู่ที่ลักษณะความเสี่ยงของโครงการนั้นประกอบด้วยความเสี่ยงประเภทใดบ้าง

Market (Systematic/Public) risk เป็นความเสี่ยงของโครงการที่เกี่ยวข้องกับตลาดหรือมี perfect correlation กับราคาตลาดของสินทรัพย์ที่มีการซื้อขายกันในตลาด หรืออีกนัยหนึ่งสามารถหา surrogate asset ได้นั่นเอง

Firm-specific (Unsystematic/Private) risk เป็นความเสี่ยงของโครงการที่ไม่เกี่ยวข้องกับตลาดหรืออีกนัยหนึ่งมีค่า β ตาม CAPM เป็นศูนย์นั่นเอง ในลักษณะนี้จะไม่สามารถหา surrogate asset ที่ซื้อขายอยู่ในตลาดได้

แนววิธีของทั้ง Dixit and Pindyck (1994) และ Amnam and Kulatika (2000) คือการแบ่งโครงการออกเป็นสองประเภทโดยเด็ดขาดตามความเสี่ยงโดยมองว่าความเสี่ยงของโครงการจะมีเพียงความเสี่ยงประเภทใดประเภทหนึ่งเท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหาสำหรับโครงการที่ประกอบด้วยความเสี่ยงทั้งสองประเภทในตัว Smith and Nau (1995) และ Smith and McCardle (1999) เสนอให้แยกคำนวณมูลค่าโครงการตามความเสี่ยงโดยในส่วนของโครงการที่เกี่ยวข้องกับ market risk ให้ใช้ No arbitrage approach ตามปกติแต่ในส่วนของโครงการที่เกี่ยวข้องกับ firm-specific risk ให้ใช้วิธี Decision Tree ในทำนองเดียวกัน Luenberger (1998) เลือกใช้วิธี Binomial Lattice ที่คุ้นเคยในทฤษฎีการคำนวณราคา financial option แบบ discrete time ซึ่งวิธีการ

Binomial Lattice จะอยู่บนข้อสมมติที่ว่ากระแสเงินสด follows Geometric Brownian Motion ซึ่งเป็น Stochastic Limit ของวิธี Binomial Lattice

อีกแนวทางหนึ่งของการประยุกต์ใช้ Decision Analysis Method เสนอโดย Copeland และ Antikorov (2001) เสนอ general approach ที่เรียกว่า Market Disclaimer Method (MAD) โดยวิธีนี้ตั้งข้อสมมติที่สำคัญคือ มูลค่าปัจจุบันของโครงการลงทุนโดยไม่มี option เป็น the best unbiased estimator ของมูลค่าตลาด (market value) ของโครงการ โดยข้อสมมตินี้มูลค่าโครงการโดยไม่มี option จึงเป็น underlying asset ที่จะใช้ replicating portfolio ทำให้ตลาดสำหรับมูลค่าโครงการที่มี option นั้น complete จากนั้น MAD จะตั้งข้อสมมติเพิ่มเติมให้มูลค่าโครงการโดยไม่มี option นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปตาม stochastic process ดังนั้นเมื่อตลาดสมบูรณ์ มี underlying asset ที่เคลื่อนไหวตาม stochastic process วิธีการ option pricing จึงสามารถใช้ได้ Copeland และ Tufano (2004) ใช้วิธี Binomial Lattice เพื่อสร้าง market portfolio ที่สะท้อนความเสี่ยงของโครงการ

ความสัมพันธ์ระหว่างวิธี Option Pricing และวิธี Decision Analysis ที่เป็นสองแนวทางหลักในการประเมินมูลค่า real options นั้นศึกษาโดย Nau และ McCardle (1999) และ Smith และ Nau (1995) ซึ่งได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำไปประยุกต์ใช้อย่างถูกต้องจะให้ผลลัพธ์เหมือนกัน ในงานศึกษานี้จะพิจารณาสิทธิบัตรเหมือนโครงการลงทุนลักษณะหนึ่งที่ผู้ซื้อสิทธิบัตร (Licensee) จะพิจารณาเพื่อนำไปลงทุนในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นมูลค่าของสิทธิบัตรจึงเท่ากับมูลค่าผลประโยชน์โดยตรงที่เจ้าของสิทธิบัตรจะได้รับจากการลงทุนในเชิงพาณิชย์จากสิทธิบัตรนั้นจากการที่มีอำนาจผูกขาดในตลาด (monopoly benefit) หักด้วยต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ บวกด้วยมูลค่าของ real option ของโครงการลงทุนนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ Twin-security principle หรือข้อมูลของ surrogate asset จะมาจากบริษัทตัวอย่างที่ดำเนินธุรกิจที่ใกล้เคียงกับสิทธิบัตรตัวอย่าง

บทที่ 3
แบบจำลองการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร

ในงานศึกษานี้จะพิจารณาสิทธิบัตรเสมือนโครงการลงทุนลักษณะหนึ่งที่ผู้ซื้อสิทธิบัตร (licensee) จะพิจารณาเพื่อนำไปลงทุนในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นสิทธิบัตรที่ศึกษาในกรณีนี้จะเป็นสิทธิบัตรที่ได้พัฒนาเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วและได้รับอนุมัติการจดทะเบียนคุ้มครองเรียบร้อยแล้ว (granted patent) สิทธิบัตรพร้อมที่จะนำออกขายหรือลงทุนในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นมูลค่าของสิทธิบัตรจึงเกิดจากผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำสิทธิบัตรมาลงทุนในเชิงพาณิชย์ซึ่งจะได้รับประโยชน์จากอำนาจผูกขาดในตลาดจากการคุ้มครองสิทธิบัตรตามกฎหมาย หักค่าใช้จ่ายและเงินลงทุนต่างๆ บวกมูลค่าของอ๊อปชั่นในการเลื่อนเวลาการลงทุนในเชิงพาณิชย์ออกไป (option to defer)

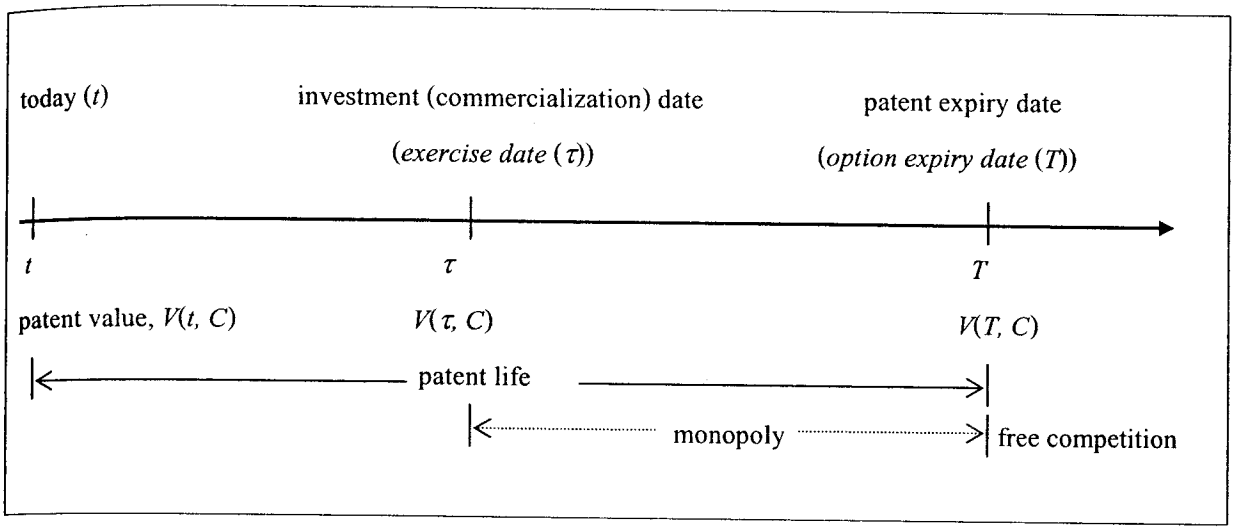
1. สิทธิบัตรเสมือน real option ของโครงการลงทุน

สิทธิบัตรสามารถมองได้เป็นเสมือน real option โดยตัวมันเอง โดยเหตุผลพื้นฐานราคาสิทธิบัตรที่ผู้ซื้อสิทธิบัตรจะยอมซื้อนั้นจะเป็นราคาที่ผู้ซื้อสิทธิบัตรเองประเมินมูลค่าของสิทธิบัตรโดยพิจารณาว่าสิทธิบัตรนั้นเมื่อนำไปดำเนินการเชิงพาณิชย์แล้วจะสามารถ generate กระแสเงินสดได้เท่าใด และมีความเสี่ยงเท่าใด มูลค่าของสิทธิบัตรจึงเป็นมูลค่าของโครงการลงทุนที่พิจารณาถึงความเสี่ยงและความยืดหยุ่นในการลงทุน (project flexibility) (ในกรณีนี้ option ในการเลื่อนเวลาการลงทุน) แล้วนั่นเอง โครงการลงทุนนี้จึงสามารถมองได้เป็น real option ประเภทหนึ่งจึงสามารถประเมินราคามูลค่าสิทธิบัตรนี้ด้วยวิธีการคำนวณราคา option

โดยการสร้างแบบจำลองการคำนวณราคา option และวิธีการคำนวณที่เหมาะสมก็จะสามารถประเมินมูลค่าของ option ได้ซึ่งก็คือมูลค่าของสิทธิบัตรนั่นเอง โดยแนวทางนี้ licensee ตัดสินใจซื้อสิทธิบัตรซึ่งเสมือน option ที่ให้สิทธิแก่ licensee ในการลงทุนในเชิงพาณิชย์ (investment) เมื่อใดก็ได้ (τ) ภายในช่วงอายุของสิทธิบัตรซึ่งจะได้รับการคุ้มครองในเชิงธุรกิจตามกฎหมายสิทธิบัตรภายในช่วงระยะเวลาของอายุสิทธิบัตรที่เหลือ ($T-t$) ยิ่งลงทุนเร็ว licensee ก็จะได้รับประโยชน์จากอำนาจผูกขาด (monopoly) ตามสิทธิบัตรเป็นระยะเวลานานจนถึงวันหมดอายุสิทธิบัตร ($T-\tau$) (เรียกว่า Time Value of Option) ซึ่งจะทำให้ licensee ไม่มี exclusive right ในสิทธิบัตรนั้นอีกต่อไป

มูลค่าสิทธิบัตร (V) คือราคา option หรือมูลค่าที่เป็นตัวเงินของ exclusive right ในการลงทุนในเชิงพาณิชย์นั่นเอง licensee ในฐานะผู้ซื้อ call option สามารถเลือก exercise เมื่อใดก็ได้นั่นคือเป็นลักษณะ American option โดยมูลค่าเงินลงทุนสำหรับการดำเนินการในเชิงพาณิชย์ (K) ก็คือราคา exercise ของ option (exercise/strike price) และอายุของ option หรือ time to maturity ก็คืออายุของสิทธิบัตร ดังนั้นมูลค่าสิทธิบัตร

จะขึ้นอยู่กับความไม่แน่นอนของมูลค่ากระแสเงินสด (C) ที่สิทธิบัตรจะสามารถ generate ได้เป็นหลัก และเวลาที่ licensee ตัดสินใจเลือกลงทุนในเชิงพาณิชย์ (exercise option) อธิบายได้ตามภาพข้างล่าง



การศึกษาการประเมินราคาสิทธิบัตรในงานศึกษานี้เป็นแบบจำลองแบบต่อเนื่อง (continuous-time model) โดย model setup อยู่ภายใต้กรอบข้อสมมติที่สำคัญได้แก่

1. State variable/factor หรือ source of uncertainty ของมูลค่าสิทธิบัตรมาจากมูลค่ากระแสเงินสดที่คาดการณ์ (C) ซึ่งมี price process เป็นแบบ Geometric Brownian Motions

$$dC = \mu C dC + \sigma C dB \qquad [1]$$

โดย μ คือค่า mean ของมูลค่ากระแสเงินสดของสิทธิบัตรที่คาดว่าจะได้รับจากการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการเชิงพาณิชย์

σ คือค่า standard deviation หรือ volatility ของมูลค่ากระแสเงินสด

dB คือ Brownian motion ที่มีความสัมพันธ์กับ market portfolio

C เป็นกระแสเงินสดที่เจ้าของสิทธิบัตรจะได้รับจากการลงทุนในเชิงพาณิชย์ซึ่งมีความไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาตามข้อมูล (information) ที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดเวลา

2. Exercise price ของสิทธิบัตรคือมูลค่าการลงทุนในการดำเนินการเชิงพาณิชย์มีมูลค่าเท่ากับ K บาท ภายในช่วงเวลา $[t, T]$

3. Terminal value (V_T) หรือมูลค่าของสิทธิบัตร ณ วันสิ้นสุดอายุของสิทธิบัตรมีค่า M เท่าของมูลค่ากระแสเงินสด ณ วันสิ้นสุดอายุของสิทธิบัตร (C_T) (M คือ multiplier) นั่นคือ

$$V_T = V(T, C) = M.C_T \qquad [2]$$

ภายหลังวันสิ้นอายุของสิทธิบัตร สิทธิบัตรยังคงมีค่าอยู่บ้าง ($M > 0$) ถ้าโครงสร้างตลาดของอุตสาหกรรมนี้ยังคงมีลักษณะของการผูกขาด (monopoly) อยู่บ้าง เช่น อาจเป็นการผูกขาดตามธรรมชาติของอุตสาหกรรม (natural monopoly) ที่ต้องใช้เงินลงทุนแรกเริ่มสูง เป็นต้น ในกรณีที่เป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์ มูลค่าสิทธิบัตรจะเหลือศูนย์ ($M = 0$) นั่นคือเมื่อหมดอายุสิทธิบัตรตามกฎหมายคู่แข่งสามารถเข้าสู่ตลาดได้เสรี ทำให้สิทธิบัตรไม่เหลือมูลค่าอีกต่อไป ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงสินค้าที่วางตลาดมา 20 ปี น่าจะสามารถมียอดขายต่อเนื่องต่อไปได้ตามส่วนแบ่งตลาดที่เหลือ (ไม่ถึง 100%) แต่ยอดขายนั้นไม่ได้เป็นผลมาจากสิทธิบัตรอีกต่อไปแต่เป็นผลมาจากปัจจัยอื่น เช่น Brand Equity เป็นต้น ต่างจากในช่วงที่สินค้าได้รับการคุ้มครองตามสิทธิบัตร ยอดขายที่ได้มาจากอำนาจผูกขาดนั่นคือบริษัทมีส่วนแบ่งตลาด 100% โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยด้านการตลาดอื่นๆ ดังนั้นในกรณีสินค้าทั่วๆ ไปที่ไม่มีอำนาจผูกขาดตามธรรมชาติ ค่า $M = 0$

