นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

น.ส.เมธินี เทียบรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการ
นวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INNOVATION COMPETENCY ASSESSMENT OF ENGINEERING GRADUATES IN INNOVATION

Miss Maytinee Teabrat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Technopreneurship and Innovation Management
Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม
โดย	น.ส.เมธินี เทียบรัตน์
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี หงษ์ศิริวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พักตร์ผจง วัฒนสินธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ หนูจักร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี หงษ์ศิริวัฒน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พักตร์ผจง วัฒนสินธุ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ อนันต์วรณิชย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิรประภา อัครบวร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมธินี เทียบรัตน์ : นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม. (INNOVATION COMPETENCY ASSESSMENT OF ENGINEERING GRADUATES IN INNOVATION) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.อรุณี หงษ์ศิริวัฒน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.พักตร์ผจง วัฒนสินธุ์,ผศ. ดร.สุกรี สินธุภิญโญ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม เพื่อใช้ในการคัดเลือก การพัฒนา และการให้คำปรึกษาบุคลากรในบทาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบผสานวิธีโดยการศึกษาเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิในองค์กรที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ส่วนการศึกษาเชิงปริมาณรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิศวกรรมที่ทำงานในธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ จำนวนทั้งสิ้น 305 ตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามทางอิเลคทรอนิคส์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรในประเทศไทยตามที่คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพศึกษาวิศวกรรมศาสตร์หรือที่เรียกว่า ทาบี กับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิของกรมแรงงาน การจ้างงานและการฝึกอบรมของสหรัฐอเมริกา โดยวิเคราะห์ประกอบกับข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์และการให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนของการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจและการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ได้แบบประเมินจำนวน 24 ข้อหลัก นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาได้นำไปพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยการวิเคราะห์หลายตัวแปรโดยใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง การวิเคราะห์สมการโครงสร้างหลายระดับ และการวิเคราะห์หลายกลุ่ม

ผลการศึกษาพบว่าตัวบ่งชี้สมรรถนะด้านนวัตกรรมแบบจำลองนี้สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การจัดกลุ่มตัวแปรมีตัวบ่งชี้ 17 ปัจจัย ของผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่สมรรถนะทั่วไปตามบทบาทวิศวกรรม ประกอบด้วย 11 ตัวบ่งชี้ ตามคุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรในประเทศไทยตามที่คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ และสมรรถนะเฉพาะด้านบทบาทนวัตกรรมตามโมเดล เอ ถึง เอฟ สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมแตกต่างกันตามปัจจัยทางสมรรถนะที่ใช้วัดองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม จากผลการศึกษาผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือในการวัดสมรรถนะของวิศวกรประกอบด้วยสมรรถนะทั่วไปวัดบทบาททำงานเกี่ยวข้องด้านวิศวกรรม สมรรถนะเฉพาะใช้วัดรูปแบบการทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ทำให้ทราบปัจจัยตัวชี้วัดซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดผลเชิงนวัตกรรมในการคัดเลือกองค์ประกอบคุณลักษณะทางนวัตกรรมและจับคู่สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านนวัตกรรม และสร้างข้อมูลภาพรวมที่เป็นโมเดลทางธุรกิจช่องทางการติดต่อและรายงานแสดงรายการที่เป็นรูปแบบธุรกิจด้านการฝึกอบรมพัฒนาและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เหมาะในแต่ละบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม

ความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ใช้เงินลงทุน 100,000 บาท รายได้ที่คาดว่าจะได้รับในปีแรก 1,200,000 บาท ประมาณการลูกค้า 10 บริษัท โดยอัตราการเติบโตปกติร้อยละ10 เป็นเวลา 5 ปี ระยะเวลาคืนทุน 1 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 2,521,416 บาท สรุปว่ามีความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ทั้งทางด้านการตลาด การบริหาร และการเงิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5987790720 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: Innovation, Engineer, Competency, Work Style, Human resource

Maytinee Teabrat : INNOVATION COMPETENCY ASSESSMENT OF ENGINEERING GRADUATES IN INNOVATION. Advisor: Asst. Prof. ARUNEE HONGSIRIWAT, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. Pakpachong Vadhanasindhu, D.B.A.,Asst. Prof. SUKREE SINTHUPINYO, Ph.D.

The study aimed at exploring the factors of the innovation competency of engineering graduates in the context of Thai industrial business that has innovative operations, developing the innovative competency measurement tools for engineering graduate in innovation. The study also aimed to explore the human resource management of data analytics that use for the personnel selection, development and coaching in innovation roles of human resources.

The mixed methods research was used for collecting, analyzing and integrating the data, which can be classified into two parts. The qualitative research part consisted of interviewing the professional managers or director of innovative companies. The content analysis was used to analyze the data. In the quantitative research, the data were gathered from 305 samples of engineering graduates in Thailand whose work related in innovation. Innovation competency factors are developed by utilizing Factor Analysis and Confirmatory Factor Analysis. The evaluation consisted of 24 key items. Data analysis involves the quantitative research with the multivariate analysis on the structural equation models. The confirmatory factor analysis, the multilevel structural equation model and Multiple Group Analysis was utilized, and the innovative competency assessment model was developed.

The research results found that the model of the competency factor indicators for Thai engineering graduates in innovation fit the empirical data. The opinion survey of system implementing revealed that the users were satisfied with the quality test. The factor of Thai engineering graduates in innovation has 17 indicators of engineering graduates working related to innovations with statistical significance. This consisted of two factors; general competency in engineering has 11 indicators (TABEE), and specific competency of innovation roles accordingly to models A to F. The innovation competency of engineering graduates differs according to the competency factors used to measure the components of the innovation competency of engineers in the context of Thai industrial businesses operating in innovation. From the study, the researcher has developed tools to measure the competency of engineers, consisting of general competency, measuring the role of engineering related work, and specific competencies, measuring relevant work styles in innovation. The indicators leads to the development of innovative measurement tools in selecting the components of the innovation characteristics and matching the innovation performance of the individual with the needs of the innovation labor market. And create an overview of business models, contact channels, and reports showing business models for training development and coaching on the innovative competency of engineering graduates that are suitable for each role of the innovation process in industrial business.

