

การประชุมวิชาการ “ศาสตราจารย์สังเวียน อินทรวิชัย ด้านตลาดการเงินไทย” ครั้งที่ 25 ประจำปี 2560

A Real Option Model for the Valuation of PPP Projects

Ravi Lonkani,
Chiang Mai University, Chiang Mai

ประเด็นการนำเสนอ

- เรื่องราวของ **PPP**: ความหมาย ความสำคัญ
- การประเมินโครงการกับสิ่งที่ขาดหาย
- ฐานความรู้เพื่อความเข้าใจใน ออปชั่น **Real Option**
- ชวนมองออปชั่นตามมุมมองของ **Real Option**
- แบบจำลองการประเมินโครงการพีพีพีด้วย **Real Option**

'สมคิด' สั่งเร่งโครงการระบบราง 7.64 แสนล้านบาท หยอดเปิดประมูลปีหน้า ชี้เดิน ตอกเสาเข็มรถไฟฟ้าไทย-จีนภายในปีนี้ พร้อมสั่งรฟม.ศึกษาพีพีพีแถมโคราช- ขอนแก่น 4.7 หมื่นล้านบาท



กทพ.เร่งเปิดประมูล พีพีพีทางด่วนภูเก็ต-ป่าตอง เงินลงทุน 1.4 หมื่นล้านบาท
บอร์ดเร็ว ๆ นี้

สมัครสมาชิกสำหรับการเข้าถึงเต็มรูปแบบ, สมัครวันนี้

สมัครสมาชิก

เปิดเอกชนร่วมทุนโลจิสติกส์ชายแดน

อุตสาหกรรม

บอร์ด พีพีพี ไฟเขียวให้เอกชนร่วม
ลงทุนในโครงการศูนย์การขนส่งชายแดน
จังหวัดนครพนม ดำเนินการตาม พ.ร.บ.พี
พีพี พร้อมรับทราบพัฒนาพื้นที่บริเวณ
สถานีกลางบางซื่อแปลงเอ ของ รฟท.
ช่วยเพิ่มรายได้ที่ไม่ใช่รายได้หลัก เร่งดัน 8
โครงการ พีพีพี ฟลัดแทรค ตามเงื่อนไข
เวลา



MATCHON INFORMATION CENTER		Subject Heading :
Source :	ไทยโพสต์	
Date :	5 ส.ค. 2557	No : 57367514

รฟม.เปิดเดินรถสีม่วงปลายปี59

ไวเร็วกว่ากำหนด6เดือน

สคร.เร่งกม.'PPP'8ฉบับ

พระราม 9 ● รฟม.เผยงานระบบรถไฟฟ้าสีม่วงเหนือ บางใหญ่-เตาปูน คิดหน้า 93.07% เร็วกว่าแผนที่กำหนด 3-6 เดือน คาดทดสอบวิ่งฟรีในปี 58 ก่อนเปิดบริการเชิงพาณิชย์ปลายปี 59 พร้อมโชว์โฉมรถไฟฟ้าต้นแบบของญี่ปุ่น ด้าน สคร.เร่งคลอดกฎหมายลูก PPP 8 ฉบับ รองรับเอกชนร่วมทุนกิจการของรัฐและรัฐวิสาหกิจ เปิดแผนแบ่งค่า 20% พร้อมคัดลอกองทุนโครงสร้างพื้นฐาน รฟม. 1.6 หมื่นล้านบาท ต้นปี 2558



พลเอก รังสรรค์ หนองบัว

ลุยตอกเข็มเชื่อม ศรีรัช-แจ้งวัฒนะ ต่างชาติปลื้มPPP

รารดาเนิน ● BEM ได้ฤกษ์ตอกเสาเข็ม 1 ส.ค.60 สร้างเชื่อมทางศรีรัช-แจ้งวัฒนะ คาดเปิดให้บริการต้นปี 62 ด้าน สคร.ปลื้มต่างชาติยก "PPP fast track" ไทยเป็นโครงการต้นแบบลงทุน

ภาค ผู้อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (สคร.) กล่าวว่า สคร.ได้รับเลือกจากกลุ่มประเทศสมาชิกความร่วมมือทางเศรษฐกิจเอเชีย-แปซิฟิก ให้นำเสนอโครงการ

MATCHON INFORMATION CENTER		
Source :	ประชาชาติธุรกิจ	
Date :	3 ส.ค. 2558	Page : 10
No:	58565457	

ปลุกผีหมอชิตเปิดทางเสียน้ำลุยคอมเพล็กซ์

ดึงเอกชนประมูลมักกะสัน-เจ้าสัวเจริญสุขศูนย์ประชุมสิริกิติ์50ปี

กรมธนารักษ์ปลุกผีที่ราชพัสดุทั่วประเทศ เงินที่ดินแปลงใหม่เข้า PPP Fast Track ดึงเอกชนร่วมลงทุนพัฒนาโครงการ คาดปีหน้าเห็นรูปธรรมชัดเจน ลุยเจรจา "บางกอกเทอร์มินอล" ปิดพื้นที่ดินหมอชิต 63 ไร่ มูลค่า 1.5 หมื่นล้าน เร่งออกแบบ พิมพ์เขียว "มักกะสัน" ปั่นปอดแห่งใหม่ สนองนโยบาย คสช. ขยายสัมปทาน ศูนย์ประชุมสิริกิติ์เป็น 50 ปี เปิดทาง "เจ้าสัวเจริญ" ขึ้นโปรเจกต์เฟส 2 รับ สวนเบญจกิติสร้างเพิ่ม 310 ไร่ เตรียม เปิดหน้าท่าพัฒนาท่าเรือสงขลาและ ภูเก็ตฮัมมิงเบิร์ดอาเซียน

จะมี 3 องค์ประกอบ 1.พื้นที่อสังหาริมทรัพย์ 30 ไร่ 2.พื้นที่สวน ประกอบด้วยบึงมักกะสัน เลนจักรยาน และพื้นที่สีเขียวพื้นที่ 150 ไร่ และ 3.พื้นที่เชิงพาณิชย์เฟสแรก 140 ไร่ รวมกับลานจอดรถ และถนนเข้าออก ส่วนอีก 177 ไร่จะพัฒนาในเฟส 2 ระยะเวลาถัดไป แต่จะพยายามเร่งรัดให้ ร.ฟ.ท.ส่งมอบพื้นที่เฟสที่ 2 ให้โดยเร็วเพื่อจะได้เปิดประมูลพัฒนาโครงการต่อไป "ที่ดินมักกะสันเนื่องจากเป็นที่แปลงใหญ่ ปีหน้าจะเร่งออกแบบให้เสร็จ จะทำคู่ขนานกับการแก้ไขกฎหมายการเช่าจากเดิม 50 ปีเป็น 99 ปี จากนั้นถึงจะร่าง

เร่งฟื้นฟูโปรเจกต์ที่ดินหมอชิต

นายเอกวิทย์กล่าวอีกว่า นอกจากนี้มีที่ราชพัสดุบริเวณ "สถานีหมอชิตเก่า" พื้นที่ 63 ไร่ จะเห็นภาพชัดเจน ขณะนี้กรมอยู่ระหว่างเจรจากับคู่สัญญาเดิม คือ บริษัทบางกอกเทอร์มินอล จำกัด (BKT) หลังจากกรมได้จ้างที่ปรึกษาวิเคราะห์โครงการใหม่ให้สอดคล้องกับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครที่กำหนดให้พื้นที่มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน(FAR) อยู่ที่ 8:1 ลดลงจากเดิมทำให้มีพื้นที่ใช้สอยเหลืออยู่ที่ 711,412 ตารางเมตร รูปแบบโครงการที่เหมาะสมประกอบด้วย อาคารสำนักงาน เซ็นทรัล

PPP: กลยุทธ์ใหม่ของการลงทุนที่รัฐเดิมพัน?