4. Risk premium (λ) เป็นไปตาม Merton's Intertemporal CAPM (1973) (ตีพิมพ์ใหม่ใน Merton (1995)) ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อสมมติตามกรอบของ CAPM (Capital Asset Pricing Model)

$$\lambda = \beta(r_m - r) \qquad [3]$$

โดย β คือค่า beta หรือสัมประสิทธิความเสี่ยงแบบ systematic risk ของโครงการ

$(r_m - r)$ คือ risk premium ของ market portfolio โดย r คือ risk-free rate และ r_m คืออัตราผลตอบแทนของตลาด

Static Value ของสิทธิบัตร

สมมติว่าสิทธิบัตรมีการลงทุนในเชิงพาณิชย์ทันทีที่ได้รับจดทะเบียนคุ้มครองโดยไม่มี option ที่จะเลื่อนการลงทุนออกไป การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในลักษณะนี้จะเป็น static value ของสิทธิบัตรที่ไม่มี flexibility

โดยการประยุกต์ใช้หลัก Risk-neutral valuation แทนการสร้าง hedge portfolio โดยตรง จาก [1] จะได้ risk-adjusted process หรือ price process ของกระแสเงินสดภายใต้ Risk-adjusted หรือ Martingale measure คือ

$$dC = (\mu - \lambda)CdC + \sigma CdB = \alpha CdC + \sigma CdB \qquad [4]$$

โดย $\alpha = \mu - \lambda$ และจากมูลค่าสิทธิบัตรเป็น function ของ C โดย Itô lemma จะได้

$$dV = \left[V_t + \alpha CV_C + \tfrac{1}{2}\sigma^2 C^2 V_{CC}\right]dt + \sigma CV_C dB \qquad [5]$$

เนื่องจากการดำเนินการเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตรโดยตัวมันเองเป็น contingent claim ที่ generate กระแสเงินสดด้วย ดังนั้นอัตราผลตอบแทนของสิทธิบัตรจะมาจาก capital appreciation (dV) และ cash return เท่ากับ Cdt หรือเขียนได้เป็น

$$\frac{dV}{V} = \frac{1}{V}\left[C + V_t + \alpha CV_C + \tfrac{1}{2}\sigma^2 C^2 V_{CC}\right]dt + \frac{\sigma CV_C}{V}dB$$

ภายใต้ No-arbitrage opportunity มูลค่าสิทธิบัตรภายใต้ Martingale measure จะให้อัตราผลตอบแทนรวมเท่ากับ risk-free rate

$$\frac{dV}{V} = rdt$$

เพราะฉะนั้นจะได้ fundamental pricing equation คือ

$$V_t + \alpha CV_C + \tfrac{1}{2}\sigma^2 C^2 V_{CC} - rV + C = 0 \qquad [6]$$

โดยมี boundary condition

$$V_T = MC_T \qquad [7]$$

แก้สมการ [6] และ [7] โดยการใช้ guess solution คือ

$$V(C, t) = A(C) - B(C).e^{-D(t)} \qquad [8]$$

Evaluate [8] ที่ boundary condition [7] จะได้

$$A(C) - B(C) = MC \qquad [9]$$

จาก [8] คำนวณค่า partial derivatives V_C V_{CC} และ V_t ได้ดังนี้

$$V_C = A_C - e^{-D} B_C \qquad V_{CC} = A_{CC} - e^{-D} B_{CC} \qquad V_t = e^{-D} B D_t \qquad [10]$$

แทนค่า derivatives ตาม [10] ในสมการ [6] ภายหลังการจัดรูปสมการใหม่จะได้

$$\tfrac{1}{2}\sigma^2 C^2 A_{CC} + \alpha C A_C - rA + C = 0 \qquad [11]$$

$$\tfrac{1}{2}\sigma^2 C^2 B_{CC} + \alpha C B_C - B D_t - rB = 0 \qquad [12]$$

แก้สมการ [11] เพื่อหาค่า $A(C)$ โดยใช้ guess solution $A(C) = kC$ โดย k คือค่าคงที่ จากนั้นหาค่า $B(C)$ โดยนำค่า $A(C)$ ที่ได้ไปแทนค่าในสมการ [9] สุดท้ายนำค่า $B(C)$ ที่ได้ไปแทนค่าในสมการ [12] จะได้ค่า $D(t)$ นำค่า $A(C)$, $B(C)$ และ $D(t)$ ที่ได้แทนค่ากลับไปใน guess solution สมการ [8] จะได้ complete solution คือ

$$V(C,t) = \frac{C}{r-\alpha} \cdot \left[1 - \exp\left(-(r-\alpha)(T-t)\right)\right] + MC \cdot \exp\left(-(r-\alpha)(T-t)\right) \qquad [13]$$

ผลลัพธ์ตามสมการ [13] แสดงให้เห็นว่ามูลค่าสิทธิบัตรในวันนี้จะมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดในอนาคต ตั้งแต่วันนี้จนถึงวันหมดอายุของสิทธิบัตร บวก มูลค่าปัจจุบันของสิทธิบัตร ณ วันหมดอายุสิทธิบัตร ซึ่งมูลค่าปัจจุบันนั้นคิดด้วย discount rate เท่ากับ risk-free rate บวก risk premium ตาม CAPM นั่นเอง

$$r_f - \alpha = r_f - (\mu - \lambda) = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

ตามข้อสมมติให้ risk premium เป็นไปตาม CAPM จึงทำให้ผลลัพธ์ตามสมการ [13] เทียบเท่ากับมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) ที่คำนวณได้ตามวิธี Income method นั่นเอง ดังนั้นการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในมุมมองของ Option Pricing Theory จึงสามารถแยกมองออกได้เป็นสองส่วนคือส่วน Static Value

ซึ่งเทียบเท่ากับมูลค่า NPV ของสิทธิบัตร และมูลค่า option premium ที่ให้ flexibility ในการลงทุนในเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตร

2. สิทธิบัตรเสมือนโครงการลงทุนที่มี embedded option

มูลค่าสิทธิบัตร (V) จะมาจากมูลค่าในการนำมาลงทุนในเชิงพาณิชย์จึงสามารถเปรียบได้กับการลงทุนในสินทรัพย์ เช่น หุ้นของบริษัท ซึ่งมีค่าเท่ากับมูลค่า NPV ของกระแสเงินสดของบริษัทที่มีอำนาจผูกขาดในตลาดเนื่องจากการคุ้มครองทางกฎหมายของสิทธิบัตร โดยมี call option ในการเลื่อนเวลาการลงทุนในเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตรออกไปได้เรื่อยๆ จนกว่าจะหมดอายุทางกฎหมายของสิทธิบัตรซึ่งจะทำให้บริษัทไม่มีอำนาจผูกขาดในตลาดอีกต่อไป ซึ่งมูลค่า option นี้เรียกว่า Option premium มูลค่าสิทธิบัตรเขียนได้ง่ายๆ คือ

$$V = \text{NPV} + \text{Option premium} \qquad [14]$$

ในส่วน NPV คือมูลค่าของการลงทุนในเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตรที่ลงทุนทันทีโดยไม่มี flexibility หรือ option ในการเลื่อนเวลาการลงทุนออกไป มูลค่าสิทธิบัตร (V) ในส่วนนี้เรียกว่า Static NPV ซึ่งเทียบเท่ากับมูลค่าที่คำนวณได้ในสมการ [13] เมื่อรวมกับ option premium ที่สะท้อนถึง project flexibility มูลค่าสิทธิบัตร (V) จึงเรียกอีกอย่างว่า Flexible NPV

ในการศึกษานี้เลือกตัวอย่างสิทธิบัตรการผลิต Gluten-free pasta จากแป้งข้าวเจ้าเพื่อประเมินมูลค่าของสิทธิบัตร จะเห็นได้ว่ามูลค่าของสิทธิบัตรประกอบด้วยสองส่วน ในส่วนแรกคือต้องประมาณค่า NPV ของสิทธิบัตรนี้ซึ่งจะเป็นไปตามวิธีการทางการเงินที่ใช้ในการประเมินมูลค่ากิจการ/โครงการ และส่วนที่สองที่จะเป็นมูลค่าของ real option ในการต่ออายุสิทธิบัตร ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการคำนวณมูลค่าสิทธิบัตรทั้งสองส่วนจำเป็นต้องประมาณขึ้นจากบริษัทที่ธุรกิจมีความคล้ายคลึงกับหรือเกี่ยวข้องโดยตรงกับสิทธิบัตร ทั้งในส่วนของข้อมูลด้านการเงินและข้อมูลตลาดของราคาหลักทรัพย์ของบริษัทที่จะใช้เป็น surrogate asset ตาม Twin-security principle บริษัทที่ใช้คือบริษัท President Rice Products (PR) ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้าเป็นหลัก

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของสิทธิบัตร

การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในส่วนนี้เป็นไปตามวิธีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรตาม Income Method ซึ่งใช้พื้นฐานการวิเคราะห์ทางการเงินตามวิธีการทาง corporate finance ประกอบด้วยการประมาณ

- net cash flows (NCF) รายปีในอนาคตจำนวน 6 ปีที่คาดว่าสิทธิบัตรจะสามารถ generate ได้จากลงทุนในเชิงพาณิชย์ ตามสมการ [13] การคาดการณ์ NCF จะประมาณตลอดอายุของสิทธิบัตรคือ 20 ปี อย่างไรก็ดี การคาดการณ์ NCF ในระยะยาวขนาดนี้ทำได้ค่อนข้างยากและคลาดเคลื่อนมาก ในทางปฏิบัติในทางการเงินจะพยากรณ์ไม่เกิน 5-6 ปีและประมาณเป็นค่า ongoing value แทน
- ongoing value หรือ terminal value คือ NCF นับจากปีที่ 6 เป็นต้นไป
- capital investment หรือเงินลงทุนแรกเริ่มและในระหว่างงวดของการนำสิทธิบัตรมาดำเนินการเชิงพาณิชย์
- discount rate หรือ cost of funds ซึ่งแสดงถึงค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้ลงทุนในโครงการ (พาสต้าที่ทำจากข้าวเจ้า) ที่มีความเสี่ยง

การประมาณ cost of funds

Cost of fund (k) คำนวณตาม CAPM โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นของบริษัท i และดัชนีตลาดหลักทรัพย์ (m) g เพื่อคำนวณอัตราผลตอบแทนของบริษัท (r_i) และอัตราผลตอบแทนของตลาด (r_m) เพื่อคำนวณค่า β ของบริษัท จะได้

$$k = r_f + \beta(r_m - r_f) \qquad [15]$$

โดย

β คือ coefficient of systematic risk ของบริษัท โดย

$$\beta = \frac{Cov(r_i, r_m)}{Var(r_m)} \qquad [16]$$

r_i คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายปีของหุ้นบริษัทฯ

r_m คือ อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยรายปีของตลาดในกรณีนี้คือดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

r_f คือ risk-free rate

มูลค่าอ๊อปชั่นของการเลื่อนเวลาการลงทุน (Option to Defer)

ในส่วนนี้เป็นการประเมินมูลค่า real option ของการเลื่อนเวลาการลงทุนเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตรหรือ Option to defer ซึ่งเจ้าของสิทธิบัตรไม่ว่าจะเป็นผู้คิดค้นสิทธิบัตรเองหรือผู้ที่ซื้อสิทธิบัตรมาสามารถที่จะเลื่อนเวลาการลงทุนในเชิงพาณิชย์ออกไปได้โดยไม่ทำให้เสียโอกาส เนื่องจากในโลกแห่งความไม่แน่นอน

โอกาสในการลงทุนสามารถมีมูลค่าสูงกว่าการลงทุนทันทีเนื่องจาก option to defer เพิ่ม flexibility ของโครงการลงทุนในการเลื่อนการลงทุนออกไปจนกว่าสถานการณ์จะเหมาะสมมากที่สุด มูลค่าของสิทธิบัตรตามที่คำนวณได้ตาม NPV ก่อนหน้าเป็นมูลค่าของสิทธิบัตรที่ลงทุนทันที

โอกาสในการลงทุนจึงเปรียบเทียบได้กับ call option สำหรับมูลค่าของสิทธิบัตร (V) ด้วยมูลค่าการลงทุนในเชิงพาณิชย์ (K) เสมือน exercise price ในขณะเดียวกันการเลื่อนการลงทุนออกไป (ถือ option ต่อไป) จะมีต้นทุนเป็นค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตร (renewal fee) ซึ่งเปรียบเทียบได้กับการจ่าย dividend ของหุ้นที่ผู้ถือ option จะไม่ได้รับ ในกรณีนี้ underlying asset ไม่ได้จ่าย dividend แต่ผู้ถือ option กลับต้องจ่ายค่าธรรมเนียมฯ แทนซึ่งเทียบได้กับ return shortfall ที่ผู้ถือ option ไม่ได้รับ

จาก price process ของกระแสเงินสด (C) [1] สามารถ derive ไปสู่ price process ของมูลค่าสิทธิบัตร (V) สำหรับ call option ที่แสดงมูลค่าของโอกาสในการลงทุน (P) สามารถ derive ได้จาก state variable ซึ่งในกรณีนี้คือ V เราได้

$$\frac{dV}{V} = \mu_V dt + \sigma_V dB \qquad [17]$$

โดย

$$\mu_V = \frac{1}{V}\left[V_t + \mu C V_C + \tfrac{1}{2}\sigma^2 C^2 V_{CC}\right]$$

$$\sigma_V = \frac{\sigma C V_C}{V}$$

สมการ [17] เป็น dynamic ของ V ภายใต้ Real world measure ดังนั้น risk-adjusted process หรือ V-dynamic ภายใต้ risk-neutral measure คือ

$$\frac{dV}{V} = (\mu_V - \lambda)dt + \sigma_V dB$$

และเมื่อ adjust ด้วยอัตราค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตร (δ) หรือต้นทุนในการถือ call option ซึ่งเทียบเท่าการจ่ายเงินปันผลของ underlying asset จะได้

$$\frac{dV}{V} = (\mu_V - \lambda - \delta)dt + \sigma_V dB \qquad [18]$$

สำหรับ call option ของมูลค่าสิทธิบัตร (V) ด้วยเงินลงทุนในเชิงพาณิชย์ (K) เป็นราคา exercise, $P(V, t)$ โดย Itô lemma จะได้

$$\frac{dP}{P} = \frac{1}{P}\left[\tfrac{1}{2}\sigma_V^2 V^2 P_{VV} + \alpha_V V P_V + P_t\right]dt + \frac{\sigma_V V P_V}{P} dB \qquad [19]$$