The investment of this project is 100,000 baht. The estimated revenue is 1,200,000 baht from 10 customers with the growth rate 10% over 5 years, payback period 1year, Net Present Value 2,521,416 baht. In conclusion, this project is marketing, operational, and financial feasible.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า กราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี หงษ์ศิริวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. พักตร์ผจง วัฒนสินธุ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกรี สินธุภิญโญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการจัดทำวิจัยทั้งทางด้านความรู้เกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรม การจัดการความรู้ และระเบียบวิธีวิจัยให้แก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตากรุณา และเสียสละเวลาในการให้คำปรึกษาแนะนำอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของการจัดทำวิจัย ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้ง 3 ท่าน เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ และขอระลึกถึงพระคุณของ ประธาน รองศาสตราจารย์.ดร. พสุ เดชะรินทร์ กรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธ์ อนันตร์วรณิชย์ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย รองศาสตราจารย์ ดร. จิประภา อัครบวรด้วยความเคารพอย่างสูงตลอดไป

นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ร้อยโทหญิง ดร.อัจฉรา จันทร์ฉาย และรองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วานิชย์บัญชา ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้ข้อแนะนำต่างๆ ที่มีคุณค่ายิ่งต่อการปรับปรุง และ แก้ไขรายงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ดร. พยัต วุฒิรงค์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดาวิษา ศรีธัญรัตน์ ดร.พิมพิมน คงพิชญานนท์ ดร. นพรัตน์ ศรีเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา พนมเชิง รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญการจัดการงานบุคคล ผู้บริหาร บัณฑิตวิศวกรรม และผู้ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมทุกท่าน ที่กรุณาให้การสัมภาษณ์ตอบแบบสอบถาม และให้ความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่ายิ่งต่อการจัดทำวิจัยฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับกำลังใจสำคัญ คือ บิดา มารดา ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ ให้การสนับสนุนอยู่เคียงข้างผู้วิจัยมาตลอด ขอบคุณผู้บังคับบัญชา คุณเรวัต สุริยภณานนท์ คุณสยามรัฐ สุทธานุกูล ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือเกื้อหนุนเพื่อการศึกษาของผู้วิจัย ตลอดจนกัลยาณมิตรทุกท่านทั้งที่ได้เอ่ยนามและมิได้เอ่ยนามที่มีส่วนต่อการเข้ามาศึกษาในครั้งนี้ของข้าพเจ้าด้วยความรู้สึกขอบคุณจากใจ

เมธินี เทียบรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ธ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 6

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 6

2.1.1 สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล 6

2.1.2 ความรู้ทางนวัตกรรม 12

2.1.3 ทักษะทางนวัตกรรม 17

2.1.4 คุณลักษณะบุคคลทางนวัตกรรม 23

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนแนวคิดของโมเดลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม 28
2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะแรงงานทางนวัตกรรมที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการ 32
2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกบุคคลที่เข้าทำงานที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการสมรรถนะทางนวัตกรรม 35
2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุดมศึกษาที่ผลิตบัณฑิตให้มีสมรรถนะทางนวัตกรรม 36
2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 38
การวัดผลการเรียนรู้ 38
การวัดระดับการรับรู้ในความสามารถของตนเอง 42
การวัดบุคลิกภาพของวิศวกร 44
สรุปรายละเอียดสมรรถนะทางนวัตกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
สรุปรายละเอียดสมรรถนะทางนวัตกรรมทั้งจากทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 48
2.3 เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม 52
2.3.1 เครื่องมือของศูนย์การประเมินผล 54
2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถนะโดยใช้เทคโนโลยี 56
2.4 ช่องว่างในการศึกษา 58
2.5 กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้ 60
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 61
3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย 61
3.1.1 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ 61
ขั้นตอนที่ 1 61
ขั้นตอนที่ 2 62
3.1.2 เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย 64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.3 เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม 66
3.2 แนวทางในการดำเนินการวิจัย 67
3.3 ขอบเขตของการวิจัย 68
3.3.1 คำถามการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ 70
กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ 72
เป้าหมายการของการสร้างเครื่องมือวัด 73
3.3.2 โมเดลในการศึกษาครั้งนี้ 74
3.3.3 บทบาทของโมเดลกระบวนการนวัตกรรม 75
3.3.4 บทบาทการทำงานตามกระบวนการนวัตกรรม 76
3.4 ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัยTIM 77
3.4.1 โมเดลการวัดและประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 78
3.4.2 การพัฒนาแบบวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 81
ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 81
การตรวจสอบเครื่องมือวัด 83
การสร้างนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 84
บทที่ 4 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยพัฒนา 85
4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม . 86
4.1.1 ตัวแปรสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม 86
4.1.2 ตัวแปรสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 95
4.2 การพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม . 98
4.2.1 การพัฒนาแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ 99
ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณจากข้อมูลทุติยภูมิ 99
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ 100
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 การพัฒนาแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 106
ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพจากข้อมูลปฐมภูมิ 106
ผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ 106
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ 120
4.2.3 การพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 120
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 122
4.2.5 การประเมินความพึงพอใจแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 135
4.3 การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 135
4.3.1 กรอบแนวคิดนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม 137
4.3.2 สรุปองค์ประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม 138
บทที่ 5 ผลการศึกษา 140
5.1 การระบุและกำหนดนิยามสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 141
5.1.1 การระบุและกำหนดนิยามของตัวแปร 141
5.1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 142
5.1.3 สูตรการวิเคราะห์โมเดล 143
5.1.4 การประเมินโมเดล 143
5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 144
5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 145
5.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะ 145
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 146
ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นด้านความสำคัญของบัณฑิตวิศวกรรม 149
ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ 157

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจปัจจัยสมรรถนะทั่วไป 157
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจปัจจัยสมรรถนะเฉพาะ..... 167
5.3.2 ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 172
ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไป..... 172
ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะ 175
ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมทั้งด้านสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะ..... 178
ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม..... 181
5.3.3 ผลการตีความและอภิปรายผลด้วยการผสานวิธีวิจัย 184
5.3.4 ผลการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม..... 185
5.3.5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแบบนวัตกรรม 188
5.3.6 เครื่องมือวัดการรับรู้ความสามารถตนเองกับตัวแบบนวัตกรรม..... 190
บทที่ 6 แผนงานความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ 192
6.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแผนงานวิจัยไปสู่เชิงพาณิชย์ 192
6.1.1 รายงานการนำเสนอในรูปแบบของแดชบอร์ด..... 194
6.1.2 ความพึงพอใจต้นแบบนวัตกรรมธุรกิจเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ 196
6.1.2.1 ความพึงพอใจต่อการใช้ต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 196
6.1.2.2 ความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ 198
6.1.2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านการออกแบบทางกายภาคของระบบ..... 200
6.1.2.4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน 200
6.2 ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์..... 201
6.3 การพิจารณาด้านทรัพย์สินทางปัญญาและความเป็นไปได้ในการพัฒนา 203

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.3.1 การเลือกดำเนินการด้านทรัพย์สินทางปัญญาและความเป็นไปได้ในการพัฒนา 204
6.3.2 การประเมินความเสี่ยง 205
6.3.3 ความเป็นไปได้ด้านการตลาด 205
6.3.4 ความเป็นไปได้ด้านการบริหารจัดการ 206
6.3.5 ความเป็นไปได้ด้านการเงิน 207
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษา 209
7.1 สรุปและอภิปรายผล 209
7.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์ 211
7.2.1 การพัฒนาเชิงพาณิชย์สำหรับลูกค้าหรือบริษัทที่ใช้นวัตกรรม 213
7.2.2 การพัฒนาเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ได้รับการพัฒนาจากเครื่องมือนวัตกรรม 214
7.2.3 ความสอดคล้องระหว่างบริษัทหรือลูกค้าที่ใช้นวัตกรรมกับผู้ใช้เครื่องมือนวัตกรรม .. 214
7.3 ข้อเสนอแนะ 214
7.3.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา 214
7.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 215
7.3.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ 216
ภาคผนวก 218
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และตัวอย่างในการวิจัย 218
ผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามคุณภาพและแบบสอบถามปริมาณ 218
ตัวอย่างในการวิจัย 218
(1) ตัวอย่างในการวิจัยเชิงคุณภาพ 218
(2) ตัวอย่างในการวิจัยเชิงปริมาณ 220
(3) ตัวอย่างในการวิจัยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์ .. 222
ภาคผนวก ข ผลการวิจัยปัจจัยที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม 223
ผลการวิจัยทางสถิติของปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรม 223