คงไม่อาจปฏิเสธได้ว่า โครงสร้างพื้นฐานสำคัญหลายอย่างของประเทศ ทั้งระบบขนส่ง ระบบสาธารณสุข

หรือระบบการศึกษา ไม่ได้ได้รับการพัฒนาอย่างจริงจังมาเป็นเวลานาน ขาดความต่อเนื่องของการลงทุนขนาดใหญ่มานับสิบปี จากที่สัดส่วนการลงทุนภาครัฐเคยสูงถึงประมาณ 40% ต่อ GDP ก่อนช่วงวิกฤตปี 2540 ก็กลับมาฟื้นตัวได้ช้ากว่าประเทศอื่นๆ โดยปัจจุบันมีสัดส่วนเพียง 24% ต่อ GDP ส่งผลให้คุณภาพของโครงสร้างพื้นฐาน ที่ประเมินโดยสถาบันจัดอันดับความสามารถในการแข่งขัน ทั้ง World Economic Forum และ IMD ต่างมีแนวโน้มลดลง

อย่างไรก็ดี ความหวังที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงดูจะสดใสมากขึ้น จากที่รัฐมีความพยายามเร่งรัดโครงการลงทุนออกมาจำนวนมาก โดยหนึ่งในนโยบายที่รัฐบาลให้ความสนใจเป็นพิเศษคือ การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน หรือ **Public Private Partnerships (PPP)** ซึ่งคิดเป็นกว่า 20% ของแผนลงทุนโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด จึงอาจสร้างคำถามให้กับสังคมว่า PPP เป็นทางเลือกที่คุ้มค่าและเป็นประโยชน์สำหรับประเทศในระยะยาวจริงหรือ

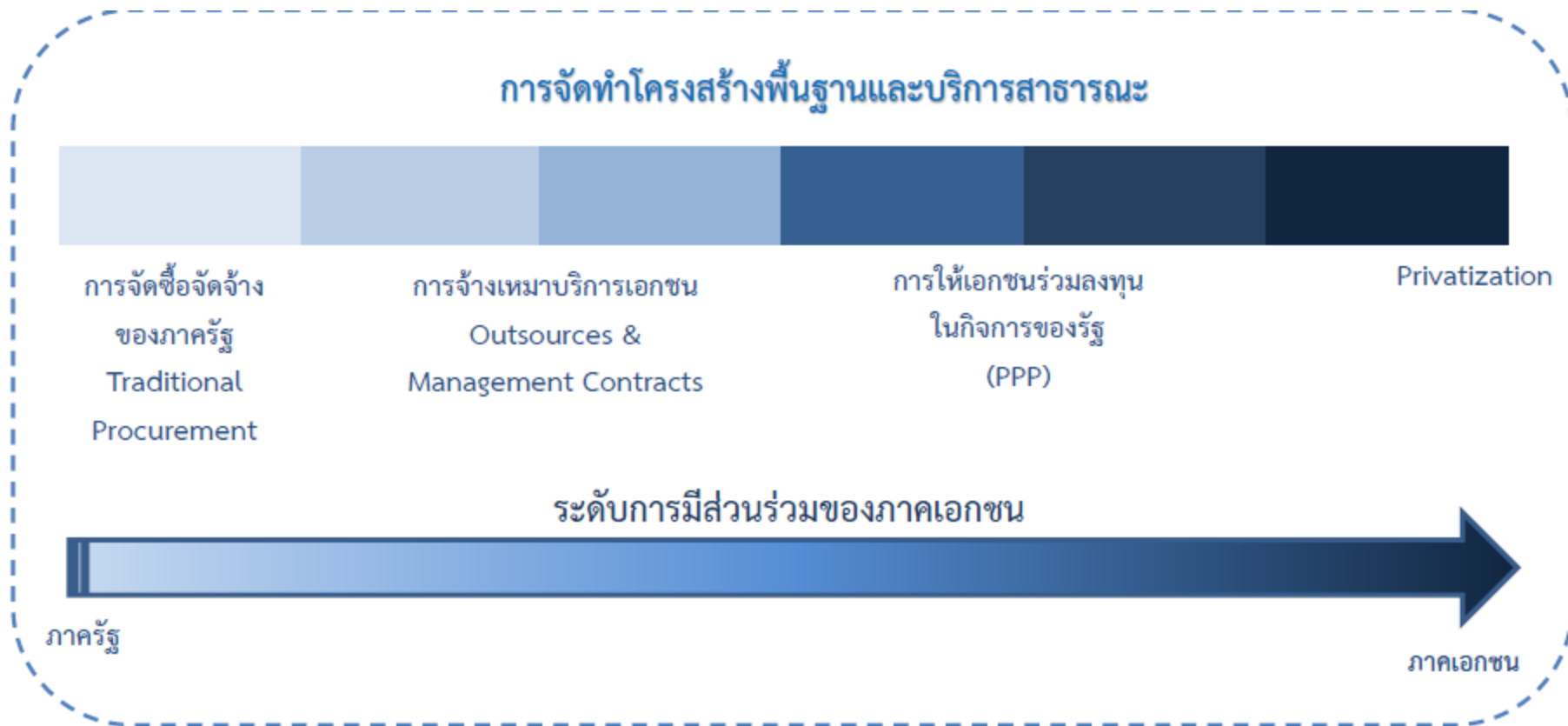
ทำความเข้าใจกับ PPP

PPP เป็นการร่วมกันพัฒนาและให้บริการสาธารณะของภาครัฐและเอกชน ซึ่งบริษัทเอกชนอาจเป็นผู้ให้บริการ บริหารระบบ หรือก่อสร้างงานโยธาก็ได้ โดยทั้งสองฝ่ายจะมีการจัดสรรผลประโยชน์และความเสี่ยงร่วมกัน ทั้งที่เป็นรูปแบบ (1) **Net Cost** คือเอกชนได้รับสิทธิ์ในการจัดเก็บรายได้ และจัดสรรผลตอบแทนบางส่วนให้แก่ภาครัฐตามข้อตกลง ซึ่งเอกชนจะต้องรับความเสี่ยงจากผลดำเนินงานทั้งหมด หรือ (2) **Gross Cost** ภาครัฐจัดเก็บรายได้ทั้งหมด และชดเชยค่าตอบแทนให้บริษัทเอกชนตามค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินงาน (Full Operating Cost) แบบคงที่ (Fixed Payments)

พีพีพี (PPP: Public Private Partnership)

โครงการความร่วมมือภาครัฐและภาคเอกชน (**Public-Private Partnership**) เป็นโครงการที่ภาคเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมกับภาครัฐใน การจัดสร้าง ปรับปรุงและพัฒนา บริหารจัดการ สาธารณูปโภคและ สาธารณูปการขั้นพื้นฐานและบริการที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ให้แก่ประชาชน ภายใต้ กรอบความเสี่ยงและระยะเวลาที่กำหนด

ความเกี่ยวข้องของภาครัฐ และ เอกชน



พระราชบัญญัติการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ พ.ศ. 2556

- **มาตรา 4**

- กิจการของรัฐ ---กิจการที่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หน่วยงานอื่นของรัฐหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหน่วยใดหน่วยหนึ่งหรือหลายหน่วยร่วมกัน
- กิจการที่จะต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติหรือทรัพย์สินของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หน่วยงานอื่นของรัฐ หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- ร่วมลงทุน หมายถึง ร่วมลงทุนกับเอกชนไม่ว่าโดยวิธีใด หรือมอบให้เอกชนลงทุนฝ่ายเดียว โดยวิธีอนุญาต หรือให้สัมปทาน หรือให้สิทธิ ไม่ว่าลักษณะใด
- โครงการ หมายความว่า การลงทุนในกิจการของรัฐ

- **มาตรา 6 หลักการที่ต้องคำนึง**

- ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการดำเนินกิจการ
- การยึดถือวินัยการเงินและการคลัง
- ประโยชน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจจากการดำเนินโครงการ
- ความโปร่งใสในกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้อง
- การจัดสรรความเสี่ยงที่เหมาะสมของโครงการระหว่างรัฐกับเอกชน
- สิทธิและประโยชน์ของผู้รับบริการและผู้ให้บริการ
- การส่งเสริมการแข่งขันอย่างเป็นธรรมระหว่างเอกชนที่ประสงค์จะร่วมลงทุน

พี พี พี

- โครงการสร้างที่เกี่ยวกับระบบสาธารณูปโภค
 - การก่อสร้างระบบราง ทางด่วน ท่าเรือ สนามบิน ระบบน้ำ
 - โรงงานไฟฟ้า น้ำประปา
 - โรงเรียน โรงแรม โรงพยาบาล
- คาดการณ์ว่าการลงทุนด้วยรูปแบบ พีพีพีจะขยายตัวอย่างมากในอนาคตข้างหน้า
- การพัฒนาของ พี พี พี เห็นได้ในแทบทุกประเทศที่ต้องการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานไปพร้อมกัน