โดย no-arbitrage argument ผลตอบแทนของ P จะเท่ากับ risk-free rate เทอมในวงเล็บของ [19] จะเท่ากับ rP จะได้ BS PDE

$$\frac{1}{2}\sigma_V^2 V^2 P_{VV} + \alpha_V V P_V + P_t - rP = 0 \qquad [20]$$

ตาม definition ของ risk premium (λ) คือส่วนต่างระหว่างระหว่างอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์กับ risk-free rate ดังนั้นสำหรับมูลค่าสิทธิบัตรนั่นคือ

$$\mu_V - r = \lambda \quad \text{หรือ} \quad \mu_V - \lambda = r$$

แทนค่าใน [20] ได้

$$\frac{1}{2}\sigma_V^2 V^2 P_{VV} + (r-\delta)V P_V + P_t - rP = 0 \qquad [21]$$

โดยมี boundary condition

$$P(V, T) = [V_T - K, 0]^+$$

Adjusted BS solution สำหรับ European call option ตาม Pricing equation [21] ตาม Merton (1973) จะได้

$$P(V,t) = Ve^{-\delta(T-t)}N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \qquad [22]$$

โดย

$$d_1 = \frac{\ln(V/K) + \left(r - \delta + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(\mathrm{T}-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

และ

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

โดย

K คือ เงินลงทุนเริ่มแรกในการดำเนินการเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตร

C คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าสิทธิบัตรสามารถ generate ได้ในอนาคต

T- t คือ อายุของสิทธิบัตรที่เหลือที่สามารถเลื่อนการลงทุนในเชิงพาณิชย์ออกไปได้

σ คือ volatility ของ C

r คือ risk-free rate

δ คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการถือ option to defer ไว้ (เลื่อนการลงทุนออกไป)

Solution [22] เป็นเพียง lower-bound approximation ของ American call option ที่ผู้ถือ option สามารถเลือกที่จะ exercise เวลาใดก็ได้จนกว่า option จะ expire ซึ่ง Merton (1973) ได้แสดงให้เห็นว่าถ้า underlying asset ไม่มีการจ่ายเงินปันผล (หรืออัตราเงินปันผล (dividend yield) มีค่าสูงกว่า risk-free rate) European call option จะมีค่าเท่ากับ American call option เนื่องจาก early exercise จะไม่ optimal โดย pricing equation สามารถเขียนได้ใหม่คือ

$$\frac{1}{2}\sigma_V^2 V^2 P_{VV} + (r-\delta)VP_V + P_t - rP \le 0 \qquad [23]$$

โดยอสมการนี้จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อ

$$P(V, T) \ge [V_T - K, 0]^+$$

เนื่องจาก ถ้า early exercise นั้น optimal แสดงว่าการถือ option จะให้ผลตอบแทนน้อยกว่าการ exercise ทันทีแล้วนำเงินไปฝากธนาคารซึ่งจะให้ผลตอบแทนเป็น risk-free rate

โดยทั่วไป American options ไม่มี closed-form solution ดังนั้นการคำนวณมูลค่า American call option เมื่อมีการจ่ายปันผลจะต้องใช้วิธี Analytic Approximation หรือวิธี Computational Methods เช่น Monte Carlo Simulation, Finite Difference หรือ Lattice เป็นต้น หากเป็น American call option ที่มีการจ่ายเงินปันผลในอัตราที่คงที่แน่นอนเป็นอัตราเงินปันผลที่ต่ำกว่า risk-free rate จะสามารถหา Analytic Approximation ได้ตาม

Barone-Adesi and Whaley (1987) แต่สำหรับ American call option ที่มีการจ่ายเงินปันผลเป็นจำนวนเงินแบบ Discrete ไม่คงที่ ยังไม่มี Analytic Approximation จำเป็นต้องใช้ Computational methods ประมาณค่า ในงานศึกษานี้จะใช้ Lattice approach ที่เสนอครั้งแรกโดย Cox, Ross, and Rubinstein (1979) ที่จะให้คำตอบที่ Stochastic Limit เดียวกับ Geometric Brownian Motion ที่ใช้ใน BS approach

มูลค่าโอกาสการลงทุนตามสิทธิบัตร (P) ตาม [22] คือมูลค่าของ project flexibility หรือ option premium ที่เพิ่มเติมขึ้นจากมูลค่าสิทธิบัตรที่คำนวณโดย static NPV นั่นเอง

บทที่ 4

ตัวอย่างการประเมินมูลค่าสิทธิบัตร Gluten-free Pasta

จากแบบจำลองการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในบทก่อนหน้า ในบทนี้จะเป็นการนำแบบจำลองมาทดลองประเมินมูลค่าสิทธิบัตรตัวอย่าง ในการศึกษานี้เลือกตัวอย่างสิทธิบัตรการผลิต Gluten-free pasta ที่ผลิตจากจากแป้งข้าวเจ้า หรือคือเป็น rice pasta ชนิดหนึ่งที่หมายถึงเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าที่เรียกว่าเส้นขาว เช่น เส้นหมี่ (rice vermicelli) เส้นเล็ก (rice linguine) หรือเส้นใหญ่ (rice fettuccine) เป็นต้น ซึ่งเป็น gluten-free เช่นกัน แต่จะผลิตเส้นในแบบของ Italian pasta แทนที่จะเป็นในแบบของ Oriental pasta (หรือ Noodle) หรือที่เรียกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนั้นคำว่าเส้นพาสต้าที่ใช้ในการศึกษาโดยทั่วไปจะหมายถึงผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวทุกประเภทโดยไม่แยกว่าจะเป็นแบบ Italian หรือแบบ Oriental เส้นพาสต้าปกติจะทำจากแป้งสาลีซึ่งมีส่วนประกอบ Gluten การคิดค้นวิธีการผลิต Gluten-free pasta ที่ทำจากแป้งข้าวเจ้านี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคส่วนหนึ่งที่เป็นโรคภูมิแพ้แป้งสาลี (Intolerance to the Gluten) ที่เรียกว่า Celiac disease ที่ไม่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์แป้งสาลีที่มี Gluten ได้ ซึ่งสัดส่วนของประชากรที่เป็นโรคนี้มีประมาณ 1%[7]

เพื่อประเมินมูลค่าของสิทธิบัตร จะเห็นได้ว่ามูลค่าของสิทธิบัตรที่ศึกษาในบทที่ 3 ประกอบด้วยสองส่วน ในส่วนแรกคือต้องประมาณค่า NPV ของสิทธิบัตรนี้ซึ่งจะเป็นไปตามวิธีการทางการเงินที่ใช้ในการประเมินมูลค่ากิจการ/โครงการ และส่วนที่สองที่จะเป็นมูลค่าของ real option ในการต่ออายุสิทธิบัตร ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการคำนวณมูลค่าสิทธิบัตรทั้งสองส่วนจำเป็นต้องประมาณขึ้นจากบริษัทที่ธุรกิจมีความคล้ายคลึงกับหรือเกี่ยวข้องโดยตรงกับสิทธิบัตร ทั้งในส่วนของข้อมูลด้านการเงินและข้อมูลตลาดของราคาหลักทรัพย์ของบริษัทที่จะใช้เป็น surrogate asset ตาม Twin-security principle บริษัทที่ใช้คือบริษัท President Rice Products (PR) (มหาชน) ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้าหรือเส้นขาวเป็นหลัก

สิทธิบัตรในลักษณะของโครงการลงทุนที่มี embedded real options

แนววิธีนี้พิจารณาสิทธิบัตรเสมือนเป็นโครงการลงทุนที่มี embedded real options คือ option to defer การประเมินมูลค่าของสิทธิบัตรจึงประกอบด้วยการคำนวณมูลค่าของ real options มารวมเข้ากับมูลค่าของโครงการลงทุน ซึ่งนั่นก็คือการปรับปรุง income method ให้สะท้อนมูลค่าของ real option เพิ่มขึ้นนั่นเอง ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานตามวิธีการนี้มูลค่าสิทธิบัตรประกอบด้วยสองส่วนคือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของ

---

[7] จากข้อมูลการศึกษาของ The National Institute of Health ประเทศสหรัฐฯ ที่ประมาณการว่ามีประชากรโลกที่แพ้ Gluten 1 คนในทุกๆ 105 คน (www.healthandage.com)

ระแสเงินสดในอนาคต และมูลค่า real options ที่ embed มากับสิทธิบัตรซึ่งสะท้อนถึง flexibility ของโครงการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์

$$V_t = \sum_{i=1}^{N} \frac{NCF_i}{(1+k)^i} + \text{real options value} \qquad [24]$$

โดย

NCF_i = กระแสเงินสดสุทธิ ณ เวลา i

k = ต้นทุนเงินทุน

N = Patent economic life หรือ วงจรชีวิตสินค้า (Product Life Cycle)

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของสิทธิบัตร

การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในส่วนนี้เป็นไปตามการวิเคราะห์ทางการเงินตามวิธีการทาง Corporate Finance และ Marketing ประกอบด้วยการประมาณ

- cash flows รายปีในอนาคต 6 ปี
- ongoing value หรือ terminal value คือ FCF นับจากปีที่ 6 เป็นต้นไป
- capital investment หรือเงินลงทุนแรกเริ่มและในระหว่างงวดของการนำสิทธิบัตรมาดำเนินการเชิงพาณิชย์
- discount rate หรือ cost of funds (k) ซึ่งแสดงถึงค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้ลงทุนในโครงการ (พาสต้าที่ทำจากข้าวเจ้า) ที่มีความเสี่ยง

การประมาณค่า Cash Flows

เนื่องจากสิทธิบัตรตัวอย่างได้จดทะเบียนในประเทศไทย ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีข้อตกลงร่วมกับบางประเทศในการคุ้มครองสิทธิบัตรระหว่างกัน นอกจากนี้เนื่องจากสิทธิบัตรนี้จัดเป็นสิทธิบัตรใบแรกของประเทศไทยในการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าแต่ไม่ได้เป็นสิทธิบัตรใบแรกของโลกที่เป็นวิธีการทำพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าดังนั้นการประมาณการยอดขายในงานศึกษานี้จะประมาณจากขนาดและอัตราการขยายตัวของตลาดภายในประเทศเท่านั้น เนื่องจากในตลาดต่างประเทศนั้นมีการจดสิทธิบัตร Gluten-free pasta และผลิต Gluten-free pasta ออกจำหน่ายอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานานพอสมควรแล้วทำให้สิทธิบัตรของไทยใบนี้ไม่มีความได้เปรียบใดๆ ในตลาดต่างประเทศ สำหรับในส่วนของต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ทุนหมุนเวียนสุทธิ และเงินลงทุนสุทธิ สามารถประมาณได้โดยใช้ข้อมูลงบการเงินของบริษัท President Rice Products (PR) ที่ยื่นต่อตลาดหลักทรัพย์ฯ เนื่องจากเป็นลักษณะการดำเนินธุรกิจที่ใกล้เคียงกัน

ระแสเงินสดในอนาคต และมูลค่า real options ที่ embed มากับสิทธิบัตรซึ่งสะท้อนถึง flexibility ของโครงการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์

$$V_t = \sum_{i=1}^{N} \frac{NCF_i}{(1+k)^i} + \text{real options value} \qquad [24]$$

โดย

NCF_i = กระแสเงินสดสุทธิ ณ เวลา i

k = ต้นทุนเงินทุน

N = Patent economic life หรือ วงจรชีวิตสินค้า (Product Life Cycle)

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิของสิทธิบัตร

การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในส่วนนี้เป็นไปตามการวิเคราะห์ทางการเงินตามวิธีการทาง Corporate Finance และ Marketing ประกอบด้วยการประมาณ

- cash flows รายปีในอนาคต 6 ปี
- ongoing value หรือ terminal value คือ FCF นับจากปีที่ 6 เป็นต้นไป
- capital investment หรือเงินลงทุนแรกเริ่มและในระหว่างงวดของการนำสิทธิบัตรมาดำเนินการเชิงพาณิชย์
- discount rate หรือ cost of funds (k) ซึ่งแสดงถึงค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ใช้ลงทุนในโครงการ (พาสต้าที่ทำจากข้าวเจ้า) ที่มีความเสี่ยง

การประมาณค่า Cash Flows

เนื่องจากสิทธิบัตรตัวอย่างได้จดทะเบียนในประเทศไทย ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีข้อตกลงร่วมกับบางประเทศในการคุ้มครองสิทธิบัตรระหว่างกัน นอกจากนี้เนื่องจากสิทธิบัตรนี้จัดเป็นสิทธิบัตรใบแรกของประเทศไทยในการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าแต่ไม่ได้เป็นสิทธิบัตรใบแรกของโลกที่เป็นวิธีการทำพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าดังนั้นการประมาณการยอดขายในงานศึกษานี้จะประมาณจากขนาดและอัตราการขยายตัวของตลาดภายในประเทศเท่านั้น เนื่องจากในตลาดต่างประเทศนั้นมีการจดสิทธิบัตร Gluten-free pasta และผลิต Gluten-free pasta ออกจำหน่ายอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานานพอสมควรแล้วทำให้สิทธิบัตรของไทยใบนี้ไม่มีความได้เปรียบใดๆ ในตลาดต่างประเทศ สำหรับในส่วนของต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ทุนหมุนเวียนสุทธิ และเงินลงทุนสุทธิ สามารถประมาณได้โดยใช้ข้อมูลงบการเงินของบริษัท President Rice Products (PR) ที่ยื่นต่อตลาดหลักทรัพย์ฯ เนื่องจากเป็นลักษณะการดำเนินธุรกิจที่ใกล้เคียงกัน

ซึ่งโดยธรรมชาติของธุรกิจจะมีโครงสร้างต้นทุนและค่าใช้จ่ายใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังเป็นบริษัทที่มีศักยภาพในการซื้อสิทธิบัตรนี้ไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์มากที่สุดเนื่องจากเป็นผู้นำในธุรกิจเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้า การประมาณการกระแสเงินสดสุทธิของสิทธิบัตรเมื่อนำไปลงทุนในเชิงพาณิชย์ประกอบด้วยการประมาณการยอดขาย ต้นทุน และค่าใช้จ่าย

ประมาณการยอดขาย

ถึงแม้ว่าสิทธิบัตรจะเป็นการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ แต่ส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาต่อยอดจากของเดิม มีสิทธิบัตรจำนวนน้อยมากที่พัฒนาสินค้าใหม่จริงๆ ที่ไม่เคยมีในตลาดมาก่อน การประมาณการยอดขายของสินค้าที่ไม่เคยมีมาก่อนในตลาดไม่สามารถทำได้โดยง่ายเนื่องจากข้อจำกัดด้านข้อมูล วิธีการที่ใช้ในทางการตลาด (Marketing) จะทำได้ในสองแนวทางคือ