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยส่วนหนึ่งของวิชา 2602680 การวิจัยธุรกิจ ภาคการศึกษา 1/ 2560 223
ผลการวิจัยทางสถิติของปัจจัยที่ใช้พัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ 247
ภาคผนวก ค ตารางและดัชนีการทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม 259
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม 259
ดัชนีการทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม 266
ภาคผนวก ง ค่าดัชนีความสอดคล้อง และค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบสอบถาม 274
ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเชิงคุณภาพ 274
แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถามเชิงคุณภาพ 275
ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเชิงปริมาณ 277
แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถามเชิงปริมาณ 278
ภาคผนวก จ แบบสอบถาม 286
แบบสอบถามเชิงคุณภาพ 286
แบบสอบถามเชิงปริมาณ 288
แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์ 299
ภาคผนวก ช รูปแบบรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลทรัพยากรมนุษย์ของผู้จบการศึกษาด้านวิศวกรรม 301
บรรณานุกรม 2
ประวัติผู้เขียน 15

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมเฉพาะบทบาทของวิศวกรจากการทบทวนวรรณกรรม 47

2-2 สรุปปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมจากการทบทวนวรรณกรรม 50

2-3 ความแตกต่างของการวิจัยครั้งนี้และในอดีตเกิดช่องว่างในงานวิจัย..... 59

3-1 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนของ IOC 62

3-2 แสดงเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนี KMO 64

3-3 แสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย..... 67

3-4 ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัยตามแนวทาง TIM 77

4-1 สมรรถนะหลักของบุคคลที่สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรม 90

4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร TABEE และ ตัวแปร O*NET ที่จัดหมวดหมู่ด้านอาชีพ 91

4-3 ประเภทของรูปแบบการทำงานนวัตกรรม Work Styles ที่อธิบายถึงลักษณะส่วนบุคคลที่สามารถส่งผลกระทบต่อการทำงานของคนได้ดีเพียงใด 96

4-4 สมรรถนะเฉพาะบทบาทด้านนวัตกรรม ดัดแปลงจาก A-to-F model 96

4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร A-to-Fและ ตัวแปร O*NET ที่จัดหมวดหมู่ด้านอาชีพ..... 98

4-6 สมรรถนะทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ Descriptive Statistics 102

4-7 สมรรถนะเฉพาะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ Descriptive Statistics 103

4-8 สมรรถนะทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 103

4-9 สมรรถนะเฉพาะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 104

4-10 สมรรถนะทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่า KMO and Bartlett’s Test 105

4-11 สมรรถนะเฉพาะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่า KMO and Bartlett’s Test 105

4-12 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ด้านบริษัท 107

4-13 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านเพศ 107

4-14 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านอายุเฉลี่ย..... 107

4-15 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านระดับการศึกษา..... 108

4-16 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านสาขาการศึกษา 108

4-17 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านการรับทุนการศึกษา..... 108

4-18 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านบทบาทงาน..... 108

4-19 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านตำแหน่งงาน..... 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4-20 ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านอายุงานในองค์กรปัจจุบัน..... 109
4-21 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้านความสามารถทำงานได้หลากหลายตำแหน่งงาน..... 109
4-22 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม การจัดกลุ่มงานในรูปแบบ ผู้จัดการ เทคนิค เทคโนโลยี วิศวกร..... 110
4-23 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ตามมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์..... 110
4-24 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์..... 111
4-25 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม..... 111
4-26 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหา..... 111
4-27 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การพิจารณาตรวจสอบ..... 112
4-28 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย..... 112
4-29 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การทำงานร่วมกันเป็นทีม..... 112
4-30 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การติดต่อสื่อสาร..... 113
4-31 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม..... 113
4-32 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE จรรยาบรรณวิชาชีพ..... 113
4-33 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน..... 114
4-34 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การเรียนรู้ตลอดชีวิต..... 114
4-35 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ข้อเสนอแนะ..... 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4-36 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม สมาชิกในทีมงานนวัตกรรมในรูปแบบ A ถึง F 115
4-37 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม วิธีใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม 115
4-38 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม วิธีการเดิมในการเลือกเป็นอุปสรรคต่อการเลือกสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม 115
4-39 ผลการวิจัยส่วนที่ 2 แสดงผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม ควรใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม 116
4-40 ผลการวิจัยส่วนที่ 2 แสดงผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม รูปแบบ A ถึง F เป็นสมรรถนะเฉพาะในการทำงานด้านนวัตกรรม..... 116
4-41 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้ริเริ่ม (Activator) 117
4-42 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้ค้นหา (Browser) 117
4-43 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้สร้างสรรค์ (Creator)..... 117
4-44 แสดงผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้พัฒนา (Developer) 118
4-45 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้ลงมือทำ (Executor)..... 118
4-46 ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้สนับสนุน (Facilitator)..... 118
4-47 ผลข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะ..... 119
4-48 สรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่านที่มีต่อ ปัจจัย TABEE ที่สัมพันธ์กับรูปแบบสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม 119
4-49 สรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่านที่มีต่อ ปัจจัย A ถึง F โมเดล ที่สัมพันธ์กับรูปแบบสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม 120
4-50 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามการให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย 122
4-51 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.)..... 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4-52 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ 123
4-53 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามอายุ 123
4-54 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วุฒิการศึกษาสูงสุด 123
4-55 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา 124
4-56 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม 124
4-57 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม 124
4-58 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบัณฑิต วิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ 125
4-59 จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อ สมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ 126
4-60 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบัณฑิต วิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ 130
4-61 จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อ สมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะเฉพาะ 131
4-62 สมรรถนะทั่วไปสำหรับใช้ในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของ บัณฑิตวิศวกรรม 133
4-63 สมรรถนะเฉพาะสำหรับใช้ในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของ บัณฑิตวิศวกรรม 134
4-64 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลความพึงพอใจโดยรวมต่อ แบบสอบถาม 135
4-65 สรุปปัจจัยสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมทั้งจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและกลุ่มตัวอย่าง ทดลอง (Try-out 30 คน) 139
5-1 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ด้านข้อมูลความพึงพอใจโดยรวมต่อแบบสอบถาม 145
5-2 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ การให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย 146