ข้าเลื่องดู พืพืพื ในไทยที่ผ่าน ๆมา

14/6/2556	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีม่วง(สัญญาที่4)	บางใหญ่-บางซื่อ
14/6/2556	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีม่วง(สัญญาที่4)	บางใหญ่-บางซื่อ
20/2/2557	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีม่วง	บางซื่อ-บางใหญ่
5/8/2557	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีม่วง(สัมปทานการเดินทางรถสัญญาที่4)	
17/8/2558	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีม่วง	เตาปูน-บางซื่อ
	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ. บีทีเอส กรุ๊ป โฮลดิ้งส์ จก. และ บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีเขียว	บางรี-สมุทรปราการ และ ช่วงหมอชิต- สะพานใหม่-คูคต
13/10/2558	บ.ผลิตไฟฟ้าราชบุรีโฮลดิ้ง จก	บ.พีริโซซ คอร์ปอเรชั่น จก.	บ.สงขลา ไบโอมอส จก(โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก)	อ.จะนะ อ.เทพา อ.นา ทวี อ.สะบ้าย้อย จ. สงขลา
6/11/2558	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม.)	บ.รถไฟฟ้ากรุงเทพ จก	รถไฟฟ้าสายสีม่วง	เตาปูน-บางซื่อ
9/11/2558	บ. ราชบุรีพลังงาน จก	บ.พีริโซซ คอร์ปอเรชั่น จก.	บ.สงขลา ไบโอมอส จก(โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก)	ด.ขุนตืดหวาย อ.จะนะ จ.สงขลา
3/12/2558		บ. เอ็น. ซี. ซี. แมนเนจเม้นท์ แอนด์ ดีเวลลอปเม้นท์ จก	แผนพัฒนาโครงการศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์	บริเวณศูนย์การประชุม แห่งชาติสิริกิติ์
5/12/2559	กรมธนารักษ์	บ.ไทยออยล์	พัฒนาโรงกลั่น บนที่ดินราชพัสดุ	อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี
6/12/2559	กรมธนารักษ์	บ.ไทยออยล์	พัฒนาโรงกลั่นและผลิตน้ำมันคุณภาพสูง บนที่ดินราชพัสดุ	อ่าวอุดม อ.ศรีราชา
12/5/2559	กรมธนารักษ์	บ.ไทยออยล์	ก่อสร้างโรงกลั่นน้ำมัน	พื้นที่ราชพัสดุ อ.ศรี ราชา จ.ชลบุรี
12/5/2559	กรมธนารักษ์	บ.ไทยออยล์	ก่อสร้างโรงกลั่นน้ำมันของบ.ไทยออยล์	พื้นที่ราชพัสดุ อ.ศรี ราชา จ.ชลบุรี
1/8/2560		บ.ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จก.(BEM)	โครงการทางเชื่อมทางพิเศษ สายศรีรัช-วงแหวนรอบนอกฯ ทางพิเศษศรีรัชด้านทิศเหนือ(แจ้งวัฒนะ)	
23/10/2560	บ.แอร์บัส จก	บ.การบินไทย	โครงการศูนย์ซ่อมอากาศยานอู่ตะเภา	10
26/10/2560	บ.แอร์บัส จก	บ.การบินไทย	โครงการศูนย์ซ่อมอากาศยานอู่ตะเภา	

ลักษณะร่วมของโครงการ พี พี พี

- ขนาดใหญ่ ใช้เงินลงทุนสูง
- อายุยาว
- ความเสี่ยงสูง
 - ความไม่แน่นอนของอุปสงค์ อุปทาน
 - ความไม่แน่นอนของสถานการณ์ทางเศรษฐกิจ การเมือง
 - องค์กักริเสธะ นโยบายของรัฐ
 - ฯลฯ

ชวนคิดเรื่อง พี่ พี่ พี่: นาย เอก(ชน) จะแต่งงานกับ นางสาว รัฐ (บาล)

- นาย เอก---- ทำงานเก่ง พอมิตั้งค์
- นางสาวรัฐ---รวย รวย มีธุรกิจครอบครัวยิ่งใหญ่โต
- ลองมองความต้องการของทั้งสองฝ่าย
 - มองจากมุมมอง นางสาวรัฐ
 - มองจากมุมมอง นายเอก
 - มองในฐานะญาติของทั้งสองฝ่าย

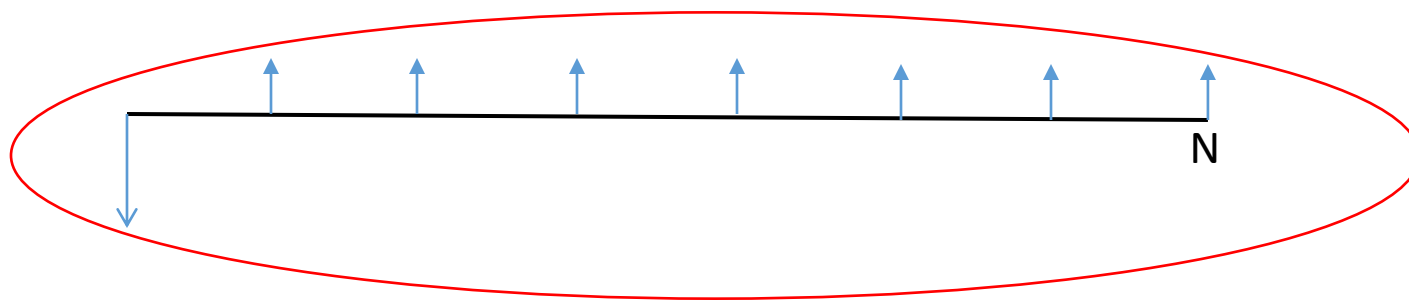
การลงทุนทุกรูปแบบต้องการ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าโครงการ

การวิเคราะห์โครงการรูปแบบเดิม

เกณฑ์ตัดสินใจ โครงการมี **NPV +**

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{\text{กระแสเงินสดอิสระ}_t}{(1+k)^t}$$

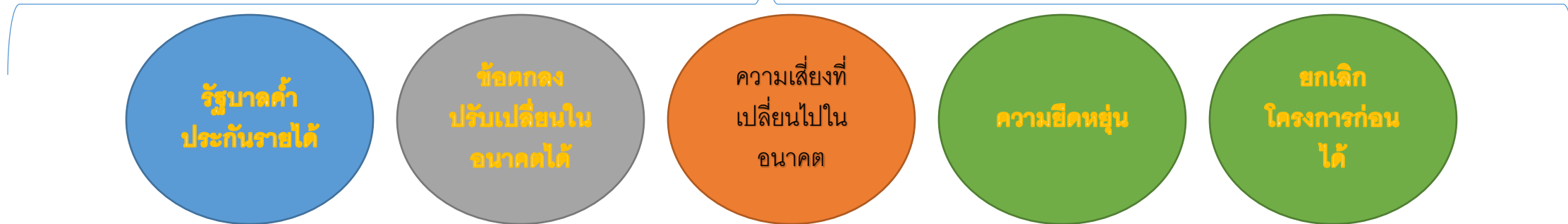


- กระแสเงินสดอิสระของโครงการเกิดจากการคิดค่าเฉลี่ยของกระแสเงินสดถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็นของการเกิดกระแสเงินสดนั้น
- ถือว่าโครงการมีอายุเท่ากับระยะเวลาการดำเนินโครงการ กระแสเงินสดทุกงวดถูกนำมาคำนวณ
- คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราคิดลดปรับเปลี่ยนตามความเสี่ยง ถ้าโครงการเสี่ยงมากความคุ้มค่าโครงการลดลง

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{\text{กระแสเงินสดอิสระ}_t}{(1+k)^t}$$

'Take it or leave it'

สิ่งที่ปรากฏใน พีพีพี



ไม่ถูกนับรวมในวิธีการคำนวณ **Traditional NPV**

พีพีพีจึงต้องการ

การวิเคราะห์โครงการที่เหมาะสม



Dynamic



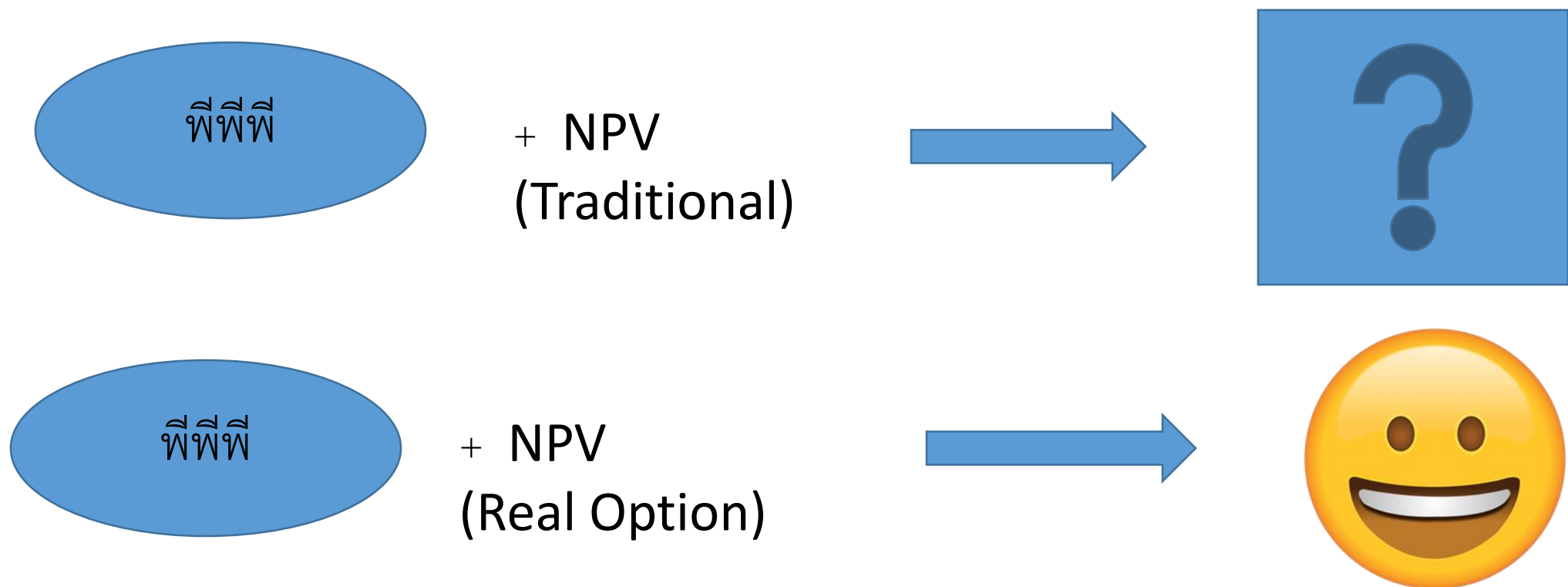
Flexibility

ออพชันที่แท้จริง (Real Option)