1. แบบจำลองเชิงปริมาณ (quantitative model) เช่น Bass' product diffusion model (1969) ที่ต้องอาศัยข้อมูลในอดีตของ Analogous product ที่เคยพัฒนามาก่อนหน้าเป็นตัวประมาณการ แบบจำลองดั้งเดิมมีรูปแบบ

$$n(t) = pN + (q - p)N(t) - \frac{q}{N}[N(t)]^2$$

โดย $n(t)$ คือยอดขายของ analogous product ณ เวลา t

p คือโอกาสที่ผู้บริโภคจะทดลองสินค้าครั้งแรก (initial trial probability)

q คือ diffusion rate parameter

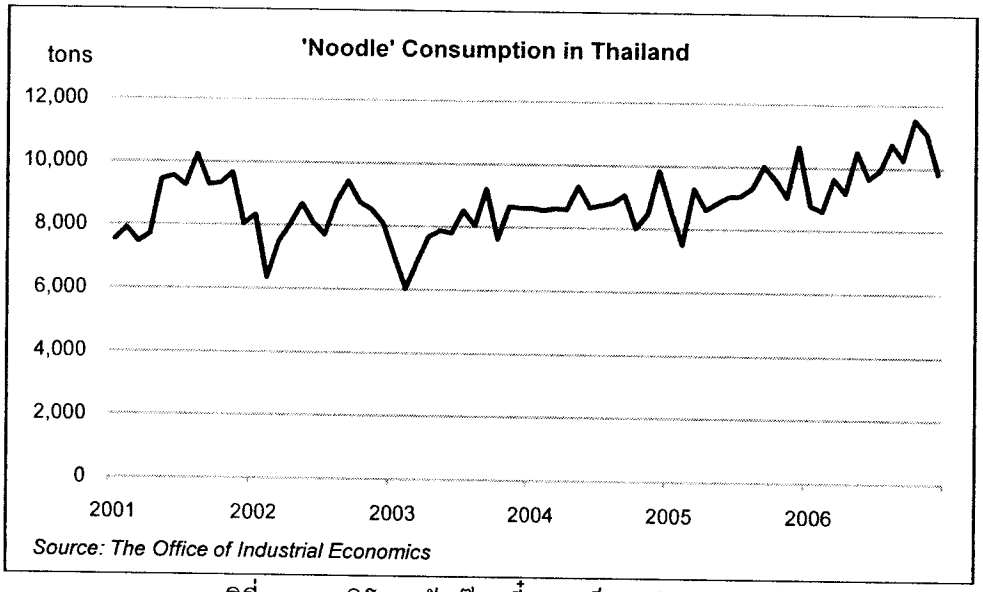
N คือ จำนวน potential buyers ทั้งหมด

$N(t)$ คือจำนวนซื้อทั้งหมดจนถึงเวลา t

2. วิธีการสำรวจ (survey-based methods) เช่น Conjoint analysis, Product test เป็นต้น วิธีการเหล่านี้จะอาศัยข้อมูลการตอบสนองของผู้บริโภคต่อแนวทางการพัฒนาสินค้าเพื่อนำมาประเมินจำนวนยอดขายที่น่าจะเกิดขึ้นจริงจากระดับการตอบสนองของผู้บริโภคที่วัดได้

รายละเอียดของวิธีการข้างต้นจะไม่กล่าวถึงหรือนำมาประยุกต์ใช้ในงานศึกษานี้เนื่องจากไม่ใช่เป็นประเด็นหลักของการศึกษานี้ สำหรับสินค้าที่เป็นการพัฒนาต่อยอดจากสินค้าเดิมในตลาดที่ไม่ได้แตกต่างออกไปอย่างสิ้นเชิง เช่นในกรณี Gluten-free pasta นี้ซึ่งยังคงเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แตกต่างออกไปเพียงเล็กน้อย ดังนั้น การประมาณการสามารถใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อคำนวณหาขนาดตลาดของ segment ที่สินค้านั้นพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคใน segment นั้นๆ

ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ในปี 2549 ปริมาณการบริโภคเส้นก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปทุกชนิดภายในประเทศอยู่ที่ประมาณ 120,000 ตัน/ปี มูลค่าตลาดประมาณ 7,000 ล้านบาท/ปี



แผนภูมิที่ 3 การบริโภคเส้นก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปในประเทศไทย

และตามข้อมูล Retail Audit ของบริษัท AC Nielsen ตลาดเส้นก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปแบ่งได้เป็น 2 segment ใหญ่ๆ ได้แก่ บรรจุซอง (เส้นเหลือง เส้นขาว และวุ้นเส้น) และบรรจุชามหรือถ้วย

Segment	2548	2549	% Growth
บรรจุซอง	*96.3*	*95.9*	*9.1*
เส้นเหลือง	89.4	88.9	9.0
เส้นขาว	6.6	6.7	10.3
วุ้นเส้น	0.3	0.4	12.4
บรรจุชามหรือถ้วย	*3.7*	*4.1*	*22.4*
รวม/เฉลี่ย	**100**	**100**	**9.6**

ตารางที่ 1 สัดส่วนตลาดเส้นก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูปใน segment ต่างๆ

ขนาดตลาดพาสต้าของประเทศไทยสามารถประมาณได้จากข้อมูลการบริโภคในประเทศจากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ซึ่งจะพบว่าอัตราการขยายตัวของตลาดพาสต้าในปี 2549 มีอัตราสูงที่สุดคือ 9.3%

(ตัวเลขแตกต่างเล็กน้อยจากตัวเลขตาม Retail Audit ของ AC Nielsen ตามตารางข้างต้นที่ 9.6%) ในขณะที่อัตราการขยายตัวเฉลี่ย 6 ปีอยู่ที่ 2.7% ต่อปี per capita consumption อยู่ที่ 1.62 kg/head หรือประมาณ 32-33 ซอง/คน/ปี ดังแสดงตามตารางที่ 2

ปี	การบริโภคต่อหัวประชากร		การขยายตัว
	(kg)	(ซอง)	(% ต่อปี)
2544	1.62	32.4	
2545	1.51	30.2	- 6.8
2546	1.45	28.9	- 4.3
2547	1.62	32.4	12.0
2548	1.69	33.7	4.1
2549	1.84	36.9	9.3
เฉลี่ย	**1.62**	**32.4**	**2.7**

ตารางที่ 2 อัตราการบริโภคพาสต้า/ก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปต่อหัวประชากรไทย

สำหรับตลาด Italian pasta ในประเทศส่วนใหญ่เป็นการนำเข้าซึ่งมีมูลค่าตลาดประมาณ 200 ล้านบาทต่อปี หรือประมาณ 3,400 ตันต่อปี คิดเป็นเพียง 0.05 kg ต่อคนโดยประมาณ สิทธิบัตรในการทำ Gluten-free pasta จากแป้งข้าวเจ้าจึงมีศักยภาพในการเข้าสู่ตลาดในสอง segment หนึ่งคือวางตำแหน่งสินค้าเพื่อเจาะกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นโรค Gluten intolerance ซึ่งมีเพียง 1% ของตลาดใน segment นี้หรือประมาณ 2 ล้านบาท และสองคือวางตำแหน่งเป็นสินค้าทดแทนใน segment เส้นขาว ซึ่งใน segment หลังนี้โอกาสที่จะประสบความสำเร็จมีน้อยมาก เนื่องจาก segment เส้นขาว ผู้บริโภคมีความนิยมเส้นหมี่ขาวมากกว่า 90% มาอย่างยาวนานซึ่งยากที่จะหาสินค้าทดแทนได้ นอกจากนี้ เส้นหมี่ขาวซึ่งเป็น Oriental pasta มีระยะเวลาในการต้มสุกสั้นกว่ามาก อีกทั้งเส้นหมี่ขาวทำจากแป้งข้าวเจ้าก็เป็น Gluten-free pasta เช่นกัน ดังนั้นประโยชน์หลักจาก Gluten-free pasta จึงไม่น่าจะตอบสนองความต้องการใน segment หลังนี้ได้ การประมาณการยอดขายจากโครงการสิทธิบัตรนี้จึงมุ่งไปที่ segment แรกที่มีขนาดตลาดประมาณ 2 ล้านบาท

การประมาณการอัตราการขยายตัวของ Gluten-free pasta ตามตารางที่ 3 การบริโภคพาสต้าในประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวค่อนข้างผันผวนตั้งแต่ 3% จนถึง 40% ในช่วงหกปีที่ผ่านมาทำให้ยากต่อการประมาณการ การประมาณการจึงใช้อัตราการขยายตัวของ segment เส้นขาวในปี 2549 ที่ศึกษาโดย AC Nielsen

ประมาณ 10% ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราการขยายตัวของตลาด Italian pasta ในประเทศในปี 2549 เป็นตัวประมาณการ

ปี	พาสต้านำเข้า		การบริโภคต่อหัวประชากร	การขยายตัว
	(mBt)	(ton)*	(kg)	(%)
2001	99	1,690	0.026	
2002	141	2,405	0.037	42.3
2003	146	2,486	0.038	3.3
2004	152	2,586	0.040	4.0
2005	180	3,057	0.047	18.2
2006	200	3,391	0.052	10.9
เฉลี่ย	**153**	**2,603**	**0.040**	**20.1**

**ประมาณจากต้นทุนประมาณ 60 บาท/กิโลกรัม*

ตารางที่ 3 อัตราการบริโภคพาสต้านำเข้าต่อหัวประชากรไทย

การประมาณค่า ongoing value

ใช้วิธี perpetual growth (หรือ annuity without end) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมและค่อนข้าง conservative เนื่องจากเป็นการสมมติให้ยอดขายคงที่ตลอดไป (no growth assumption) นับจากสิ้นปีที่วิเคราะห์ ในกรณีนี้คือปีที่ 6

ประมาณการต้นทุน ค่าใช้จ่าย และเงินลงทุน

สำหรับต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ ประมาณจากข้อมูลการเงินของบริษัทโดยวิธี Percentage of Sales สำหรับการประมาณค่า capital investment ประมาณจากข้อมูลการเงินของบริษัท PR โดยใช้อัตราส่วนทางการเงิน Asset turnover ratio ซึ่งจะได้ประมาณ 10 ล้านบาท

การประมาณ cost of funds

Cost of fund (k) สำหรับสิทธิบัตรจะพิจารณาในกรณีที่โครงการสิทธิบัตรนั้นใช้เงินทุนในส่วนของเจ้าของ 100% เพื่อให้มูลค่าสิทธิบัตรในส่วนนี้ไม่มีส่วนของ real option เข้ามาเกี่ยวข้องเนื่องจากการใช้แหล่งเงินกู้หรือการก่อหนี้สามารถเปรียบได้กับ option to default ซึ่งมีมูลค่าสูงกว่า option to abandon โครงการ

สิทธิบัตร วิธีการคำนวณต้นทุนเงินทุนที่มาจากส่วนของเจ้าของ 100% จะเป็นไปตาม CAPM โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นของบริษัท (PR) และดัชนีตลาดหลักทรัพย์ (SET) รายวันในช่วงครึ่งปีหลังของปี 2549 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซึ่งจะสะท้อนค่าความเสี่ยงในปัจจุบันได้ดีกว่าโดยจะได้ค่า β ของบริษัท

$$\beta = \frac{Cov(r_{PR}, r_{SET})}{Var(r_{SET})} = 0.4872$$

ผลตอบแทนเฉลี่ยรายปีของตลาด (r_{SET}) และค่า volatility ของบริษัท (σ_{PR}) ที่คำนวณได้คือ

$$r_{SET} = 0.0862 \qquad \sigma_{PR} = 0.3992$$

สำหรับ risk-free rate (r_f) จะใช้อัตราดอกเบี้ย R/P (Repurchase rate) เฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกันสำหรับการกู้ยืม 14 วัน จากธนาคารแห่งประเทศไทยเนื่องจากเป็นอัตราดอกเบี้ยที่มีสภาพคล่องสูงสุดคือ $r_f = 0.0477$ ดังนั้น cost of funds ของสิทธิบัตรนี้สามารถประมาณได้ตาม CAPM คือ

$$k = r_f + \beta.(r_m - r_f) = 0.0665$$

มูลค่าปัจจุบันของโครงการสิทธิบัตรสามารถคำนวณได้จากการประมาณการกระแสเงินสดและต้นทุนเงินทุนข้างต้น รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 4 จะได้

Static NPV = 5.2 ล้านบาท

Projected Cash Flows for Gluten-Free Pasta ('000 Bt.)

	year 0	1	2	3	4	5	6
Sales		199	219	241	265	292	321
Cost of good sold		162	178	196	215	237	261
Gross profit		38	41	46	50	55	61
Operating expenses		23	26	28	31	34	38
Operating profit		14	16	17	19	21	23
Taxes		4	5	5	6	6	7
EBIAT (earning before interest, after tax)		10	11	12	13	15	16
Add back: Depreciation		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Cash flows from operations		1,010	1,011	1,012	1,013	1,015	1,016
Less: Net new working capital			2	3	3	3	4
Net cash flows		1,010	1,009	1,009	1,010	1,011	1,012
Ongoing value at end of analysis							15,225
Cost of funds	6.65%						
Initital capital investment	10,000						
PV @ cost of funds		947	887	832	781	733	11,035
Project value from operations	15,214						
NPV of the patent project	5,214						

ตารางที่ 4 การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของสิทธิบัตร

2. มูลค่า Option to Defer

ในส่วนนี้เป็นการประเมินมูลค่า option premium ของ flexibility ในการเลื่อนการลงทุนในเชิงพาณิชย์ จะหาจากส่วนต่างระหว่างมูลค่าของ Flexible NPV และ Static NPV ตาม BS formula ตามสมการ [5]

$$V = Ce^{-\delta t}N(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2) \qquad [25]$$

โดย

$$d_1 = \frac{\ln(C/K) + \left(r - \delta + \frac{1}{2}\sigma^2\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

และ

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

โดย

K คือ เงินลงทุนเริ่มแรกในการดำเนินการเชิงพาณิชย์ของสิทธิบัตร ประมาณจาก Asset Turnover ratio ของบริษัท PR ประมาณ 10 ล้านบาท

C คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าสิทธิบัตรสามารถ generate ได้ในอนาคต ได้จากการคำนวณในส่วน Static NPV ก่อนหน้าเท่ากับ 15.2 ล้านบาท

t คือ จำนวนปีของอายุของสิทธิบัตรที่เหลือที่สามารถเลื่อนการลงทุนในเชิงพาณิชย์ออกไปได้มากที่สุดคือ 20 ปี