5-3 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ด้านการจบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) 146
5-4 ค่าความถี่ และค่าร้อยละด้านข้อมูลที่มีคุณภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม 146
5-5 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ จำแนกตามเพศ 146
5-6 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ จำแนกตามอายุ 147
5-7 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม วุฒิการศึกษาสูงสุด 147
5-8 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ จำแนกตามประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา 147
5-9 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม 148
5-10 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม 148
5-11 การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกรณีมาตรประมาณค่า 5 ระดับ 149
5-12 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ 149
5-13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ 150
5-14 การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กรณีมาตรประมาณค่า 7 ระดับ 150
5-15 จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวม 151
5-16 จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ 151
5-17 จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะเฉพาะโดยรวม 154
5-18 สรุปปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมจากการทบทวนวรรณกรรม 155
5-19 ผลลัพธ์แสดงเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมวิเคราะห์องค์ประกอบ 157
5-20 Total Variance Explained 158
5-21 Component Matrix[a] 160
5-22 Structure Matrix 162
5-23 แสดงเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ 167
5-24 Total Variance Explained 167
5-25 Component Matrix[a] 169

5-26 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันขององค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม 173
5-27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไป 174
5-28 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันขององค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 176
5-29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 176
5-30 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของดัชนีการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 179
5-31 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 180
5-32 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม Moderation Multiple Groups 182
5-33 สรุปผลการวิเคราะห์ Moderation: multiple groups 183
5-34 Iteration History[a] 185
5-35 Initial Cluster Centers 186
5-36 ANOVA 186
5-37 Number of Cases in each Cluster 187
5-38 Report 187
6-1 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภท เคยให้พนักงานในองค์กรทดลองใช้เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 196
6-2 ค่าความถี่ และค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามประเภทสนใจระดับบริการจาก ICAC . 197
6-3 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถามสิทธิ์ที่ต้องการเข้าใช้รายงานการวิเคราะห์ (Dashboard) 198
6-4 ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ 198
6-5 การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกรณีมาตรประมาณค่า 5 ระดับ 198
6-6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของบริษัทตัวอย่างโดยรวมและรายตัวแปรด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ 199
6-7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างโดยรวมและรายตัวแปรด้านการออกแบบ 200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6-8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างโดยรวมและรายตัวแปรด้านการสนับสนุนการใช้งาน 200
6-9 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เกี่ยวกับนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 201
6-10 แนวทางการพัฒนานวัตกรรมธุรกิจ ICAC Freemium Model 202
6-11 ต้นทุนในการบริหารจัดการ 206
6-12 ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่าย และกำไรในกรณีปกติ (Based Case) 207
6-13 ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่าย และกำไรในกรณีต่ำกว่าปกติ (Worst Case) 207
6-14 ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่าย และกำไรในกรณีต่ำกว่าปกติ (Worst Case) 207
7-1 สรุปขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 212
ก-1 ผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามคุณภาพและแบบสอบถามปริมาณ ... 218
ก-2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทำการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง 219
ก-3 วันที่และเวลาที่ผู้เชี่ยวชาญทำการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง 220
ก-4 รายชื่อบริษัทที่เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Try Out) 220
ก-5 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างบัณฑิตวิศวกรรม 221
ก-6 ตัวอย่างในการวิจัยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์ 215
ข-1 สัดส่วนข้อมูลตัวอย่างในการดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณ จำนวนรวม 209 ตัวอย่าง 223
ข-2 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้นิยามความหมายนวัตกรรมในบริบทไทย 225
ข-3 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้นิยามองค์ประกอบสมรรถนะบุคคลนวัตกรรม 226
ข-4 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นเครื่องมือ 227
ข-5 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความสำคัญกับปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรม 228
ข-6 สรุปปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมจากการทบทวนวรรณกรรม 229
ข-7 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะพฤติกรรมเพื่อสร้างข้อคำถาม 230
ข-8 ปัจจัยจากการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อใช้เป็นแบบสอบถาม 232
ข-9 ข้อมูลส่วนบุคคล 233
ข-10 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัจจัยความรู้นวัตกรรม 234
ข-11 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัจจัยคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม 235
ข-12 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัจจัยคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม 237
ข-13 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ 237

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข-14 Total Variance Explained 239
ข-15 Component Matrix[a] 241
ข-16 Structure Matrix 243
ข-17 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพ.. 248
ข-18 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร 248
ข-19 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของอาชีพวิศวกร 249
ข-20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ TABEE 13 องค์ประกอบระหว่างอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกรและอาชีพวิศวกร 249
ข-21 การสรุปผลการวิเคราะห์ TABEE 13 องค์ประกอบของอาชีพวิศวกร 250
ข-22 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ Work Styles ระหว่างอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกรและวิศวกร..... 251
ข-23 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ Work Styles 15 องค์ประกอบของอาชีพวิศวกร 252
ข-24 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพ.. 252
ข-25 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร 252
ข-26 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพวิศวกร 253
ข-27 Total Variance Explained อาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร 254
ข-28 Extraction Method: PCA with Rotation Method อาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร 255
ข-29 Total Variance Explained อาชีพวิศวกร..... 256
ข-30 Extraction Method: PCA with Rotation Method อาชีพวิศวกร 257
ค-1 ตารางการทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม 260
ค-2 Innovative Competency Assessment search strategies..... 267
ค-3 Criteria บทความวิจัยการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม..... 270
ง-1 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถามเชิงคุณภาพ 257
ง-2 เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน (IOC) แบบสอบถามเชิงคุณภาพ 275
ง-3 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถามเชิงปริมาณ..... 276
ง-4 เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน (IOC) แบบสอบถามเชิงปริมาณ..... 278