อปชันที่แท้จริง (Real Option)

- ออปชันบนสินทรัพย์ที่แท้จริง (Real Asset)
- **Real Option** จึงเป็นเทคนิคการวิเคราะห์โครงการที่แก้ปัญหการวิเคราะห์โครงการรูปแบบเดิม
 - มีความเป็นพลวัต
 - คำนึงถึงความยืดหยุ่น

Real Option ตอบโจทย์ ปี่ปี่



ออปปัฒนทาการเงน

ทบทวนความรู้เบื้องต้น

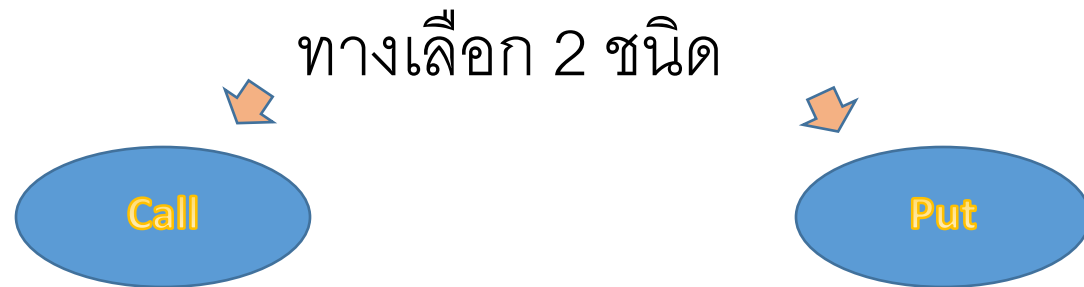
ตราสาร/สัญญาที่ให้สิทธิหรือทางเลือกกับผู้ถือ ในเวลาที่กำหนด

ทางเลือกออกป้อนสองชนิด ทางเลือกที่จะซื้อ (คอลออกป้อน) กับ ทางเลือกการขาย (พุทออกป้อน)

สิ่งที่ถูกเลือกของออกป้อนทางการเงิน สินทรัพย์อ้างอิง (underlying asset)



ผลตอบแทนของทางเลือก



ถ้าให้ S_T คือราคาสินทรัพย์แท้จริง (หุ้น)
 X คือราคาใช้สิทธิที่กำหนดในสัญญา

ณ เวลาสิ้นสุดอายุ 옵션 T

$$\text{ผลตอบแทนคอลลออปชัน} = \max(S_T - X, 0)$$

$$\text{ผลตอบแทนพุทอปชัน} = \max(X - S_T, 0)$$

แบบจำลองการประเมินราคาอปชัน (ทางเลือกที่แท้จริง)

- Black-Scholes

- Binomial

ทั้งสองวิธีใช้ประเมินราคาทางเลือกได้และมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน

ราคาของทางเลือก (Option Premium)

Black-Scholes Option

$$C = Se^{-qT}N(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2)$$

$$P = Xexp^{-rT}N(-d_2) - Se^{-qT}expN(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

ราคาอปชั่นการซื้อ C ราคาอปชั่นการขาย P

ราคาปัจจุบันของหุ้น S

ราคาใช้สิทธิ X

เวลาของสัญญา T

ความผันผวนของผลตอบแทนหุ้น σ

อัตราดอกเบี้ยที่ไม่มีความเสี่ยง r

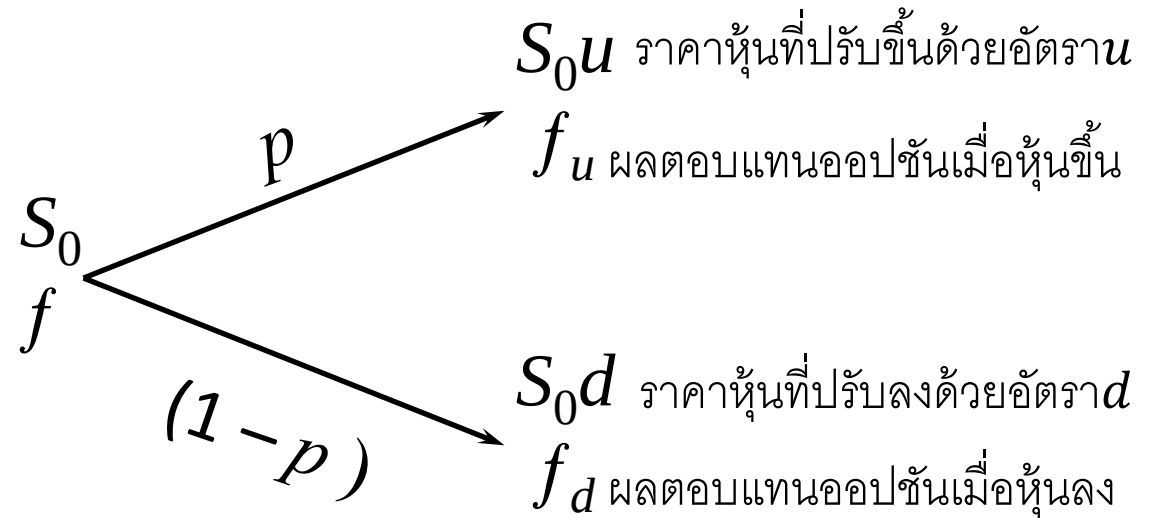
อัตราของผลตอบแทนที่ได้รับ q

Binomial Option

$$f = [pf_u + (1-p)f_d]e^{-rT}$$

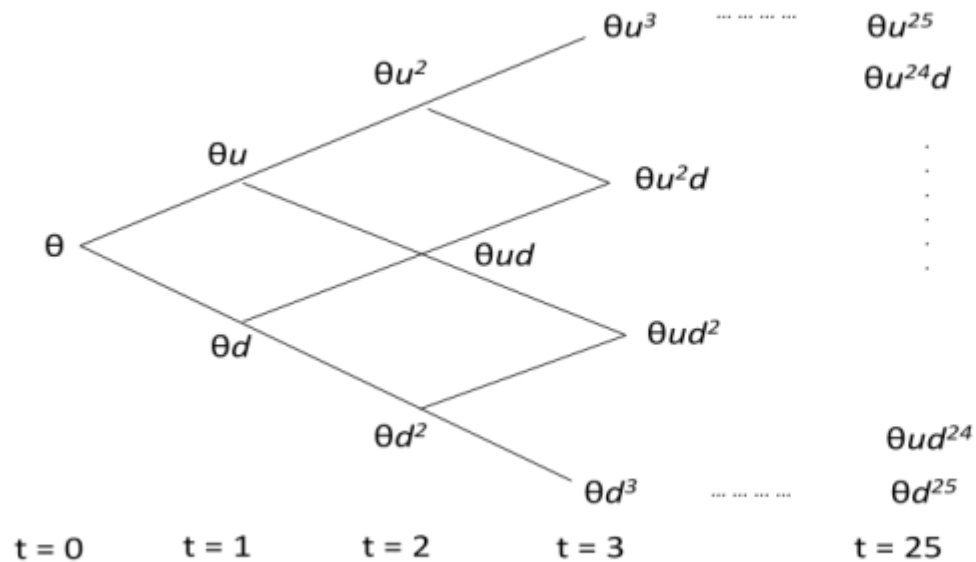
โดยที่

$$p = \frac{e^{(r-q)T} - d}{u - d}$$



ราคาทางเลือก (Option Premium)

Binomial Option θ : Traffic Tree



Cox, Ross and Rubinstein Binomial Tree

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$q = \frac{e^{(r-\delta)\Delta t} - d}{u - d}$$

ราคาของทางเลือก (Option Premium)

Binomial Option Price: สมมติเป็น คอลลอปชั่น n = จำนวนรอบของไบนารีเมียม, k คือ path ของราคาอปชั่น

► Let

► $q(k)$ be the risk-neutral probability of $u^k d^{n-k} S$.