σ คือ volatility ของ C ประมาณจาก volatility ของผลตอบแทนของราคาหุ้นของบริษัท PR คำนวณไว้ก่อนหน้าที่ 39.92%

r คือ risk-free rate จากอัตราดอกเบี้ย R/P 14 วัน เฉลี่ยของธนาคารแห่งประเทศไทย เท่ากับ 4.77%

δ คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการถือ option to defer ไว้ (เลื่อนการลงทุนออกไป) เกิดจาก Renewal fee หรือค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตร

ในขั้นแรก ตัวแปร δ หรือค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตรออกจากการคำนวณเนื่องจากตามแบบจำลองจะต้องเป็นอัตราที่คงที่แต่เนื่องจากอัตราค่าธรรมเนียมนี้ของประเทศไทยเก็บในอัตราก้าวหน้าปีละ 200 บาทหลังจากปีที่ 5 เป็นต้นไป ในการคำนวณจึงต้องปรับให้ค่าธรรมเนียมฯ มีค่าเท่ากันทุกปีตลอด 20 ปี โดยการคำนวณค่า Annuity ด้วย discount rate ตาม cost of fund ที่คำนวณตาม CAPM ก่อนหน้า ได้ว่าค่าธรรมเนียมฯ คงที่เท่ากับ 5,408 บาทต่อปีหรือประมาณ 0.07% ของมูลค่าโครงการ ต่อปี ตามตารางที่ 5

อัตราค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตร

year	Renewal fee	Progress rate	Annuity
1	1,000	0	5,408
2	1,000	0	5,408
3	1,000	0	5,408
4	1,000	0	5,408
5	1,000	0	5,408
6	1,200	200	5,408
7	1,600	400	5,408
8	2,200	600	5,408
9	3,000	800	5,408
10	4,000	1,000	5,408
11	5,200	1,200	5,408
12	6,600	1,400	5,408
13	8,200	1,600	5,408
14	10,000	1,800	5,408
15	12,000	2,000	5,408
16	14,200	2,200	5,408
17	16,600	2,400	5,408
18	19,200	2,600	5,408
19	22,000	2,800	5,408
20	25,000	3,000	5,408

ตารางที่ 5 อัตราค่าธรรมเนียมในการต่ออายุสิทธิบัตรของประเทศไทย

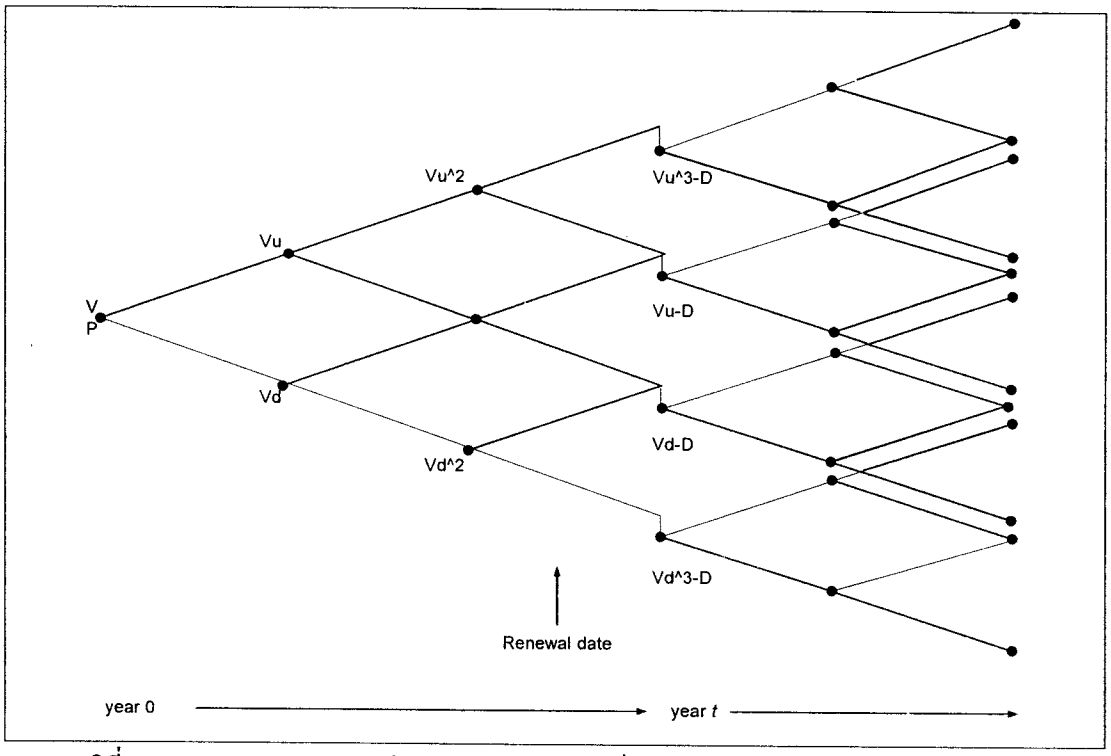
การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรในส่วนของ real option ในขั้นต้นใช้ Adjusted BS formula ซึ่งเป็น European option ผลลัพธ์แสดงตามตารางที่ 6

Value of Option to Defer (P)		
K =	10.000	Investment cost (mBt)
V =	5.214	NPV of cash flows (mBt)
t =	20	Time to maturity (years)
σ =	0.3992	Volatility of expected cash flows (% p.a.)
r =	0.0477	Risk-free rate (% p.a.)
δ =	0.0010	Renewal fee (% p.a.)
P = V.exp(-dt).N(d1) - K.exp(-rt).N(d2)		
d1 = [ln(V/K) + (r - δ + (σ^2)/2.t] / (σ√t)		
d2 = d1 - σ√t		
d1 =	0.5540	
d2 =	-1.2312	
N(d1) =	0.7102	
N(d2) =	0.1091	
P =	3.21	mBt.

ตารางที่ 6 มูลค่าโอกาสในการลงทุนเชิงพาณิชย์ในสิทธิบัตร

มูลค่าของ option to defer ของโครงการลงทุนใน Gluten-free pasta คำนวณได้ขั้นต้นประมาณ 3.21 ล้านบาท ซึ่งนับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของมูลค่าของสิทธิบัตรนอกเหนือจากมูลค่าของกระแสเงินสดที่คาดการณ์จากสิทธิบัตร อย่างไรก็ดีมูลค่าที่คำนวณตาม Adjusted BS formula เป็นเพียง Lower bound approximation ของ American option เท่านั้น เนื่องจาก real option ของโอกาสในการลงทุนตามสิทธิบัตรนั้น เจ้าของหรือผู้ซื้อสิทธิบัตรสามารถที่จะเลือกลงทุน หรือ exercise option เมื่อไรก็ได้ตลอดอายุของสิทธิบัตร 20 ปี ดังนั้นจึงต้องประมาณมูลค่า American option with discrete dividend เพื่อความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้วิธี Lattice approach

เมื่อค่าธรรมเนียมการต่ออายุสิทธิบัตรเป็นจำนวนเงินคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับมูลค่าของสิทธิบัตร (lump sum) การสร้าง Lattice จะมีความยุ่งยากมากขึ้นจากกรณีการจ่ายปันผลเป็นอัตราร้อยละ (yield) ของมูลค่า underlying asset เนื่องจากภายหลังจากมีการจ่ายค่าธรรมเนียมฯ แล้ว สิทธิบัตรจะมีมูลค่าลดลงตามมูลค่าค่าธรรมเนียมฯ ในลักษณะเดียวกันกับที่หุ้นมีการจ่ายเงินปันผลและราคาหุ้นจะลดลงในวัน XD (Ex Dividend date) เท่ากับเงินปันผลที่จ่าย โครงสร้าง Lattice นับจากวันต่ออายุสิทธิบัตร (Renewal date) จะไม่มารวมกัน (recombine) ทำให้จำนวน node (แสดงโดยจุดดำ) มีมากขึ้น ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 Binomial Lattice กรณีค่าต่ออายุสิทธิบัตรเป็นแบบจำนวนเงิน (amount) แบบ Discrete

จากแผนภูมิที่ 4 เจ้าของสิทธิบัตรจ่ายค่าธรรมเนียมการต่ออายุสิทธิบัตร (D) ประจำปีที่ t ในต้นปีซึ่งเป็นวัน XD อยู่ระหว่างช่วงเวลา $k\Delta t$ และ $(k+1)\Delta t$ เมื่อ $i \leq k$ ที่ node ณ เวลา $t + i\Delta t$ จะมีมูลค่าโครงการเท่ากับ

$$Vu^j d^{i-j} \qquad \text{สำหรับ } j = 0, 1, 2, \ldots i$$

เมื่อ $i = k + 1$ มูลค่าโครงการที่ node นี้คือ

$$(Vu^j d^{i-j} - D)u \qquad \text{และ} \qquad (Vu^j d^{i-j} - D)d \qquad \text{สำหรับ } j = 0, 1, 2, \ldots i$$

จำนวน nodes จนถึง $i\Delta t$ จะมีทั้งสิ้น $2(i+1)$ แทนที่จะเป็น $i+2$ nodes ณ เวลา $(i+m)\Delta t$ จะมีจำนวน nodes เท่ากับ $(i+m)(i+1)$ แทนที่จะเป็น $(i+m+1)$ เหมือนในกรณี Binomial Lattice ทั่วๆ ไป หรือ ในกรณีที่จ่ายค่าธรรมเนียมเป็นอัตราคงที่ ผลที่ตามมาอีกประการคือค่า probability p ในแต่ละ node จะแตกต่างกันด้วย

แนวทางในการ simplify วิธีนี้สามารถทำได้โดยสมมติให้มูลค่าสิทธิบัตร (V^*) ประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนที่เป็น Stochastic (V) และส่วนที่เป็นค่าปัจจุบันของค่าธรรมเนียมฯ ในอนาคตตลอดอายุของ option to defer ซึ่งเท่ากับอายุสิทธิบัตร โดย τ คือวัน XD นั่นคือมูลค่าสิทธิบัตร ณ เวลา t ($V^*(t)$) เขียนได้เป็น

$$V^*(t) = \begin{cases} V(t) & \text{when } t > \tau \\ V(t) - De^{-r(\tau - t)} & \text{when } t \le \tau \end{cases} \qquad [26]$$

โดยการสมมติให้ σ ของ $V^*(t)$ มีค่าคงที่ ค่า parameter: p, u และ d ที่ใช้ในการคำนวณตามวิธี Binomial Lattice นี้สามารถคำนวณได้ตามสูตรปกติคือ

$$p = \frac{a-d}{u-d} \qquad u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \qquad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \qquad a = e^{r\Delta t} \qquad [27]$$

ดังนั้น ณ เวลา $t+i\Delta t$ มูลค่าสิทธิบัตรที่ node นั้นคือ

$$V^*(t)u^j d^{i-j} + De^{-r(\tau - i\Delta t)} \quad \text{when } i\Delta t < \tau \quad \text{โดย } j = 0, 1, 2, \ldots, i \qquad [28]$$

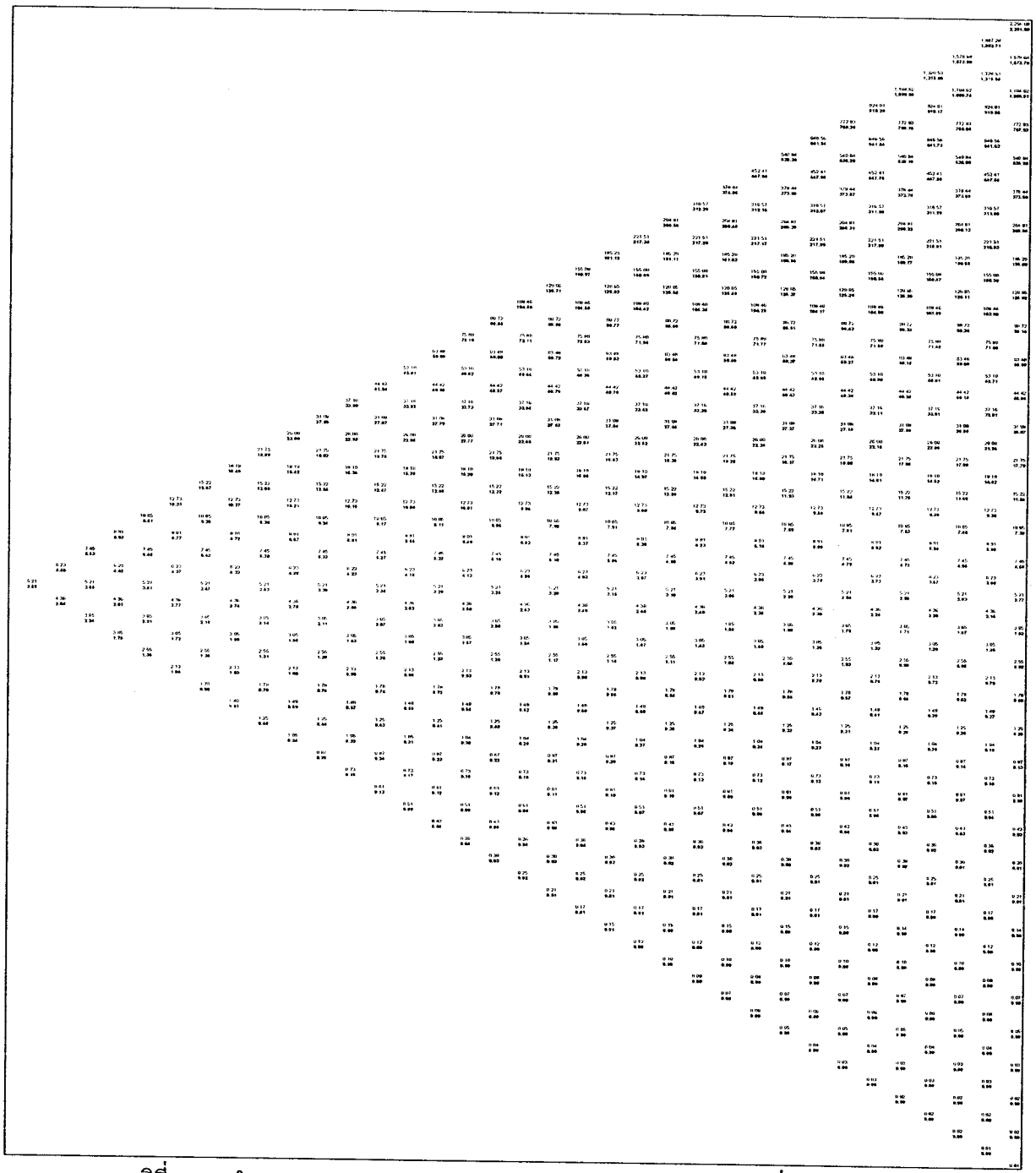
และ $$V^*(t)u^j d^{i-j} \quad \text{when } i\Delta t > \tau \quad \text{โดย } j = 0, 1, 2, \ldots, i$$