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	เป้าหมายด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์	8
2-2	ดัดแปลงจากระดับนวัตกรรม ของ Robert G. Cooper	9
2-3	ดัดแปลงจาก A-to-F model นวัตกรรม 6Is	12
2-4	ดัดแปลงจาก The Fifth Discipline: a framework of five disciplines	15
2-5	ดัดแปลงจาก Bloom's Taxonomy	16
2-6	ดัดแปลงจาก 21st century skills	19
2-7	ดัดแปลงจาก The systems model of creativity	21
2-8	ดัดแปลงจาก 4 C Model: The complete Four-C Model	22
2-9	ดัดแปลงจาก The innovator's DNA model for generating innovative ideas	23
2-10	ดัดแปลงจาก Big Five Personality Traits	26
2-11	สรุปการทบทวนวรรณกรรมที่นำไปสู่การสร้างเครื่องมือ	26
2-12	จัดกลุ่มปัจจัยในแต่ละโมเดลจากการทบทวนวรรณกรรม	28
2-13	การแบ่งกลุ่มบทบาทดัดแปลงจากแนวคิด A-to-F โมเดล	51
2-14	กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้	60
3-1	สูตรการคำนวณ IOC	62
3-2	สูตรการคำนวณสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค	63
3-3	แบบแผนการวิจัย	68
3-4	การออกแบบงานวิจัย	69
3-5	ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเริ่มต้น	70
3-6	กรอบแนวคิดในการวิจัย	72
3-7	โมเดลดัดแปลงจากระบบการสร้างนวัตกรรมแบบองค์รวม	75
3-8	บทบาทนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ดัดแปลงจาก The 6I's of innovation	76
3-9	โมเดลสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม	80
3-10	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ข้อคำถามมุ่งวัดกับสมรรถนะ	83
3-11	การตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะ	83
4-1	ความสัมพันธ์ของตัวแปร TABEE กับ Work Style in Innovation	95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4-2 ความสัมพันธ์ของตัวแปร A-to-F กับ Work Style in Innovation (The relationship of A-to-F variables 98
4-3 รูปแบบโมเดลกรอบแนวคิดในการวิจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 137
4-4 การคำนวนตามหลักการของ ของ Soper (2018) อัตราส่วนระหว่างหน่วยตัวอย่างต่อจำนวนพารามิเตอร์..... 138
5-1 สรุปองค์ประกอบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทั่วไปทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 11 องค์ประกอบ 166
5-2 สรุปองค์ประกอบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 6 องค์ประกอบ..... 172
5-3 ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม..... 175
5-4 ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม 177
5-5 ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 181
5-6 การวิเคราะห์ Moderation: multiple groups โมเดลที่มีตัวแปรปรับ..... 182
5-7 Cluster Number of Case 188
5-8 โมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม..... 190
6-1 นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ในรูปแบบ HR Analytics Dashboard 193
7-1 Model for Assessing the Innovative Competency of Engineering Graduates . 211
ข-1 ผลลัพธ์จากการวิจัยเชิงปริมาณ 12 องค์ประกอบสมรรถนะ 245
ข-2 ความสัมพันธ์ของตัวแปร The Pearson correlation coefficient 249
ข-3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ O*NET 257
ค-1 Flow diagram depicting review and disposition of articles 266
ค-2 รายละเอียดของการศึกษา: Summary characteristics of included studies 266
ค-3 ระเบียบวิธีวิจัยของบทความวิจัยการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม..... 267
ช-1 รูปแบบ Prototype: HR Analytics (LOGIN)..... 300
ช-2 ตัวอย่าง ICAC ส่วนข้อมูลทั่วไป 300
ช-3 ตัวอย่าง ICAC ภาพรวมส่วนข้อมูลสมรรถนะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับบริษัท..... 301
ช-4 ตัวอย่าง ICAC ลงรายละเอียดปัจจัยส่วนข้อมูลสมรรถนะทั่วไป..... 301
ช-5 ตัวอย่าง ICAC ลงรายละเอียดปัจจัยส่วนข้อมูลสมรรถนะเฉพาะ 302

ช-6 ICAC ส่วนความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 305 ท่าน..... 302
ช-7 ICAC ส่วนข้อมูล Package ที่เป็น Business Model และ ช่องทางการติดต่อ..... 303
ช-8 ICAC Business Model ด้านการบริการฝึกอบรม 303

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา ความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรมนุษย์มีส่วนสำคัญนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมให้องค์กร ในการให้การศึกษาคนสำหรับยุคการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม World Economic Forum (2016) ระบุว่าทักษะแรงงานที่จำเป็นสำหรับโลกอนาคตในปี ค.ศ.2020 ประกอบด้วยทักษะที่สามารถแก้ไขปัญหาเชิงซับซ้อน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการจัดการบุคคล ทักษะในการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ และทักษะการทำงานร่วมกัน เป็นต้น ซึ่งการสร้างสมรรถนะทางนวัตกรรมระดับสากล มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะส่วนบุคคล แต่สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลระดับอุดมศึกษา และระดับการคัดเลือกบุคลากรไทยนั้น พบประเด็นความไม่พร้อมในระบบการจับคู่งานที่เกิดขึ้น แม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตบุคลากรออกมาในสาขาที่จำเป็นต่อการสร้างนวัตกรรม เช่นสาขาด้านวิศวกรรม ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านสุขภาพ หรือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ แต่ด้วยความไม่พร้อมของระบบการคัดเลือกคนเข้าทำงานของประเทศกลับไม่สามารถนำคนเข้ามาสู่การทำงานในสาขาที่ขาดแคลนได้อย่างเต็มที่ ทำให้ภาคธุรกิจขาดแคลนกำลังคนที่ตรงกับความต้องการ ส่งผลต่อประสิทธิภาพแรงงานของประเทศที่ลดลง พิริยะ ผลพิรุฬห์ และ ปังปอนด์ รักอำนวยกิจ (2558) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางวิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบต่อวิธีการทำงาน และการดำเนินธุรกิจ รวมทั้งแรงผลักดันด้านเทคโนโลยีทำให้องค์กรมีแนวทางการนำเครื่องจักรอัตโนมัติ หรือปัญญาประดิษฐ์มาใช้ทดแทนแรงงานคน เมื่อภาคธุรกิจไทยได้เข้าสู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างเต็มรูปแบบ จะเกิดการปรับตัว อย่างยิ่งในทรัพยากรมนุษย์ขององค์กรเพราะต้องดำเนินงานภายใต้ระบบเศรษฐกิจที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการแข่งขัน ดังนั้นองค์กรต้องมีความสามารถที่จะเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ด้วยการมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีความพร้อมในการสร้างสรรค์งานด้านนวัตกรรมให้กับองค์กร แต่องค์กรในประเทศไทยกลับมีการเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากรมนุษย์ที่ทำงานด้านนวัตกรรมค่อนข้างน้อย ช่องว่างนี้อาจเป็นการสูญเสียกำลังคนในยุคเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันด้วยนวัตกรรม ทำให้องค์กรมีความต้องการบุคคลที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมเพื่อไปทำงานในกระบวนการสร้างนวัตกรรม จึงทำให้การคัดเลือกทรัพยากรมนุษย์ กลายเป็นกลไกสำคัญในการจัดการระบบการบริหารทุนมนุษย์ในองค์กร บุคคลจึงต้องมีการเตรียมความพร้อมตนเอง ทั้งความรู้ความเข้าใจว่าสิ่งใดคือสมรรถนะทางนวัตกรรมในฐานะบุคคลที่กำลังเข้าสู่ตลาดแรงงาน และทราบระดับความพร้อมของตนเอง ทั้งปัจจัยที่พร้อมและปัจจัยที่ขาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษานี้นำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่อยู่ในตลาดแรงงานในตำแหน่งงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนวัตกรรมตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ดังนั้น การคัดเลือกสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล ถือเป็นความท้าทายที่จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและภาคธุรกิจเพื่อให้แรงงานมีความพร้อมด้านสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลตรงความต้องการของภาคธุรกิจ เพราะสมรรถนะทางนวัตกรรมตามบทบาทของวิศวกรไทยมีความสำคัญในยุคการปฏิรูปโครงสร้างทางเศรษฐกิจ จากการขับเคลื่อนด้วยแรงงานที่เน้นการรับจ้างผลิตไปเป็นเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ซึ่งในเชิงภาพรวมทุกอาชีพล้วนสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นให้ความสำคัญกับบัณฑิตวิศวกรรม เนื่องจากเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยี ตลอดจนการนำไปใช้ประโยชน์ และนำสิ่งประดิษฐ์ด้านเทคโนโลยีไปใช้เพื่อการขับเคลื่อนสังคมทั้งทางด้านความเป็นอยู่ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจ และความปลอดภัยที่ส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชน จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นผู้มีบทบาทสำคัญที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหา และการออกแบบสร้างสรรค์สิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีกว่าเดิม

ความเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ภายใต้แผนการพัฒนาประเทศไทย ทำให้วิศวกรไทยมีบทบาทที่มากขึ้น ท่ามกลางการแข่งขันที่สูงขึ้นด้วยเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันการพัฒนาเศรษฐกิจภายใต้นโยบายของรัฐที่มุ่งเน้นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม เป็นอีกปัจจัยหลักในการกระตุ้นการเติบโตของงานวิศวกรรม ดังนั้นการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อตอบสนองความต้องการของธุรกิจภาคอุตสาหกรรมที่เน้นสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมให้กับองค์กร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม
- เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม
- เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกและพัฒนาบุคลากรในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- เนื้อหา เฉพาะสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม
- ขอบเขตการศึกษาได้แก่ บัณฑิตวิศวกรรมที่ทำงานในองค์กรขนาดกลางและขนาดใหญ่เฉพาะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และบริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่มีผลงานนวัตกรรมเฉพาะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

- นวัตกรรม (Innovation) หมายถึง สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้และกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าและเกิดประโยชน์ต่อเชิงพาณิชย์ เศรษฐกิจ สังคม และประเทศชาติ
- การประกอบการ (Entrepreneur) หมายถึง การทำธุรกิจโดยผู้ประกอบการซึ่งเป็นผู้ระบุโอกาส ค้นหาโอกาสและหาหนทางแก้ไข หาความเป็นไปได้ของการทำธุรกิจเพื่อตอบสนองตลาดที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์
- องค์กรแห่งนวัตกรรม (Innovative Organization) หมายถึง องค์กรที่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทางด้านแนวคิด กระบวนการทำงาน รูปแบบธุรกิจ เพิ่มศักยภาพทางการวิจัยพัฒนาเพื่อเกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าและประโยชน์
- นวัตกรรมองค์กร (Organizational Innovation) หมายถึง องค์กรมีศักยภาพและความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ออกสู่ตลาดส่งผลให้การดำเนินธุรกิจประสบความสำเร็จตามกลยุทธ์องค์กรด้านนวัตกรรม โดยพนักงานเป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้างนวัตกรรมให้กับองค์กร
- นวัตกรรมการศึกษา (Innovative Education) หมายถึง นวัตกรรมที่ช่วยให้การศึกษามีการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลดีขึ้นกว่าเดิม สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต
- การเรียนรู้ด้านนวัตกรรม (Innovative Pedagogy) หมายถึง การเรียนรู้หลักการทฤษฎีนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสอนและการเรียนรู้ของบุคคล
- นวัตกร (Innovator) หมายถึง ผู้เริ่มคิด สร้างสรรค์ และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรืองานที่เป็นสิ่งใหม่ มีคุณค่า มีประโยชน์ ส่งผลต่อ องค์กร สังคม และประเทศ
- นวัตกร วิศวกรรม (Engineering innovator) หมายถึง ผู้ทรงความรู้ด้านวิศวกรรมมีความคิดสร้างสรรค์ และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรืองานที่เป็นสิ่งใหม่ มีคุณค่า มีประโยชน์ ส่งผลต่อองค์กร สังคม และประเทศ
- วิศวกรรม (Engineering) หมายถึง อาชีพที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของการวางแผนการออกแบบ การสร้าง และการใช้งานอย่างถูกหลักเศรษฐศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และปลอดภัยต่อชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สิน
- วิศวกรรมบัณฑิต (Engineering graduate) หมายถึง ผู้ทรงความรู้ด้านวิศวกรรมตามหลักสูตรปริญญาตรี(Bachelor of Engineering) ที่งานวิจัยนี้ต้องการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- วิศวกรทำงานด้านนวัตกรรม หมายถึง บุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรม (Bachelor of Engineering) ในทุกสาขาที่ทำงานด้านนวัตกรรมซึ่งมีบทบาทต่างๆ ในองค์กร เช่น
  - บทบาทริเริ่ม (Activator) หมายถึง บุคคลนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการริเริ่ม กระตุ้นให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่
  - บทบาทวางแผนข้อมูลกลยุทธ์ (Browser) หมายถึง บุคคลนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล แสวงหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อวางแผนกลยุทธ์สร้างสิ่งใหม่
  - บทบาทออกแบบสร้างสรรค์ (Creator) หมายถึง บุคคลนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการวางแผนการออกแบบสิ่งใหม่ด้วยความคิดสร้างสรรค์
  - บทบาทพัฒนา (Developer) หมายถึง บุคคลนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรืองานที่เป็นสิ่งใหม่
  - บทบาทปฏิบัติ (Executor) หมายถึง บุคคลนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ใช้งานอย่างถูกหลักเศรษฐศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์ และปลอดภัยต่อชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สิน
  - บทบาทอำนวยการ (Facilitator) หมายถึง บุคคลนำความรู้ทางวิศวกรรมมาสนับสนุน และส่งเสริมให้เกิดกระบวนการสร้างสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าและมีประโยชน์
- สมรรถนะในการทำงาน (Competency) หมายถึง ความรู้ที่จำเป็น (Knowledge) ทักษะความสามารถเฉพาะ (Skills) และคุณลักษณะความคิด ทัศนคติ ค่านิยม แรงจูงใจ ความต้องการส่วนตัวของบุคคล (Personnel Attribute) เพื่อใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ให้ประสบผลสำเร็จตามที่กำหนดไว้
- สมรรถนะทางนวัตกรรม (Innovative Competency) หมายถึง ความรู้ทางนวัตกรรม (Knowledge) ทักษะทางนวัตกรรม (Skill) และคุณลักษณะส่วนบุคคลที่พึงมีด้านนวัตกรรม (Personnel Attribute) เพื่อใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ให้ประสบผลสำเร็จตามที่กำหนดไว้
- ทุนมนุษย์ (Human capital) หมายถึง คนที่มีความรู้ความสามารถตลอดจนทักษะหรือความชำนาญ และประสบการณ์ส่วนบุคคลจนกลายเป็นทรัพยากรที่มีศักยภาพขององค์กร
- การสรรหาบุคลากร (Recruitment) หมายถึง การดำเนินงานหรือกระบวนการเพื่อมุ่งที่จะแสวงหาและจูงใจผู้สมัครที่มีความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะที่ดีตรงตามความต้องการ
- การคัดเลือกบุคลากร (Selection) หมายถึง กระบวนการที่ใช้เครื่องมือต่างๆ มาดำเนินการคัดเลือกผู้สมัครตามที่ต้องการโดยมีเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเป็นกรอบในการพิจารณาให้ได้คนที่มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณสมบัติตรงกับงานที่เปิดรับ และประเมินคุณสมบัติของผู้สมัครงานตามเกณฑ์ ที่งานวิจัยนี้ต้องการศึกษา