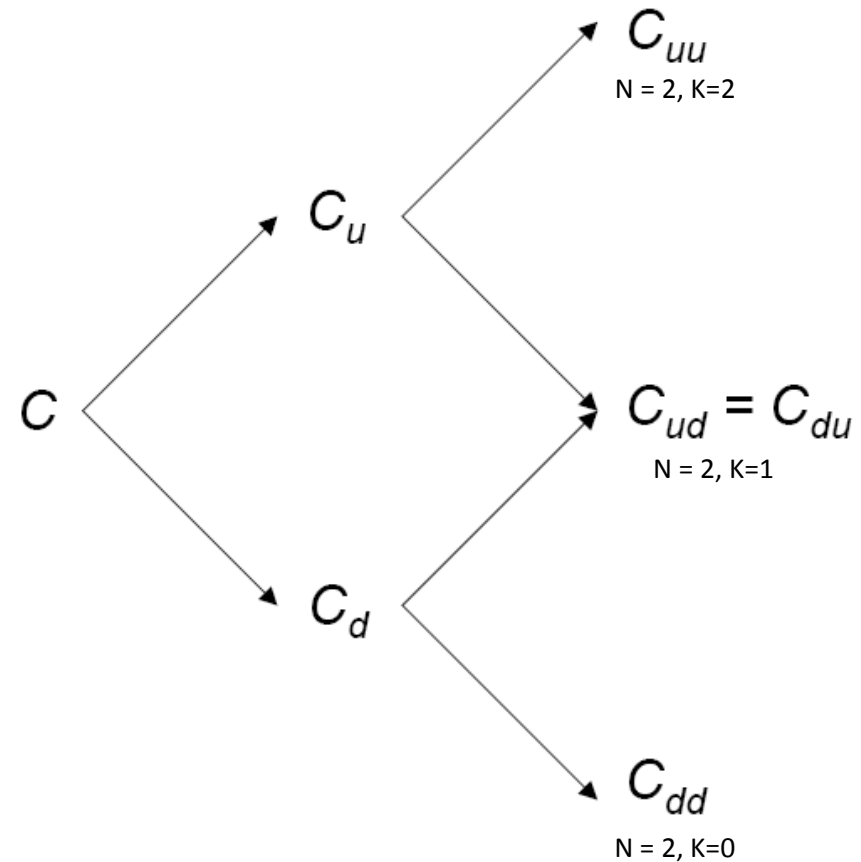
► Let $C(k)$ be the call payoff at $u^k d^{n-k} S$.

$$q(k) = \frac{n!}{(n-k)!k!} q^k (1-q)^{n-k}$$

$$C(k) = \max\{u^k d^{n-k} S - K, 0\}.$$

The initial value of the call is

$$C = \frac{1}{R^n} \sum_{k=0}^n q(k) C(k)$$



การประยุกต์ใช้ออปชันที่แท้จริง

- มองทางเลือกที่เกิดขึ้นให้สอดคล้องกับออปชันบนหุ้น
- คำนวณมูลค่าออปชัน

ทางเลือกการดำเนินโครงการ

Type of Real Option	Description
Option to Wait	To wait to determine if a 'good' state-of-nature obtains
Option to Abandon	Shutting down the project if it proves non-viable down the road
Option to Expand	Increasing project scale should it be profitable
Option to Switch	After commencement of the project, there may be opportunities to switch to other technologies should they become value-enhancing.
Maturity Adjustments	Structure of some projects may be completed over flexible time frames.
Stop/Restart	Investment of some projects may be affected by market cycles. It may be valuable if the projects can be shutdown in the low-performance period,

ตัวอย่าง

สมมติราคาน้ำมันตอนนี้เป็น 40 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรลและค่าความผันผวนเท่ากับ 30% ต่อปี ถ้าการขุดเจาะเพื่อสำรวจว่าจะมีน้ำมันหรือไม่มีต้นทุน 5 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล และต้นทุนการกลั่นน้ำมันมีค่าเท่ากับ 30 เหรียญต่อบาร์เรล การสำรวจน้ำมันใช้ระยะเวลา 1 ปีบริษัทควรตัดสินใจอย่างไร สมมติว่าอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 3% และน้ำมันให้ผลตอบแทนเท่ากับ 1%

วิเคราะห์ทางเลือก

- ตัวแปรหลักที่เกี่ยวข้องคือ ราคาน้ำมัน
- ทางเลือกที่มีคืออะไร
 - ถ้าไม่ขุดเจาะสำรวจจะไม่มีทางเลือกเลย
 - ถ้าขุดเจาะสำรวจและต้องจ่ายเงิน 5 บาท รอไปอีก 1 ปีจะมีทางเลือกเกิดขึ้นคืออาจกลั่นน้ำมันที่ต้องลงทุน 30 บาท ถ้าคิดดูแล้วคุ้มหรือไม่ก็ไม่ต้องลงทุนเพราะไม่คุ้ม

ประเด็นที่ต้องคิดคือ ทางเลือกนี้คุ้มหรือไม่

มองโครงการให้เป็นอปชัน

คอลอปชัน มีผลตอบแทน $\text{Pay-off} = \max(P_1 - 30, 0)$

อปชันทางการเงิน: **Stock Option**

ราคาปัจจุบันของหุ้น

ราคาใช้สิทธิ

เวลาของสัญญา

ความผันผวนของผลตอบแทนหุ้น

อัตราดอกเบี้ยที่ไม่มีความเสี่ยง

อปชันที่แท้จริง: **Real Option**

- ราคาน้ำมัน
- ต้นทุนการกลั่นน้ำมัน
- เวลานั้นจนถึงวันที่จะต้องใช้สิทธิ
- ความผันผวนราคาน้ำมัน
- อัตราดอกเบี้ยที่ไม่มีความเสี่ยง

จากตัวแบบของ Black-Scholes

Inut	
S	40
K	30
r	3%
q	1%
v	30%
T	1
Find d1 and d2	
d1	1.17561
d2	0.87561
Find N(d1) and N(d2)	
N(d1)	0.88012
N(d2)	0.80938
N(-d1)	0.11988
N(-d2)	0.19062
Find Option Price	
C	11.291
p	0.914

ข้อสรุปคือ

ต้นทุนที่ทำให้มีทางเลือกนั้น (5)

คุ้มกับมูลค่าของทางเลือกที่ได้มา (11.29)

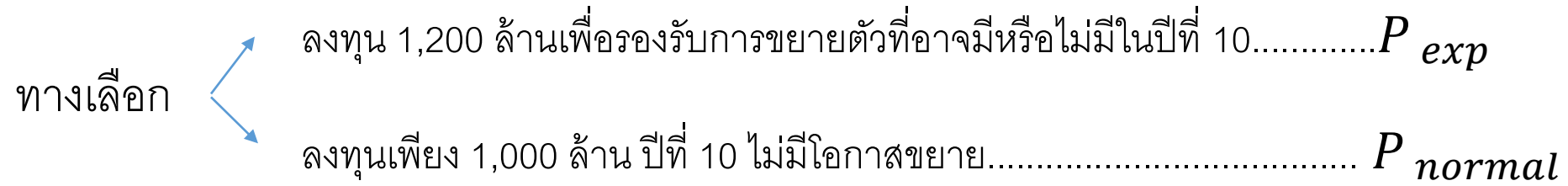
ควรตัดสินใจลงทุนเพื่อขุดเจาะน้ำมัน

ตัวอย่าง

โครงการสร้างทางด่วนโดยใช้ พีพีพี มูลค่า 1,000 ล้านบาท อายุโครงการ 50 ปี ของรัฐบาลของประเทศหนึ่ง
คิดอยู่ว่าจะลงทุนเพื่อไว้อีก 200 ล้านบาทเพื่อรองรับการขยายถนนที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในอีก 10 ปี ถ้าขยาย
เส้นทางจะต้องใช้เงินลงทุนอีก 500 ล้านบาท

คำถาม ควรลงทุน 200 ล้านบาทนี้หรือไม่

มองโครงการแบบอปชันที่แท้จริง



- Real Option Valuation:

At t_0 : Pay 200 and project manager has option to expand in T_{10} : Pay 500 and enjoy the Positive Cash Flow or ignore the expansion

Traditional Valuation

- ถ้า $E(P_{\text{exp}}) > 1,200$ or Positive NPV.....Expand
- ต้องประมาณการกระแสเงินสดในอนาคตโดยการประมาณค่าความน่าจะเป็นของการจะขยายหรือไม่ขยาย
ถนนวนแล้วประมาณการค่าเฉลี่ยของกระแสเงินสดที่ถ่วงน้ำหนักด้วยความน่าจะเป็น
- คิดลดด้วยอัตราที่เหมาะสมกับความเสี่ยง

มองในมุมมองอปชัน

- ถ้าไม่ลงทุน 200 ล้านวันนี้ ไม่มีโอกาสได้ขยายถนนในอีก 10 ปีข้างหน้า แต่ถ้าจ่ายเงินวันนี้อาจจะได้ขยาย หรือไม่ได้ขยายถนนขึ้นกับว่า ณ ตอนนั้น ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด P_T มีค่าเกินเงินที่ลงทุน (500) หรือไม่
- การลงทุนจึงเหมือนการซื้อคอลออปชันที่มีอายุ 10 ปี
- สินทรัพย์อ้างอิงคือค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่จะได้รับ (กระแสเงินสดส่วนเกินจากที่ลงทุนไปก่อนหน้านี้)

Payoff Option at year 10 = $\text{Max}(P_{10} - 500, 0)$, and

INVEST: 200 only when $C = C(P_{10}, 500, \sigma^2, T, r) > 200$

Black-Scholes Pricing

Inut	
S	600
K	500
r	3%
q	0%
V	30%
T	10
Find d1 and d2	
d1	0.85774
d2	0.55774
Find N(d1) and N(d2)	
N(d1)	0.80448
N(d2)	0.71149
N(-d1)	0.19552
N(-d2)	0.28851
Find Option Price	
C	137.459
p	26.945