ในกรณีของประเทศไทยอัตราค่าธรรมเนียมการต่ออายุสิทธิบัตรจัดว่าค่อนข้างถูก ทำให้ส่งผลต่อมูลค่าของ Option to defer ไม่มากเมื่อเทียบกับกรณีที่ประมาณให้ค่าธรรมเนียมเป็นอัตรา dividend yield คงที่โดยใช้ค่า Annuity ของค่าธรรมเนียม ผลลัพธ์ของการคำนวณแสดงตามตารางที่ 7

Approximation methods	Value of option to defer (mBt)	Patent value (mBt)
Adjusted BS formula (European)	3.21	-
Binomial Lattice with		
- dividend yield	3.57	-
- discrete dividend	3.59	8.8

ตารางที่ 7 มูลค่า Option to Defer ในการลงทุนเชิงพาณิชย์ในสิทธิบัตร

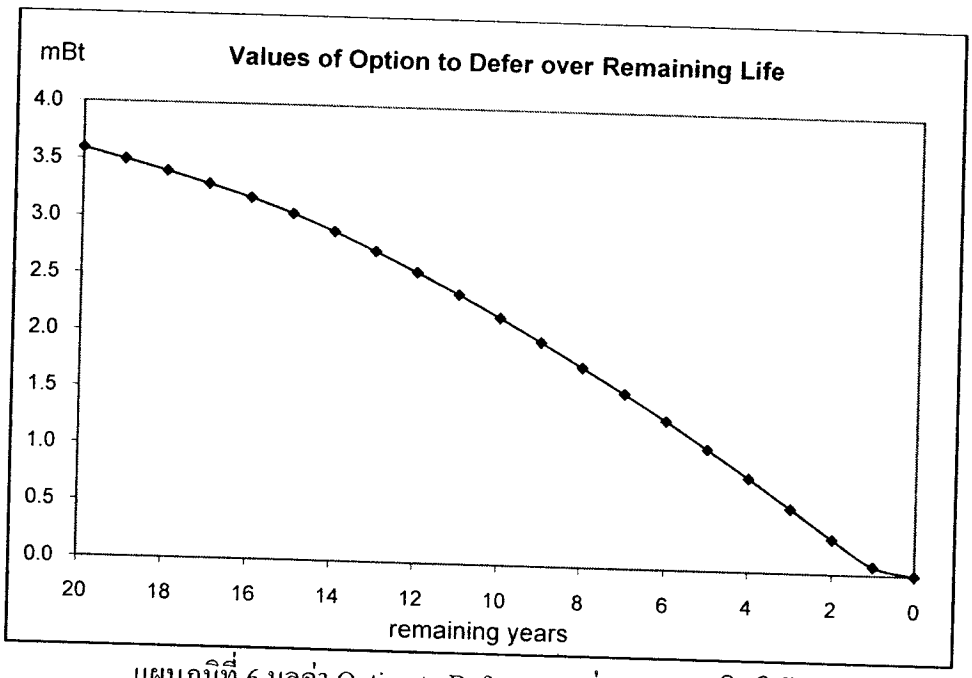
จะเห็นได้ว่ามูลค่าสิทธิบัตร Gluten-free pasta ที่คำนวณโดยการพิจารณาถึงมูลค่าของ real option จะให้ค่าสิทธิบัตรนี้ทั้งสิ้นประมาณ 8.8 ล้านบาท โดยเป็นส่วนของ real option จำนวนประมาณ 3.6 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากมูลค่าตาม Static NPV ที่ 5.2 ล้านบาท



แผนภูมิที่ 5 การคำนวณ Binomial Lattice ของสิทธิบัตร Gluten-free pasta ที่มีค่าธรรมเนียมฯ

มูลค่าสิทธิบัตรตลอดช่วงอายุสิทธิบัตร

มูลค่าของสิทธิบัตรทั้งในส่วนของ Static NPV และ option premium ต่างมีค่าลดลงตลอดช่วงอายุของสิทธิบัตร ในส่วนของมูลค่ากระแสเงินสดที่เกิดจากสิทธิบัตรจะลดลงเหลือศูนย์เมื่อครบอายุสิทธิบัตร เนื่องจากอำนาจผูกขาดในตลาดตามสิทธิบัตรที่เป็นตัวมูลค่าหลักของสิทธิบัตรจะไม่มีอีกต่อไป ในส่วนของมูลค่า option to defer ที่เกิดจาก flexibility ของการลงทุนก็จะมีค่าลดลงเร็วขึ้นเมื่อสิทธิบัตรเหลืออายุน้อยลงเรื่อยๆ จนเหลือศูนย์เมื่อครบอายุสิทธิบัตรเช่นกันดังแสดงตามแผนภูมิที่ 6

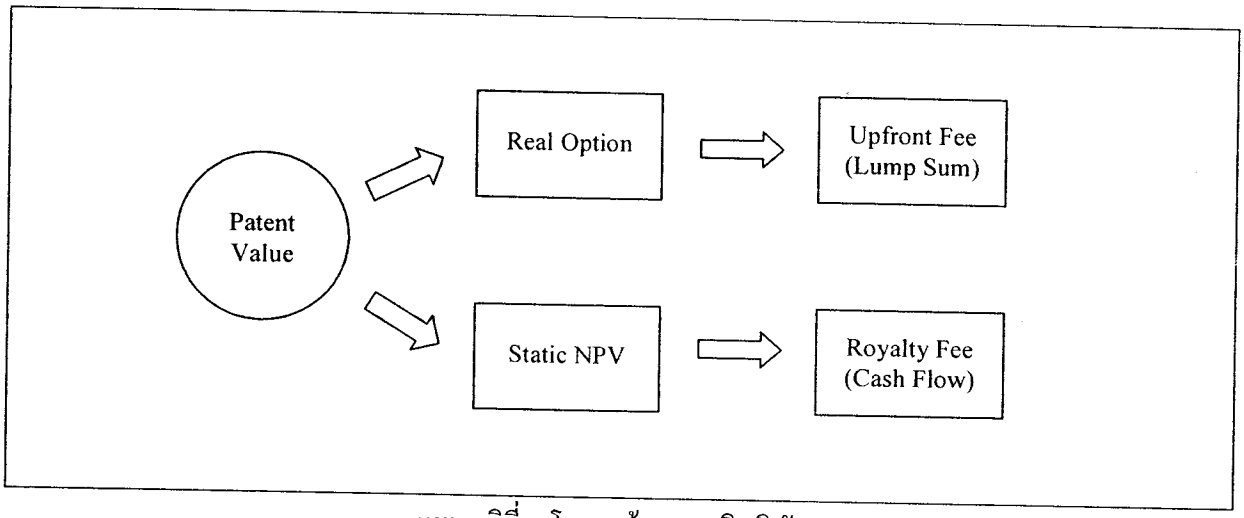


แผนภูมิที่ 6 มูลค่า Option to Defer ตลอดช่วงอายุของสิทธิบัตร

3. โครงสร้างราคาและรูปแบบการชำระเงินค่าสิทธิบัตร

โครงสร้างราคาสิทธิบัตรประกอบด้วยสองส่วนหลักๆ ที่ผู้ซื้อและผู้ขายจะตกลงกันคือ ส่วนแรกเป็นมูลค่าสิทธิบัตรที่ผู้ซื้อจ่ายแก่เจ้าของสิทธิบัตรเป็นจำนวนแน่นอนเมื่อตกลงซื้อขายหรือ Upfront Fee และส่วนที่สองเป็นส่วนที่ผู้ซื้อจะชำระเป็นรายปีตามผลประกอบการจากการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการเชิงพาณิชย์หรือ Royalty หรือ License Fee ความแตกต่างคือในส่วนแรกเป็นส่วนที่เจ้าของสิทธิบัตรหรือผู้ขายจะได้รับแน่นอน ในขณะที่ส่วนที่สองจะเป็นส่วนที่ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายรับความเสี่ยงร่วมกัน (Risk Sharing) สามารถแยกพิจารณาได้ดังนี้

1. Upfront Fee เป็นส่วนที่สอดคล้องกับมูลค่าของสิทธิบัตรที่ไม่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงทางธุรกิจ (Business Risk) จากการนำสิทธิบัตรไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์ แต่เป็นส่วนของมูลค่าสิทธิบัตรที่จะถูกเปลี่ยนมือจากผู้ขายไปสู่ผู้ซื้อทันทีที่มีการซื้อขายเกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับมูลค่าของสิทธิบัตรในส่วนของ real option จำนวน 3.6 ล้านบาทที่จะถูกเปลี่ยนมือตามกรรมสิทธิ์ในสิทธิบัตร
2. Royalty เป็นส่วนที่ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายจะร่วมแบ่งรับความเสี่ยงกัน นั่นคือเป็นมูลค่าที่ได้รับตามส่วนแบ่งของกำไร (Profit Sharing) ซึ่งผู้ซื้อแน่นอนว่าจะรับความเสี่ยงมากกว่าผู้ขาย เนื่องจากผู้ขายจะไม่มีความเสี่ยงในกรณีที่เกิดขาดทุน ในส่วนนี้จึงเป็นการจัดสรรมูลค่าสิทธิบัตรในส่วนของ Static NPV จำนวน 5.2 ล้านบาทที่ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายจะทยอยเก็บเกี่ยวจากกระแสเงินสดในอนาคตตลอดอายุของธุรกิจ



แผนภูมิที่ 7 โครงสร้างราคาสิทธิบัตร

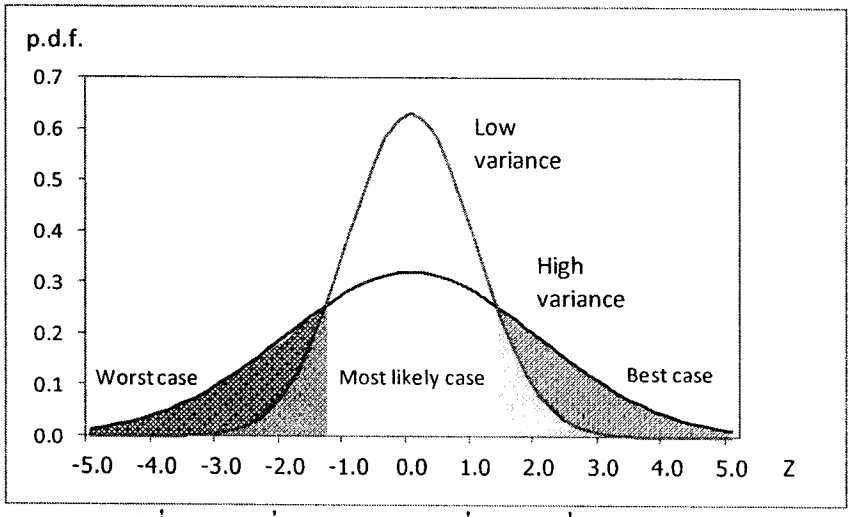
สำหรับแนวทางในการจัดสรรกำไรในส่วนของ Royalty ที่จะคิดจากกำไรนั้น จะสามารถทำได้ชัดเจนขึ้นหลังจากที่แยกส่วนของ Upfront Fee อันเป็นส่วนที่ value ของสิทธิบัตรที่ไม่เกี่ยวข้องกับ Business Risk และการซื้อขายได้เปลี่ยนมือ value ในส่วนนี้อย่างเด็ดขาด ดังนั้นในส่วนของ Royalty ที่เหลือนั้นจึงเป็นส่วน value ที่เกี่ยวข้องกับ Business Risk โดยตรงจึงต้องมีการพิจารณาการจัดสรรกำไรกันอย่างเป็นธรรมระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

อัตราส่วนในการแบ่งกำไร (Profit Spliting Ratio) ที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติที่ 25/75 Rule of Thumb นั้นไม่สามารถอธิบายได้เนื่องจากไม่ได้มีการแยกส่วนประกอบของมูลค่าสิทธิบัตรในส่วนที่เป็น real option ออกมาให้ชัดเจน ในกรณีนี้หลังจากที่แยกส่วนประกอบของมูลค่าสิทธิบัตรให้เหลือเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ Business Risk แล้วก็สามารถที่จะพิจารณาอัตราส่วนการแบ่งกำไรที่เป็นธรรมระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายได้ดังนี้

เนื่องจากผู้ขายสิทธิบัตรจะไม่ต้องรับความเสี่ยงในกรณีที่ธุรกิจขาดทุนแต่จะได้รับส่วนแบ่งเฉพาะเมื่อธุรกิจมีกำไร (Zero Downside Risk) ดังนั้น จึงสามารถที่จะปรับปรุงวิธีการคิดที่อยู่บนพื้นฐานของความน่าจะเป็นที่ธุรกิจจะขาดทุน (NPV < 0) เนื่องจากเป็นส่วนที่ผู้ซื้อรับความเสี่ยงทั้งหมดในขณะที่ผู้ขายสิทธิบัตรไม่ต้องแบกรับความเสี่ยงในส่วนนี้

จากการประมาณการกระแสเงินสดในอนาคตในส่วนของการคำนวณ Static NPV ก่อนหน้าแสดงถึงค่าที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด (Most Likely Case) คือหรืออีกนัยหนึ่งคือค่าเฉลี่ย (Mean) ของกระแสเงินสด ซึ่งให้ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดในอนาคตเท่ากับ 15.2 ล้านบาท ซึ่งเมื่อหักมูลค่าการลงทุนเริ่มต้นที่ประมาณ 10 ล้านบาทจะได้เป็นค่า NPV เท่ากับ 5.2 ล้านบาท สำหรับในกรณี Worst Case ที่มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่ได้จริงมีค่าต่ำกว่าเงินลงทุนเริ่มต้นที่ 10 ล้าน ธุรกิจจะขาดทุนและผู้ซื้อสิทธิบัตรจะเป็นผู้รับผลขาดทุนทั้งหมด แต่ในกรณี Best Case ที่ธุรกิจมีกำไรดีกว่าที่คาด ผู้ขายสิทธิบัตรจะได้รับประโยชน์เพิ่มขึ้นด้วย มูลค่าสิทธิบัตรในส่วนของ NPV เป็นมูลค่าที่ผู้ขายสิทธิบัตรควรได้รับเต็มจำนวนถ้าไม่มีความเสี่ยงทางธุรกิจมาเกี่ยวข้อง แต่ในการลงทุนดำเนินการในเชิงพาณิชย์ ผู้ซื้อรับความเสี่ยงในกรณีที่ไม่เป็นไปตามคาดซึ่งในกรณีนี้แบ่งเป็นสามสถานการณ์ใหญ่ๆ คือ Best, Most likely, และ Worst case มูลค่าตาม NPV ที่คำนวณได้มีโอกาสเกิดมากที่สุด ส่วนในกรณีที่เหลือทั้งสองเป็นส่วนของความเสี่ยงที่ผู้ลงทุนหรือผู้ซื้อรับ ถ้าโครงการที่มีความเสี่ยงสูงนั่นคือโอกาสในการเกิด Best และ Worst case มีสัดส่วนที่สูง ในกรณีนี้ผู้ซื้อควรจะได้รับส่วนแบ่งกำไรสูงกว่าในกรณีที่โครงการมีความเสี่ยงต่ำกว่า