- แบบจำลองของกระบวนการนวัตกรรม (Model of innovation process) หมายถึง แบบจำลองของกระบวนการที่ได้แนวคิดจากทางเทคโนโลยี ผู้บริโภค และการผสมผสานแนวคิดร่วมกันจากทีมงานโดยการประสานการทำงานร่วมกันของแต่ละบทบาท เพื่อพัฒนานวัตกรรมยกระดับเทคโนโลยีที่มีอยู่และเป็นนวัตกรรมที่ผู้บริโภคต้องการ
- ศูนย์กลางการประเมินนวัตกรรม (Innovative assessment center) หมายถึง กระบวนการอย่างเป็นระบบในการสรรหาคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับบทบาทหน้าที่ต้องมีสมรรถนะทางนวัตกรรม มีลักษณะเด่นกว่าการประเมินวิธีอื่น เป็นการประเมินที่เน้นการเชื่อมโยงงานในอนาคต
- ตัวชี้วัด หมายถึง ตัวแปรหรือตัวประกอบ (Factor) ที่เปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือวัด หรือตัวบ่งชี้บอกคุณสมบัติที่มุ่งวัด มีความสำคัญ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดตามประเมินผล
- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Expected Learning Outcomes) หมายถึง ผลการวัดที่คาดหวังหรือผลสำเร็จของหลักสูตรหรือการบรรลุเป้าหมายทางวัตถุประสงค์ขององค์กรแสดงให้เห็นได้ด้วยระดับของตัวชี้วัด
- ตัวแปรนามธรรม (Construct) หมายถึง แนวคิดทฤษฎีที่เป็นนามธรรม มีความซับซ้อน จากตัวแปรที่เป็นนามธรรม (Concept) ที่งานวิจัยนี้ต้องทำให้เป็นรูปธรรม หรือตัวชี้วัดเชิงประจักษ์ได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ประโยชน์ในเชิงวิชาการสาขาการจัดการองค์กรและการจัดการทรัพยากรมนุษย์ เพื่อทราบปัจจัยตามที่องค์กรไทยต้องการสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรม
- ทราบปัจจัยตัวชี้วัดการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดผลเชิงนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคลากรด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะนวัตกรรม และเกิดการจับคู่สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านนวัตกรรม
- ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยธุรกิจภาคอุตสาหกรรมสามารถนำเครื่องมือการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลไปประยุกต์ใช้งานในการบริหารทรัพยากรมนุษย์ขององค์กรด้านการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานและการพัฒนาบุคลากรด้านนวัตกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในบทนี้นำเสนอการทบทวนวรรณกรรมประกอบด้วย ทฤษฎีและแนวคิดตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตการศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับ นวัตกรรม สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม องค์ประกอบการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรรมบัณฑิต การศึกษานี้จึงมุ่งค้นหานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในบทบาทที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างนวัตกรรมตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย เรื่องเกี่ยวกับสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล ความรู้ทางนวัตกรรม ทักษะทางนวัตกรรม และคุณลักษณะบุคคลทางนวัตกรรม

2.1.1 สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมาย สมรรถนะ(Competency) ในหลากหลายคำจำกัดความ McClelland (1973) กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานในงานที่ตนรับผิดชอบให้ดีกว่า สูงกว่า หรือเหนือกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ บุคคลที่มีผลการปฏิบัติงานดีจะมีสิ่งหนึ่งที่เรียกว่า สมรรถนะ จิรประภา อัครบวร (2549) อ้างถึงโมเดลภูเขาน้ำแข็ง(Iceberg Model) มักถูกนำมาอธิบายความหมายของสมรรถนะถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลมีส่วนที่มองเห็นและพัฒนาได้ง่ายเป็นส่วนของภูเขาน้ำแข็งที่อยู่เหนือน้ำคือความรู้และทักษะ และส่วนที่ไม่สามารถมองเห็นและพัฒนาได้ง่ายเป็นส่วนของภูเขาน้ำแข็งที่อยู่ใต้น้ำ คือคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นแรงจูงใจ อุปนิสัย ภาพลักษณ์ภายใน และการแสดงออกในแต่ละบทบาทในสังคม (McClelland, 1973) ทั้งนี้สมรรถนะนั้นสามารถแบ่งได้ตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ (Fletcher 1992 in Jo Boon AHRD, 2002) ได้แก่ แนวคิดของ วิธีทางอังกฤษ เน้นวัตถุประสงค์ เพื่อมอบหรือให้ประกาศนียบัตรการรับรองบุคคลโดยกำหนดมาตรฐานผลการทำงานแต่ละวิชาชีพเฉพาะงาน ส่วนแนวคิดของ วิธีทางอเมริกันสมรรถนะนั้นมีเพื่อการพัฒนาบุคคลโดยกำหนดจากพฤติกรรมของผลการปฏิบัติงานดีเป็นไปตามแนวทางที่องค์กรต้องการ ซึ่งในแต่ละองค์กรที่มีความต้องการบุคลากรในลักษณะที่แตกต่างกัน