ตัวอย่าง:พีพีพี ก่อสร้างทางด่วนให้สิทธิยกเลิกโครงการได้ในปีแรก

- พีพีพี ก่อสร้างทางด่วนให้สิทธิยกเลิกโครงการได้ในปีแรก
- เงินลงทุน **260,000,000** ยูโร
- ระยะเวลา **30** มีรายละเอียดดังตาราง

NPV				
	Initial estimation	Fluctuation	Variations	Period
Concession period	30 years			
Construction period	5 years			
Investment cost	260.000.000 €			
Discount factor	15 %			
Traffic volume	50.000 vehicle/day	Increase	10%	7-11 years
		''	5%	12-30 years
Toll	2 € (year 6)	Decrease	3,1%	7-10 years
		''	3,0%	11-14 years
		''	2,9%	15-18 years
		''	2,8%	19-22 years
		''	2,7%	23-26 years
		''	2,6%	27-30 years
Operating expenses	65% of the income (year 6)	Increase	5%	7-11 years
		''	7%	12-16 years
		''	9%	17-21 years
		''	10	22-26 years
		''	12	27-30 years

	Average Traffic Volume	Toll	Gross Revenues	Operating Expenses	Operating Income	Investment Cost	Discount Factor	Discounted Income	Discounted Investment Cost
1	0	0,00	0			52.000.000	0,8696		45.217.391
2	0	0,00	0			52.000.000	0,7561		39.319.471
3	0	0,00	0			52.000.000	0,6575		34.190.844
4	0	0,00	0			52.000.000	0,5718		29.731.169
5	0	0,00	0			52.000.000	0,4972		25.853.190
6	18.250.000	2,00	36.500.000	23.725.000	12.775.000		0,4323	5.522.985	
7	20.075.000	2,06	41.394.650	24.911.250	16.483.400		0,3759	6.196.721	
8	22.082.500	2,13	46.945.673	26.156.813	20.788.860		0,3269	6.795.915	
9	24.290.750	2,19	53.241.087	27.464.653	25.776.434		0,2843	7.327.271	
10	26.719.825	2,26	60.380.717	28.837.886	31.542.831		0,2472	7.796.905	
11	29.391.808	2,33	68.411.352	30.279.780	38.131.572		0,2149	8.196.123	
12	30.861.398	2,40	73.986.878	32.399.365	41.587.513		0,1869	7.773.004	
13	32.404.468	2,47	80.016.808	34.667.320	45.349.488		0,1625	7.370.560	
14	34.024.691	2,54	86.538.178	37.094.033	49.444.145		0,1413	6.987.875	
15	35.725.926	2,62	93.500.174	39.690.615	53.809.560		0,1229	6.612.898	
16	37.512.222	2,69	101.022.264	42.468.958	58.553.306		0,1069	6.257.286	
17	39.387.833	2,77	109.149.505	46.291.164	62.858.340		0,0929	5.841.167	
18	41.357.225	2,85	117.930.582	50.457.369	67.473.213		0,0808	5.452.181	
19	43.425.086	2,93	127.294.270	54.998.532	72.295.738		0,0703	5.079.883	
20	45.596.340	3,01	137.401.436	59.948.400	77.453.036		0,0611	4.732.402	
21	47.876.157	3,10	148.311.110	65.343.756	82.967.354		0,0531	4.408.112	
22	50.269.965	3,18	160.087.012	71.878.132	88.208.880		0,0462	4.075.302	
23	52.783.463	3,27	172.629.829	79.065.945	93.563.884		0,0402	3.758.875	
24	55.422.637	3,36	186.155.376	86.972.539	99.182.837		0,0349	3.464.881	
25	58.193.768	3,45	200.740.650	95.669.793	105.070.857		0,0304	3.191.804	
26	61.103.457	3,54	216.468.680	105.236.773	111.231.907		0,0264	2.938.228	
27	64.158.630	3,63	233.201.709	117.865.185	115.336.523		0,0230	2.649.264	
28	67.366.561	3,73	251.228.201	132.009.007	119.219.193		0,0200	2.381.259	
29	70.734.889	3,83	270.648.141	147.850.088	122.798.052		0,0174	2.132.820	
30	74.271.634	3,93	291.569.242	165.592.099	125.977.143		0,0151	1.902.640	
Total								128.846.361	174.312.065
								NPV	-45.465.705

วิเคราะห์ทางเลือก

- ถ้าไม่มีทางเลือกคำนวณได้ว่าโครงการนี้เป็นโครงการที่มี **NPV** เป็นลบ เท่ากับ **-45,465,705** บาท
- ผู้ลงทุนมีทางเลือกการยกเลิกโครงการ เป็น การเลือกว่า ในปีแรก จะทำโครงการต่อหรือไม่ทำ
- การตัดสินใจจึงเป็นคอลลอปชัน ตัวแปรของการตัดสินใจคือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสด

Black-Scholes Model

Present Value Of Turnover (S_0)	249.824.287
Present Value Of Total Cost (X)	295.289.991
Riskless rate	0,03
Volatility (σ)	0,25
Time (T)	1
Option Price	<u>12.201.435,83</u>

ผู้ลงทุนจึงมีภาระที่ต้องจ่ายเงินค่าอปชันอีกเท่ากับ 12,201,435.83 ล้านบาท

Conclusion/Concerns

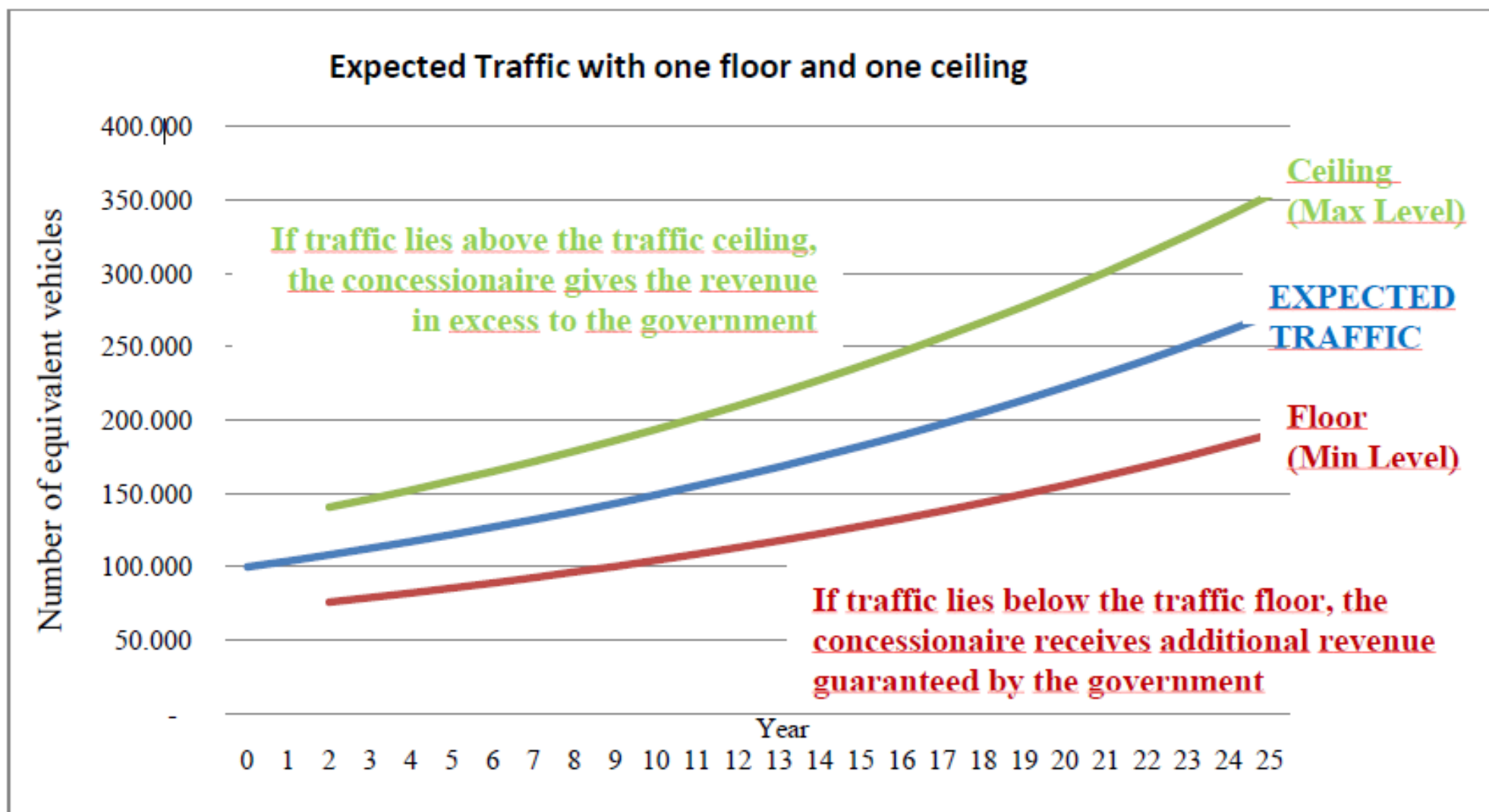
- **Real Option** คือ เทคนิคที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจที่ดีกว่าเพราะสามารถรวมความเป็นพลวัตของโครงการในการคำนวณได้
- ประเด็นที่ต้องเข้าใจ
 - สวมแว่นตาอปชันเพื่อบอกให้เข้าใจว่าทางเลือกที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นอปชันอย่างไร เช่น มีลักษณะเป็นคอลหรือพุทอปชัน มีผลตอบแทนเป็นอย่างไร อะไรเป็นราคาใช้สิทธิ อะไรเป็นสินทรัพย์อ้างอิง
 - ความผันผวนในกรณี **Financial Options** เป็นเรื่องของราคา (**Price Risk**) ซึ่งสินค้ามีการซื้อขายในตลาด ความน่าจะเป็นที่คำนวณจึง **Risk Neutral Probabilities** และทำให้ใช้สมการอปชันได้
 - แต่ในกรณีของ **Real Option** ความเสี่ยงมาได้ทั้งจากราคาและปริมาณ (**Volume Risk**) ซึ่งไม่มีการซื้อขายในตลาด
 - ดังนั้นการใช้สูตรคำนวณราคาอปชันที่คิดลดด้วยอัตราดอกเบี้ยที่ไม่มีความเสี่ยงจึงไม่ค่อยถูกต้อง (เท่าไรนัก)