โครงการที่มีความเสี่ยงทางธุรกิจสูงกว่าแสดงโดยกราฟการกระจายแบบปกติของค่า standardized logarithm ของมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด (Z) ที่มีความแปรปรวนของกระแสเงินสดสูงกว่า (high variance) (เส้นลาด) ซึ่งมีความน่าจะเป็นที่โครงการจะขาดทุน (NPV < 0) สูงกว่าของโครงการที่มีความเสี่ยงทางธุรกิจต่ำกว่า (low variance) (เส้นชัน) ดังแสดงตามแผนภูมิที่ 8



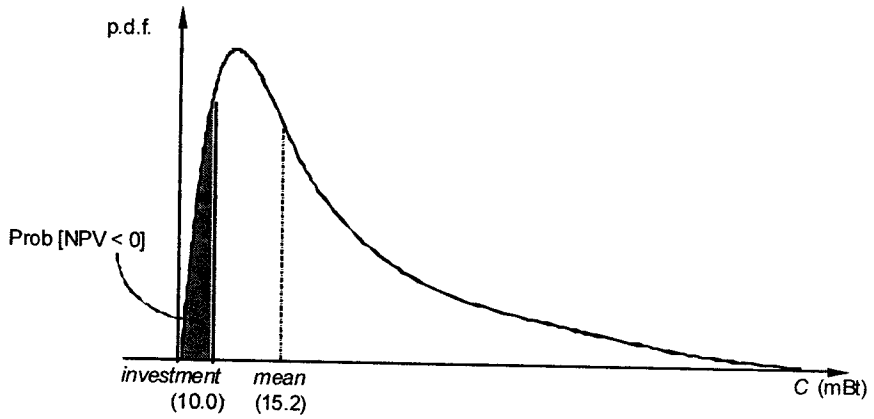
แผนภูมิที่ 8 ความเสี่ยงของโครงการที่มีความเสี่ยงทางธุรกิจต่างกัน

โครงการที่มีความเสี่ยงของกระแสเงินสดสูงแสดงถึงความเสี่ยงทางธุรกิจที่สูง (ผู้ลงทุนได้รับชดเชยความเสี่ยงจากคิด cost of fund สำหรับการคิดลดค่าปัจจุบันที่สูงด้วย) แต่นอกเหนือจากปัจจัยความเสี่ยงทางธุรกิจแล้ว ขนาดของเงินลงทุนแรกเริ่ม (Initial Investment) ก็เป็นปัจจัยอีกตัวที่เป็นตัวกำหนดโอกาสที่โครงการจะขาดทุน (NPV < 0) ถ้าเงินลงทุนสูงโอกาสของ Worst case ก็จะสูงด้วยซึ่งส่วนแบ่งกำไรที่ผู้ซื้อควรได้รับควรจะสูงขึ้นด้วย ดังนั้นอัตราส่วนการแบ่งกำไรระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายที่ยุติธรรมคือ

$$\frac{\%\ \text{Buyer's Profit}}{\%\ \text{Seller's Profit}} = \frac{Prob(\text{Worst case+Best case})}{Prob(\text{Most likely case})}$$

วิธีการคำนวณความน่าจะเป็นของ Worst Case Scenario

ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด (C) มีการกระจายแบบ Lognormal distribution ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติแบบจำลอง (by construction) ที่เป็น Geometric Brownian Motion ที่มีค่าเฉลี่ย (μ) 15.2 ล้านบาทจากการประมาณการ NPV ดังนั้นโอกาสที่ธุรกิจจากสิทธิบัตรนี้จะขาดทุนก็ต่อเมื่อค่า realized C มีค่าต่ำกว่า 10 ล้านบาท ดังแผนภูมิที่ 9



แผนภูมิที่ 9 Lognormal Distribution ของมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด

ในการคำนวณความน่าจะเป็นของ Worst case scenario (พื้นที่แรเงา) สามารถทำได้โดยตรงจาก Probability Distribution Function (p.d.f.) ของ Lognormal distribution คือ

$$f(x) = \frac{1}{C\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{(\ln C-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]}$$

ความน่าจะเป็นของ Worst case scenario, *Prob*[NPV<0] ของโครงการที่มีการลงทุนเริ่มต้น I จะเท่ากับ

$$Prob[\text{NPV} < 0] = \int_0^I \frac{1}{C\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{(lnC-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} dC$$

และ Cummulative Distribution Function (c.d.f.) คือ

$$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\, erf\left[\frac{lnC - \mu}{\sigma\sqrt{2}}\right]$$

โดย $erf[\cdot]$ คือ Error function evaluated จาก 0 ถึง I

$$erf[\cdot] = \frac{2}{\pi}\int_0^I e^{-u^2}\, du$$

อย่างไรก็ดีเราสามารถใช้การคำนวณจาก Normal distribution ได้เช่นกัน เราได้ว่า

$$lnC \sim \text{N}(\mu, \sigma)$$

ซึ่งเราได้ประมาณค่า σ จาก volatility ของ surrogate asset (PR) ได้เท่ากับ 39.92% แต่ยังไม่ทราบค่า μ จากการกระจายแบบ Normal ของ lnC เราได้ว่า

$$C \sim \text{Lognormal}(\mu_C, \sigma_C)$$

ซึ่งจากการประมาณค่า NPV เราได้ประมาณค่าเฉลี่ยของ C (μ_C) คือ 15.2 ล้านบาท แต่ยังไม่ทราบค่า σ_C จากคุณสมบัติของ Lognormal distribution เราได้ว่า

$$\text{E}[C] = \mu_C = \exp[\, \mu + \tfrac{1}{2}\sigma^2\,]$$

$$\text{Var}[C] = \sigma_C = \exp[\, 2\mu + 2\sigma^2\,] - \exp[\, 2\mu + \sigma^2\,]$$

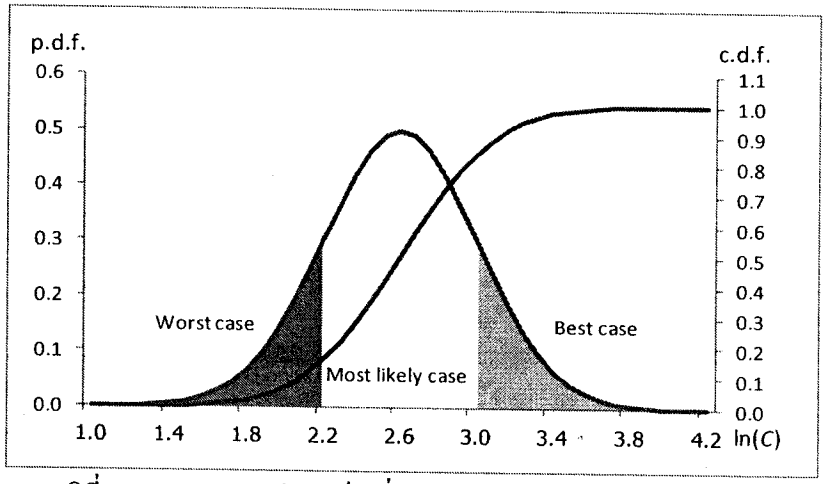
แทนค่า σและ μ_C จะได้

$$lnC \sim \text{N}(\mu, \sigma) \sim \text{N}(2.6\,,\, 0.39)$$

$$C \sim \text{Lognormal}(\mu_C, \sigma_C) \sim \text{Lognormal}(15.2\,,\, 40.2)$$

เพราะฉะนั้น *Prob*[NPV < 0] สามารถคำนวณได้โดยตรงจาก Lognormal-distributed C หรือ Normally-distributed lnC ซึ่งในกรณีหลังคือ

$$Prob\ [\text{NPV} < 0] = Prob\ [lnC < ln10] = 19.55\%$$



แผนภูมิที่ 10 แสดงความน่าจะเป็นที่โครงการจะขาดทุนและมีกำไรเกินปกติ

สำหรับการคำนวณ *Prob* [Best case] เนื่องจาก Normal distribution มีลักษณะ Symmetric ในกรณีนี้จึงเท่ากับ *Prob* [Worst case] = 19.55% เพราะฉะนั้นอัตราส่วนแบ่งกำไรระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายในกรณีนี้คือ

$$\frac{\%\ \text{Buyer's Profit}}{\%\ \text{Seller's Profit}} = \frac{Prob(\text{Worst case+Best case})}{Prob(\text{Most likely case})} = \frac{19.55\% + 19.55\%}{100\% - 19.55\% - 19.55\%} \approx \frac{40}{60}$$

ดังนั้นโครงสร้างราคาสิทธิบัตรตามตัวอย่างของ Gluten-free pasta นี้ที่มีเงินลงทุนเริ่มแรก 10 ล้านบาท คือ Upfront fee 3.6 ล้านบาท และค่า Royalty 60% ของกำไรเงินสดสุทธิรายปี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การประเมินมูลค่าสิทธิบัตรด้วยวิธีการคำนวณราคาอ๊อปชั่นดังที่ได้ศึกษาในบทก่อนหน้า แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงวิธีการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรแบบ Income method ที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลค่าโครงการลงทุนในส่วน real option เป็นส่วนที่ช่วยสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นทำให้การเจรจาต่อรองการขายสิทธิบัตรสามารถมี benchmark ที่เป็นหลักวิชาการมากขึ้น

อย่างไรก็ดีการวิเคราะห์สิทธิบัตรในงานศึกษานี้เป็นสิทธิบัตรที่ได้รับอนุมัติสิทธิบัตรแล้วหรือเป็น granted patent ที่การประเมินค่อนข้างชัดเจนตรงไปตรงมา ต่างจากการประเมินมูลค่าโครงการพัฒนาสิทธิบัตรที่มีความเสี่ยงต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย เช่น ความไม่แน่นอนของงบประมาณโครงการที่อาจบานปลาย หรือความเสี่ยงที่โครงการจะไม่ประสบความสำเร็จไม่สามารถพัฒนาสิทธิบัตรได้ เป็นต้น แต่แนววิธีในการวิเคราะห์ real option สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นดังกล่าวได้

การประยุกต์ใช้และข้อเสนอแนะ

1. การบริหารสินทรัพย์ปัญญา

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าสิทธิบัตรหรือรวมถึงทรัพย์สินทางปัญญาอื่นๆ ที่มีการคุ้มครองตามกฎหมายแต่มีอายุจำกัดจะมีมูลค่าแตกต่างกันไปตามช่วงเวลา ในด้านหนึ่งมูลค่าในเรื่องของอำนาจผูกขาดทางการตลาดตามกฎหมายหรือ Static NPV ที่จะมีระยะเวลาผูกขาดน้อยลงเรื่อยๆ ตามอายุสิทธิบัตรที่เหลือ ในอีกส่วนหนึ่งมูลค่า Option to defer ที่จะมีค่าลดลงในช่วงใกล้หมดอายุสิทธิบัตรเร็วกว่าในช่วงต้น แต่การเลื่อนระยะเวลาการลงทุนออกไปจะช่วยลดความเสี่ยงจากการที่สามารถมีข้อมูลเพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อการบริหารสิทธิบัตรโดยเฉพาะของหน่วยงานวิจัยที่ไม่ได้ดำเนินการในเชิงพาณิชย์เอง เช่น มหาวิทยาลัย จำเป็นที่จะต้องวางแผนการบริหารสิทธิบัตรที่มีประสิทธิภาพในการ exercise สิทธิบัตรของตนให้สามารถ generate กระแสเงินสดเพื่อใช้ประโยชน์จากอำนาจผูกขาดในตลาด การทราบถึงมูลค่าที่แท้จริงและองค์ประกอบของมูลค่าของทรัพย์สิน (ทางปัญญาที่พัฒนาขึ้น) เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นในการบริหารสินทรัพย์ทุกประเภท

ในการบริหารสิทธิบัตร เช่นในลักษณะการเจรจาซื้อขายจะพบว่าผู้ซื้อสามารถยืดระยะเวลาในการเจรจาออกไปหากยังไม่มั่นใจในข้อมูลในลักษณะเช่นเดียวกับ Option to defer ในขณะที่เจ้าของสิทธิบัตรหากไม่มีศักยภาพหรือไม่อยู่ในฐานะที่จะดำเนินการในเชิงพาณิชย์ได้เอง จะเสียเปรียบในการเจรจาเสมอเนื่องจากเปรียบเสมือนว่าเจ้าของสิทธิบัตรที่เป็นเจ้าของสิทธิบัตรตามกฎหมายแต่ไม่สามารถรับรู้มูลค่าสิทธิบัตรของตนในส่วนที่เป็น option to defer ได้ ในขณะที่ผู้ซื้อถึงแม้จะไม่ได้เป็นเจ้าของแต่การเข้าเจรจาแสดงความสนใจ

จะซื้อสิทธิบัตรจะสามารถใช้ประโยชน์จาก option to defer ได้และจะยอมเจรจาตกลงซื้อขาย (exercise) ก็ต่อเมื่อถึงจุด optimal ที่มูลค่าสิทธิบัตรมีค่าสูงสุด แนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมแก่เจ้าของสิทธิบัตรในกรณีดังกล่าวสามารถทำได้หลายกรณี เช่น