พีพีพีทางด่วน

- สัญญาสัมปทานทางด่วนกำหนดเงื่อนไขให้ว่าถ้าจำนวนผู้ใช้รถต่ำกว่าที่ประมาณการไว้ เท่ากับ **90%** รัฐบาลจะชดเชยให้เอกชน **60%** ของส่วนต่างราคา
- แต่ถ้าจำนวนผู้ใช้รถเกินกว่าที่ประมาณการไว้ **110%** ของที่ประมาณการไว้ เอกชนต้องจ่ายเงินให้กับรัฐ **60%**

วิเคราะห์ทางเลือก

- ตัวแปรเชิงสุ่มที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจคือปริมาณการใช้ทางด่วน
- ความผันผวนของรายได้เกิดได้ทุกจุด
- ทั้งสองกรณีเขียนเป็น ผลตอบแทนได้ กำหนด p เป็นค่าผ่านทางที่คนใช้รถจ่าย
 - ถ้าปริมาณคนใช้รถต่ำกว่าที่ประมาณการ 90% ลงไป รัฐบาลจ่ายเงินชดเชยให้เอกชนเท่ากับ
$$= [0.6(0.9\bar{D}_i - D_i)]p$$
 - ถ้าปริมาณคนใช้รถสูงกว่าที่ประมาณการเกิน 110% เอกชนจะจ่ายเงินให้รัฐบาล
$$= -[0.6(D_i - 1.1\bar{D}_i)]p$$
 - ถ้าความปริมาณคนใช้รถอยู่ในช่วง 90% -110% ที่คาดการณ์ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงการชดเชยใด
- ที่แต่ละช่วงเวลาจึงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงรายได้ที่เพิ่มหรือลดจากที่คาดการณ์ไว้



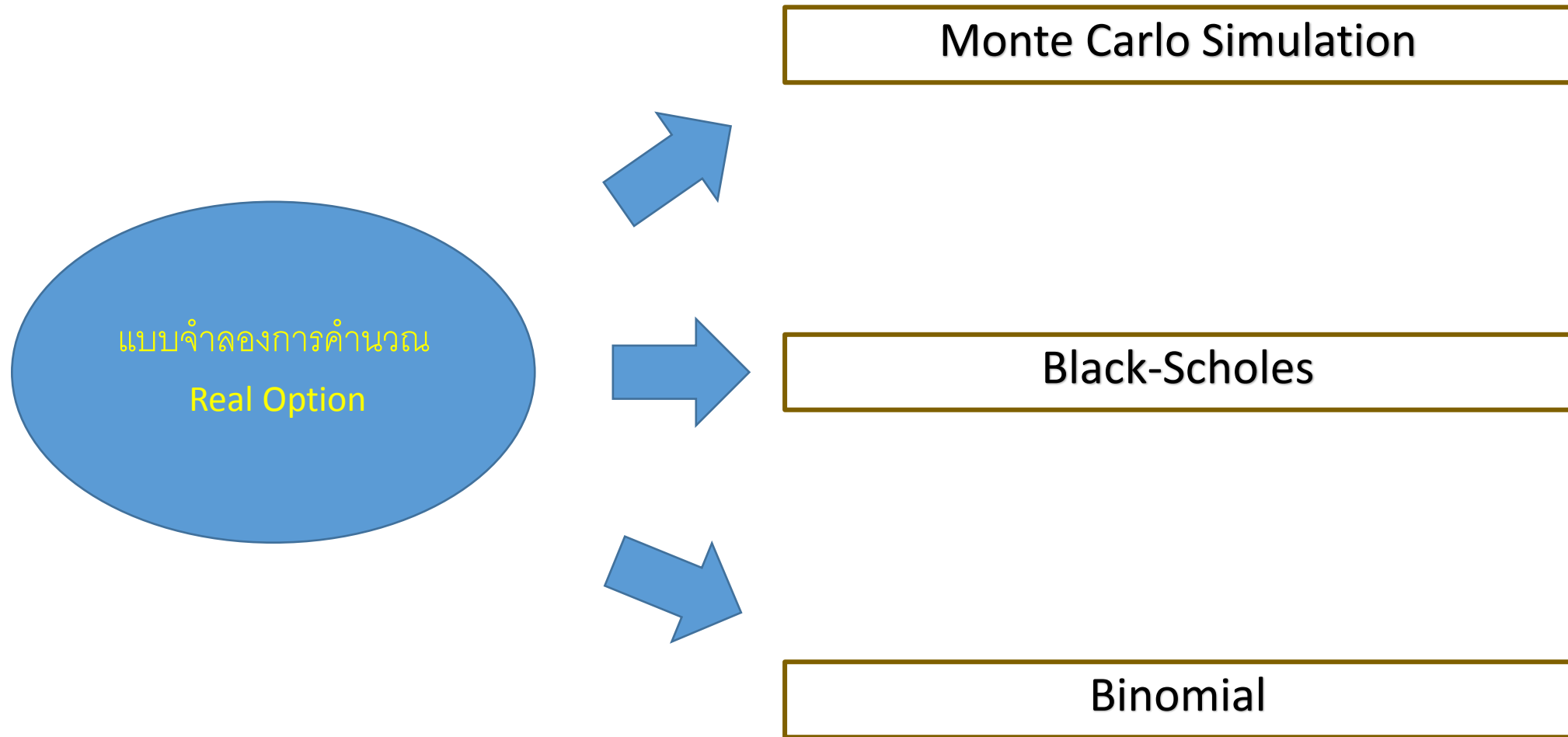
มองเป็นอปชัน

- เอกชนถือพุดอปชันที่มีผลตอบแทน

$$P = [0.6\max(0.9\bar{D}_i - D_i, 0)]p$$

- รัฐบาลถือคอลลอปชัน

$$C = -[0.6\max(D_i - 1.1\bar{D}_i, 0)]p$$



แบบจำลองเพื่อประเมินอุปสงค์ที่แท้จริง

กำหนด θ เป็นตัวแปรเชิงสุ่มของจำนวนรถ ซึ่งสมมติให้เปลี่ยนแปลงมีรูปแบบที่เรียกว่า **GBM**

$$\frac{d\theta}{\theta} = \alpha dt + \sigma dz$$

$$\frac{d\theta}{\theta} = (\alpha - \lambda\sigma)dt + \sigma dz^*$$

$$\lambda = \frac{\rho_{\theta,m}}{\sigma_m} (\mu_m - r)$$

α -drift

σ - volatility

dz - Wiener Process $dz = \varepsilon\sqrt{dt}$
 $\varepsilon \sim N(0,1)$

λ -Market price of Traffic Risk

$\rho_{\theta,m}$ -correlation between traffic changes and market index returns

หมายเหตุ- ในกรณีของหุ้น

$$\frac{dS}{S} = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})dt + \sigma dz$$

Monte Carlo Simulation Method

เมื่อทราบว่าปริมาณการใช้งานในแต่ละปีเปลี่ยนแปลงอย่างไรสามารถใช้วิธีการ Monte Carlo Simulation ประเมินค่าปริมาณรถในแต่ละปีได้ดังนี้

$$\theta_{t+\Delta t} = \theta_t e^{\left(\alpha - \lambda\sigma - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma\epsilon\sqrt{\Delta t}}$$