- เร่งรัดให้เกิดการซื้อขายอย่างรวดเร็วที่สุดเพื่อที่ผู้ขายจะสามารถรับรู้ (realize) มูลค่าสิทธิบัตรในส่วน option to defer ซึ่งจะเป็นการโอนมูลค่า option นั้นมาสู่เจ้าของสิทธิบัตร
  จากกรณีตัวอย่างของ Gluten-free pasta จะพบว่า option to defer มีมูลค่า 3.59 ล้านบาทและมีมูลค่าลดลงในอัตราเร่งตามอายุของสิทธิบัตรที่เหลืออยู่ดังแผนภูมิที่ 6 ในบทก่อนหน้า ดังนั้นยิ่งเจ้าของสิทธิบัตรสามารถขายสิทธิบัตรออกได้เร็วเท่าใดก็จะสามารถบวกราคา option to defer นี้ได้มากขึ้นเท่านั้นซึ่งเท่ากับเป็นการรับรู้มูลค่าสิทธิบัตรในส่วนนี้ ทั้งนี้ผู้ซื้อสิทธิบัตรก็จะตีราคามูลค่า option to defer นี้ตามระยะเวลาของอายุสิทธิบัตรที่เหลือ เช่นผู้ซื้อถ้าซื้อทันทีที่สิทธิบัตรได้รับการคุ้มครอง (มีอายุสิทธิบัตรเหลือ 20 ปี) จะยอมจ่ายในส่วน option to defer ไม่เกิน 3.59 ล้านบาท หากผ่านไปสองปี (เหลืออายุ 18 ปี) จะยอมจ่ายไม่เกินประมาณ 3.4 ล้านบาท และจะลดลงมากขึ้นในอัตราเร่ง
- ไม่สร้างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้ซื้อเป็นผู้ได้รับประโยชน์จาก option to defer เช่น การเจรจากับผู้ซื้อเพียงรายเดียวในช่วงเวลาขณะใดขณะหนึ่ง (one at the time) จะทำให้ผู้ขายเสียเปรียบทันที ซึ่งโดยเหตุผลแล้วผู้ซื้อมีแรงจูงใจที่จะสร้างเงื่อนไขดังกล่าว เช่น ขอให้เจ้าของสิทธิบัตรให้สิทธิในการเจรจากับตนเพียงรายเดียวก่อน เป็นต้น โดยสถานะของผู้ขายสิทธิบัตรดังในกรณีนี้ควรจะเป็นการเปิดเจรจากับผู้ซื้อหลายรายในเวลาเดียวกัน หรืออาจเปิดประมูล ทั้งนี้การเจรจาพร้อมกันหลายรายจะทำให้ผู้ซื้อไม่มี option to defer แต่กลับเป็นของผู้ขาย หรือในลักษณะการเปิดประมูลโดยเสรีแล้วในทางทฤษฎีเกมส์ (Game theory)[8] สามารถพิสูจน์ได้ว่ากลยุทธ์ที่เหมาะสมที่สุดของผู้เข้าร่วมประมูลโดยเสรี (ทั้งแบบ Dutch หรือ English Auction) คือการประมูลที่ระดับมูลค่าที่แท้จริงที่ผู้ประมูลประเมินค่าไว้

ดังนั้นในการบริหารทรัพย์สินทางปัญญาโดยเฉพาะในกรณีของสถาบันการศึกษา/วิจัยที่ไม่มีภารกิจในการต่อยอดในเชิงพาณิชย์เองจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในองค์ประกอบของมูลค่าสิทธิบัตรโดยเฉพาะในส่วนของมูลค่า real options ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของมูลค่าทรัพย์สินทางปัญญา ไม่เฉพาะ option to defer ที่ศึกษาในกรณีสิทธิบัตรนี้เท่านั้น การวางแผนการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรและเปิดประมูลสิทธิบัตรล่วงหน้าเพื่อให้บรรลุข้อตกลงซื้อขายให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะมีผลการคุ้มครองทางกฎหมาย (ซึ่งเป็น

---

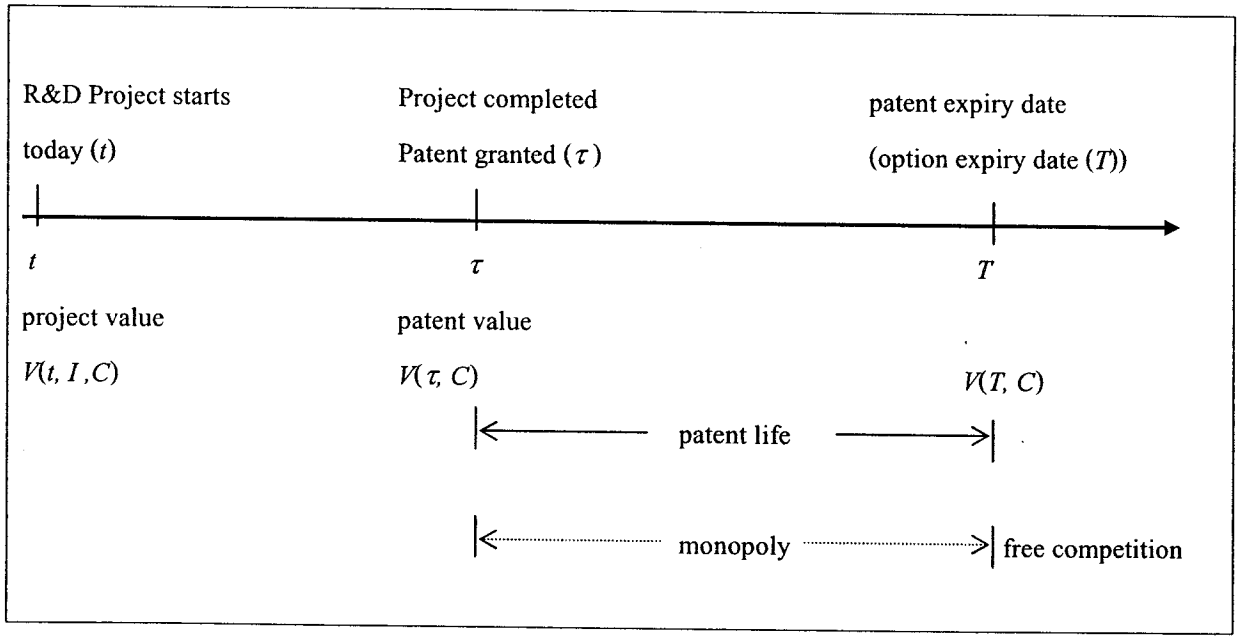
[8] ผู้สนใจสามารถศึกษาจากตำรา Auction Theory หรือ Advanced Microeconomic Theory หรือ Game Theory มาตรฐานทั่วไป เช่น Microeconomic Theory ของ Mas-Colell, Whinston, and Green หรือ Game Theory ของ Fudenberg and Tirole

การเริ่มนับถอยหลังของอายุ option ที่ทำให้มูลค่าสิทธิบัตรลดลง) จึงเป็นแนววิธีที่เหมาะสมวิธีหนึ่งในการบริหารทรัพย์สินทางปัญญา

2. การวิเคราะห์โครงการวิจัยและพัฒนาสิทธิบัตร

ในการตัดสินใจลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาสิทธิบัตร (Research and Development, R&D) เป็นการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนมากกว่าการประเมินมูลค่าสิทธิบัตรที่ได้รับอนุมัติสิทธิบัตรแล้วมากและเป็นการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์มากกว่า เนื่องจากมีปัจจัยความไม่แน่นอนอื่นๆ มาเกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น ที่สำคัญได้แก่ ต้นทุนของโครงการ R&D ซึ่งมีความไม่แน่นอนสูง โอกาสที่โครงการจะไม่สำเร็จซึ่งเป็นการลงทุนเปล่า และระยะเวลาที่คาดว่าโครงการ R&D จะประสบความสำเร็จ ดังนั้นโครงการ R&D จึงมี embedded options อื่นๆ นอกเหนือจาก option to defer เช่น

- สิทธิในการลดขนาดโครงการ (Option to Contract)
- สิทธิในการปิดกิจการชั่วคราว (Option to Temporarily Shut Down and Restart Operations)
- สิทธิในการเลิกโครงการ (Option to Abandon for Salvage Value)



สำหรับความยืดหยุ่นในการตัดสินใจโครงการที่เจ้าของโครงการวางแผนและลงทุนสร้างขึ้นเองประกอบด้วย

- สิทธิในการขยายขนาดการลงทุน (Option to Expand Capacity หรือ Build Growth Option)

- สิทธิในการระงับการลงทุนกลางคัน (Option to Default during Construction หรือ Time-to-Build Option) สำหรับโครงการที่มีการลงทุนเป็นแต่ละขั้น (Staged Investment)
- สิทธิในการเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิต (Option to Switch Technology) โดยการเปลี่ยนการใช้ inputs และ/หรือ เปลี่ยนการผลิต outputs

อย่างไรก็ดีการวิเคราะห์ปัญหาโครงการ R&D นี้สามารถใช้หลักการ Option Pricing เดียวกัน โดยในกรณีนี้จะเป็น Multi-factor Model เช่น ให้มูลค่าการลงทุนในโครงการ R&D (I) เป็น factor ที่สองเพิ่มจากมูลค่ากระแสเงินสด (C) ดังนั้นแบบจำลองจะเริ่มจากการสมมติ price process ของทั้งสองปัจจัย เช่น

$$dI = \alpha_I I dt + \sigma_I I dW_1$$
$$dC = \alpha_C C dt + \sigma_C C dW_2$$

โดยอาจกำหนดให้ stochastic part ของทั้งสอง factor มีความสัมพันธ์กันหรือ

$$(dW_1)(dW_2) = \rho dt$$

จากนั้นเพื่อวิเคราะห์มูลค่าของโครงการลงทุนนี้ $V(t, K, C)$ ก็สามารถมองได้เป็น option ของการลงทุนเพื่อให้ได้กระแสเงินสดในอนาคต ก็สามารถประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณราคา option ได้ ดังนั้นถ้าสามารถทราบหรือประเมินมูลค่าโครงการได้ก็จะสามารถใช้ตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เช่น

- การจัดสรรงบประมาณสำหรับโครงการวิจัยและพัฒนา ทั้งสำหรับองค์การภาคเอกชนและภาครัฐ
- การตัดสินใจในเชิงกลยุทธ์เกี่ยวกับการลงทุนใน R&D เช่น ระดับการลงทุน (scale) ช่วงเวลาที่จะลงทุน (timing) การระงับ/ชะลอ/ขยาย/ลดขนาดโครงการ (abandonment/deference/expand/contract) เป็นต้น
- การประเมินความเสี่ยงของโครงการเพื่อการ financing สำหรับสถาบันการเงิน

การวิเคราะห์โครงการวิจัยและพัฒนาด้วยวิธีการ option pricing จึงเป็นแนวทางการวิจัยในอนาคตที่จะมีความสำคัญมากขึ้นและเริ่มเป็นที่ยอมรับมากขึ้นเนื่องจากสามารถใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้นในหลายขอบเขต

บรรณานุกรม

1. Amram, M., and N. Kulalitaka. (1999). Real Options: Managing Strategic Investment in An Uncertainty World. Harvard Business School Press: Boston, M.A.
2. Barney, J. A. (2001). Comparative Patent Quality Analysis: A Statistical Approach for Rating and Valuing Patent Assets. White Paper. PatentRatings: LLC, California.
3. Barone-Adesi, G., and R. Whaley. (1987). Efficient Analytic Approximation of American Option Values. Journal of Finance. 42(2), 301-320.
4. Black, F., and M. Scholes. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy. 81. 637-659.
5. Boyarchenko, S., and S. Levendrskii. (2004). Practical Guide to Real Options in Discrete Time. Working Paper. University of Texas at Austin.
6. Brennan, M. J., and E. S. Schwartz. (1985). Evaluating Natural Resource Investments. Journal of Business. 58. 135–157.
7. Campbell, J. Y., A. W. Lo, and A. C. Mackinlay. (1997). The Econometrics of Financial Markets. Princeton University Press: New Jersey.
8. Capinski, M., and W. Patena. (2002). Real Options–Realistic Valuation. Working Paper. National Louis University.
9. Copeland, T., T. Koller, and J. Murrin. (2000). Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. 3rd edition. John Wiley & Sons: New York.
10. Cox, J., S. Ross, and M. Rubinstein. (1979). Option Pricing: A Simplified Approach. Journal of Financial Economics. 7. 229-263.
11. Davidson, R., and J. G. MacKinnon. (1993). Estimation and Inference in Econometrics. Oxford University Press: New York.
12. Duffie, D. (1992). Dynamic Asset Pricing Theory. Princeton University Press: New Jersey.
13. Fernández, P. (2001). Valuing Real Options–Frequently Made Errors. Working Paper. IESE Business School.
14. Hubalek, F., and W. Schachermayer. (2001). The Limitations of No-Arbitrage Arguments for Real Options. International Journal of Theoretical and Applied Finance. 4(2). 361-373.

15. Joia, L. A. (2000). Measuring Intangible Corporate Assets: Linking Business Strategy with Intellectual Capital. Journal of Intellectual Capital. 1. 68-84.

16. Luenberger, D. G. (1998). Investment Science. Oxford University Press: New York.

17. Mard, M. J., S. Hyden, and J. S. Rigby Jr. (2000). Intellectual Property Valuation. Technical Paper (Online). Financial Valuation Group, California. Available URL:www.fvginternational.com

18. Merton, R. C. (1990). Continuous-Time Finance. Blackwell Publishers: Oxford.

19. Myers, S. (1977). Determinants of Corporate Borrowing. Journal of Financial Economics. 5. 91–119.

20. National Academy of Public Administration. (1999). Designing Outcome Measures at the U.S. Patent and Trademark Office. A report on projects managed by the center for improving government performing for the U. S. Patent and Trademark Office: Washington D. C.

21. Shaw, W. T. (1998). Modelling Financial Derivatives with Mathematica: Mathematical Models and Benchmark Algorithm. Cambridge University Press: Cambridge.

22. Smith, J. E., and R. F. Nau. (1995). Valuing Risky Projects: Option Pricing Theory and Decision Analysis. Management Science. 41. 795–816.

23. Smith, J. E., and K. F. McCardle. (1998). Valuing Oil Properties: Integrating Option Pricing and Decision Analysis Approaches. Operations Research. 46. 198–217.

24. Stewart, T. A. (1997). Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations. Currency Doubleday: New York.

25. Svensson, R. (2002). Commercialization of Swedish Patents – A Pilot Study in the Medical and Hygiene Sector. Working Paper. The Research Institute of Industrial Economy. Stockholm. Sweden.

26. Technology Transfer and Research Committee. (2000). Technology Transfer in U. S. Research University: Dispelling Common Myths. Occasional Paper. Council on Governmental Relations. Washington D. C.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นาย กฤตภาส สุปัญญาโชติสกุล

Mr. Krittabhas Supanyachotesakul

ตำแหน่ง อาจารย์

หน่วยงาน สาขาเทคโนโลยีการจัดการ สำนักเทคโนโลยีสังคม โทรศัพท์ 4517

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรีบริหารธุรกิจ สาขาการตลาด คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาการเงิน คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ph.D. Candidate in Economics (majors: Financial Economics, Monetary Economics, and Econometrics), Department of Economics, Texas A&M University

สาขาที่ชำนาญ Mathematical Finance และ Applied Statistics

วันที่เริ่มปฏิบัติงานที่ มทส. 17 กรกฎาคม 2543