ในแต่ละปีมูลค่าโครงการสามารถคำนวณมูลค่าโครงการตามปกติที่สัญญาไม่มีการจ่ายชดเชยใดคือ NPV_{normal} และคำนวณมูลค่าโครงการเมื่อสัญญามีเงื่อนไขการชดเชยโดยคำนวณจาก Monte Carlo Simulation ทำให้ได้ค่า $NPV_{\text{with option}}$ มูลค่า 옵션จึงคำนวณได้

$$\text{มูลค่า 옵션} = NPV_{\text{with option}} - NPV_{\text{normal}}$$

Black-Scholes

มูลค่า Put Option

$$GR_i(t=0) = 365 \cdot (1 - \tau) \cdot p \cdot y_1 [a_1 \bar{\theta}_i e^{-rt} N(-d_2) - \theta_0 e^{(\alpha - \lambda\sigma - r)t} N(-d_1)]$$

$$\text{where } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{\theta_0}{a_1 \bar{\theta}_i}\right) + \left(\alpha - \lambda\sigma + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \text{ and } d_2 = \frac{\ln\left(\frac{\theta_0}{a_1 \bar{\theta}_i}\right) + \left(\alpha - \lambda\sigma - \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

r is the risk free rate

$\bar{\theta}_i$ is the daily average traffic level in year i

θ_0 is the initial expected daily average traffic level

ข้อสังเกต ค่าของ d_1 d_2 ไม่เหมือน Black-Scholes ปกติเพราะการที่ต้อง adjusted for risk

ในทำนองเดียวกันเมื่อรายได้เกินกว่าที่ประมาณค่าไว้ด้วยค่า **b** มูลค่าคอลลอปชันที่เอกชนจะต้องจ่ายให้จะเท่ากับ

$$RR_t(t = 0) = -365. (1 - \tau). p. y_1 [\theta_0 e^{(\alpha - \lambda\sigma - r)t} N(d_1) - b_1 \bar{\theta}_i e^{-rt} N(d_2)]$$

$$\text{where } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{\theta_0}{b_1 \bar{\theta}_i}\right) + \left(\alpha - \lambda\sigma + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \text{ and } d_2 = \frac{\ln\left(\frac{\theta_0}{b_1 \bar{\theta}_i}\right) + \left(\alpha - \lambda\sigma - \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

มูลค่าอปชันตาม Black-Scholes

จะพบว่ามูลค่าส่วนเพิ่มที่เกิดจากอปชันเป็นผลรวมของมูลค่าคอลและมูลค่าพุท ของสัญญา ตลอดทั้งโครงการ

$$Value\ Added = \sum_{i=1}^n GR_i(t = 0) + RR_i(t = 0)$$

Binomials

- สร้างแผนภาพของ Cash Flow Tree ที่ขึ้นอยู่กับ Traffic Tree
- คำนวณมูลค่าของโครงการย้อนหลังจาก เวลาสุดท้าย T
- ในแต่ละ Node

p	RS 5,50	Tariff
τ	14%	Direct taxes
N	25 years	Concession term
θ_0^s	100.000	Initial expected daily average traffic level
α	4% p.a.	Traffic drift
σ	10% p.a.	Traffic volatility
Inv	RS 1.000 MM	Initial investment (50% in year 0 and 50% in year 1)
Loan	RS 700 MM	Loan principal (50% in year 0 and 50% in year 1) with 2-years of delayed payment
r	6% p.a.	Risk-free rate
i	8% p.a.	Loan rate
n_2	15 years	Loan term
OC₁	RS 30 MM	Annual operating costs in year 1
OC₂	RS 60 MM	Annual operating costs from year 2 to year 25
MC₁	RS 50 MM	Annual maintenance costs from year 2 to year 9
MC₂	RS 70 MM	Annual maintenance costs from year 10 to year 18
MC₃	RS 90 MM	Annual maintenance costs from year 19 to year 25
n_3	15 years	Investment depreciation term
IR	34%	Income Tax
$\rho_{\theta,m}$	0,40	Correlation between ABCR Index changes and a IBovespa returns based on a period from 1Q2000 and 2Q2007 ⁹
μ_m	12% p.a.	expected IBovespa return
σ_m	25% p.a.	volatility of IBovespa
λ	0.096	market price of risk of traffic
δ	2.96% p.a.	traffic “convenience fee”
u	1.1052	traffic increase factor (binomial tree)
d	0.9048	traffic decrease factor (binomial tree)
q	69.74%	risk-neutral probability (binomial tree)

Model the Tree of Traffic

													332,011.69
												300,416.60	
											271,828.18		271,828.18
										245,960.31		245,960.31	
									222,554.09		222,554.09		222,554.09
								201,375.27		201,375.27		201,375.27	
							182,211.88		182,211.88		182,211.88		182,211.88
						164,872.13		164,872.13		164,872.13		164,872.13	
					149,182.47		149,182.47		149,182.47		149,182.47		149,182.47
				134,985.88		134,985.88		134,985.88		134,985.88		134,985.88	
			122,140.28		122,140.28		122,140.28		122,140.28		122,140.28		122,140.28
		110,517.09		110,517.09		110,517.09		110,517.09		110,517.09		110,517.09	
Traffic	100,000		100,000.00		100,000.00		100,000.00		100,000.00		100,000.00		100,000.00
		90,483.74		90,483.74		90,483.74		90,483.74		90,483.74		90,483.74	
			81,873.08		81,873.08		81,873.08		81,873.08		81,873.08		81,873.08
				74,081.82		74,081.82		74,081.82		74,081.82		74,081.82	
					67,032.00		67,032.00		67,032.00		67,032.00		67,032.00
						60,653.07		60,653.07		60,653.07		60,653.07	
							54,881.16		54,881.16		54,881.16		54,881.16
								49,658.53		49,658.53		49,658.53	
									44,932.90		44,932.90		44,932.90

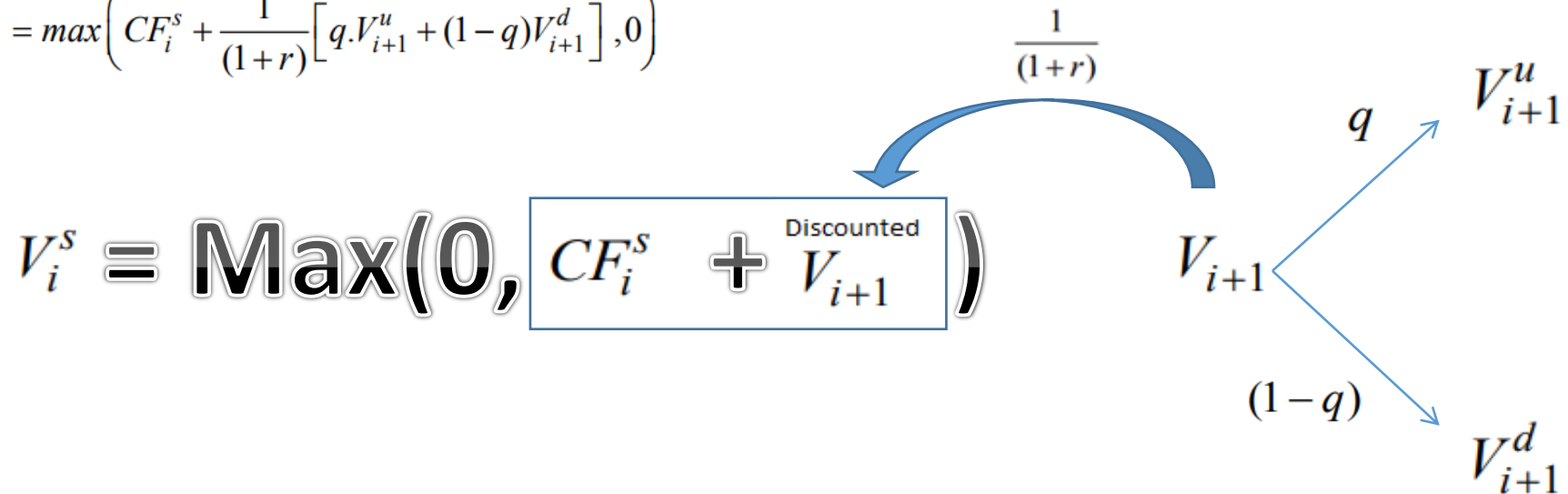
Compute the Revenue for each node

[illegible]

Binomials

Node values

$$V_i^s = \max\left(CF_i^s + \frac{1}{(1+r)}[q.V_{i+1}^u + (1-q)V_{i+1}^d], 0\right)$$



$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

u

d

traffic increase factor (binomial tree)

traffic decrease factor (binomial tree)

1.1052

0.9048

$$q = \frac{e^{(\alpha - \lambda\sigma)\Delta t} - d}{u - d}$$

risk-neutral probability (binomial tree) q 69.74%

Solution for Binomials

[illegible]

References

- Blank, F, F. Samanex, P.C., Baidya, T.K.N. , Dias, M.A.G. 2016. Economic Valuation of a toll road concession with traffic guarantees and the abandonment option.
- Vandoroz, N., and Pantouvakis, J.. Using Real Option in evaluating PPP/PPI projects. Working Paper
- Liu, J., Gao, R., Chean .C.Y.JC. 2017. Pricing Mechanism of Early Termination of PPP projects
- Xiong, W., and Zhang, X. 2015. The Real Option Value of Renegotiation in Public-Private Partnership. Journal of Construction Engineering and Management.
- Anamari-Beatrice, S. 2014. Real Options a Solution for evaluating Public Private Partnerships. Procedial Economics and Finance 15; p 583-586.
- Pellegrino, R., Vajdic, N., and Carbonara, N. Real Option Theory for risk mitigation in transport PPPs. Built Environment Project and Asset Management 3, pp 199-213.