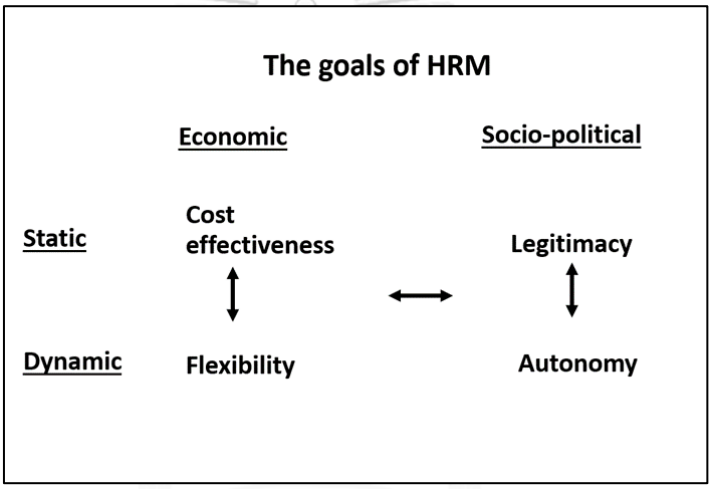
ตามที่ Boyatzis (1982) กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะพื้นฐาน (Underlying Characteristic) ของบุคคล ได้แก่ แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) ทักษะ (Skill) จินตภาพส่วนตน (Self-Image) หรือบทบาททางสังคม (Social Role) หรือองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ซึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บุคคล จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ผลงานสูงกว่าหรือเหนือกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ ศิริชัย กาญจนวาสี (2557) กล่าวถึงสมรรถนะของบุคคลอาจมีการวัดและการประเมิน เพื่อได้เกณฑ์วิชาชีพตามการประกอบการวิชาชีพต่างๆ นำผลมาสื่อสาร ส่งเสริม พัฒนา และจัดทำข้อมูลของผู้มีสมรรถนะที่เหมาะสมกับตำแหน่งงานอย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานวิชาชีพนั้น จึงมีการกำหนดนิยาม และพฤติกรรมระบุสมรรถนะที่สำคัญ มีการตรวจสอบและยืนยันสมรรถนะจากกลุ่มบุคคลในองค์กรที่มีผลงานอันเป็นที่ยอมรับและประสบความสำเร็จในตำแหน่งงานตามวิชาชีพนั้น และองค์กรควรมีการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับทำการประเมินสมรรถนะตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ จิรประภา อัครบวร (2549) กล่าวถึงสมรรถนะในตำแหน่งใดๆ ในองค์กร มีลักษณะที่เป็นสมรรถนะหลัก (Core competency) ที่คนในองค์กรต้องมีพฤติกรรมที่ดีเพื่อแสดงถึงวัฒนธรรมและค่านิยมขององค์กร สมรรถนะทางบริหาร (Professional competency) การมีคุณสมบัติที่สามารถบริหารบุคลากรในองค์กรให้ทำงานสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ วิสัยทัศน์ ขององค์กร และสมรรถนะเชิงเทคนิค (Technical competency) เป็นทักษะด้านวิชาชีพที่จำเป็นในการปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จ Ewell (2001) กล่าวว่าทั้ง สมรรถนะ (Competency) และผลการเรียนรู้ (Learning Outcome) เป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการสร้างนวัตกรรมของบุคคล Ewell และสภาการรับรองระบบการศึกษาทางอุดมศึกษา (2001) ของ วอชิงตันดีซี ประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดการรับรองระบบงานและผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ว่า ผลการเรียนรู้ คือ ระดับความรู้ ทักษะ และความสามารถเฉพาะที่นักศึกษาได้บรรลุความสำเร็จแห่งการเรียน ในส่วน สมรรถนะอธิบายว่า สมรรถนะมีความหมายมากกว่าผลการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงต้องเรียนรู้แต่รวมถึงระดับการปฏิบัติงานที่เฉพาะเจาะจงซึ่งคาดหวังจะได้เป็นผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้เป็นความสำเร็จ (Attainment) ของผลลัพธ์ (Outcome) ที่ได้จากสมรรถนะหรือผลการเรียน ซึ่งผลลัพธ์ของความรู้หมายถึง วินัยหรือเนื้อหาเฉพาะที่เกี่ยวกับความคิด ความจำหรือระลึกได้ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์และปรับใช้อย่างเหมาะสม (Ewell, 2001) สรุปว่าความรู้ (Knowledge) เกี่ยวข้องกับความคิด (Cognitive) ส่วนทักษะ (Skills) เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรียนรู้ที่จะทำอะไรบางอย่างในตัวเอง หรือเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาตนเองต่อไป (Ewell, 2001) หรืออาจเรียกว่าการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psychomotor skills) และในส่วนของทัศนคติ (Attitude) หรือผลกระทบทางอารมณ์ (Affective) เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความเชื่อหรือการพัฒนาค่านิยม

การสร้างความได้เปรียบทางทรัพยากรมนุษย์ในสภาวะที่เป็นพลวัตร (Boxall & Purcell, 2015) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ การกำหนดเป้าหมายการบริหารทรัพยากรมนุษย์เชิงกลยุทธ์ตามบริบทของการเมืองและสังคม และเชิงเศรษฐกิจองค์กร ถือเป็นแรงจูงใจหลัก ที่สนับสนุนกิจกรรมด้านทรัพยากรบุคคลของการบริหารองค์กร โดยที่ทิศทางของลูกศรตามภาพที่ 2-1 แสดงถึงความตึงเครียดทางยุทธศาสตร์ โดยองค์กรพยายามสร้างประสิทธิผลในรูปแบบทางการเงิน เพื่อให้เกิดความคุ้มค่า

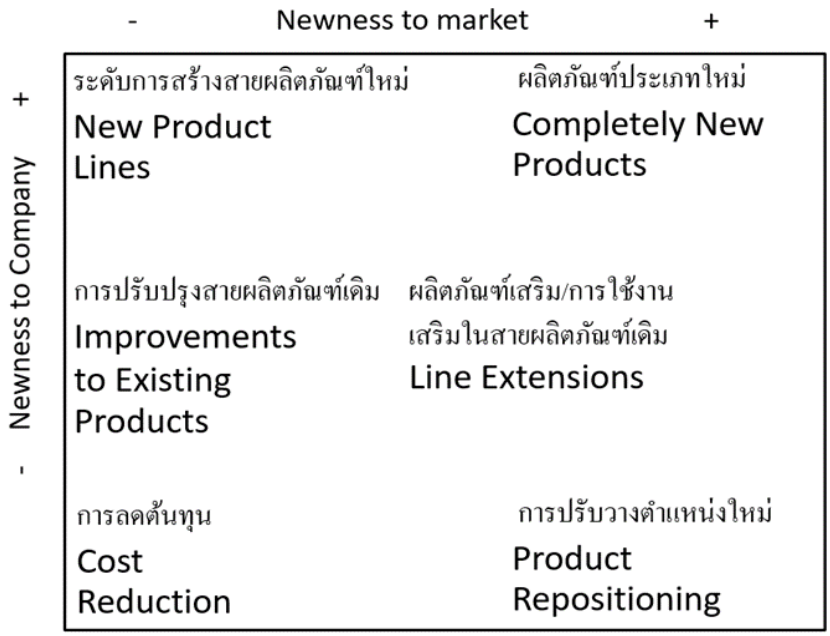
จากการบริหารทรัพยากรมนุษย์ และในเชิงการเมืองและสังคมต่อการดำเนินการอย่างถูกต้องตามกฎหมาย นอกจากนี้องค์กรควรคำนึงถึงความจำเป็นที่ต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับบริบททางสังคมที่อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมแห่งการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้องค์กรจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์มากยิ่งขึ้น พร้อมกับการรักษาอำนาจการบริหารจัดการภายในองค์กรได้ด้วยการเสริมแรงจูงใจในการจัดการทรัพยากรบุคคล เกิดประสิทธิภาพด้านต้นทุน มีความชอบธรรม และมีอิสระในการบริหารจัดการผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด การสนับสนุนความสามารถในการทำงานของบริษัทอันเกิดจากสมรรถนะของบุคลากร ผ่านการรักษาเสถียรภาพของระบบที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามกฎหมายแรงงานนั้นถือเป็นภารกิจพื้นฐานของการจัดการทรัพยากรมนุษย์ในองค์กร ตามภาพที่ 2-1 (Boxall & Purcell, 2015)



ภาพที่ 2-1 : เป้าหมายด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ (The Goals of HRM: Boxall & Purcell, 2015,p.62.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์กรสามารถสร้างนวัตกรรมของตนเองได้ โดยให้ความสำคัญที่การตั้งเป้าหมายของระดับนวัตกรรมที่องค์กรเลือกใช้วิธีการศึกษา หาข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับกลุ่มเป้าหมายอย่างถูกต้องในเวลาที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการสร้างนวัตกรรมในแต่ละขั้นตอนการทำงาน โดยแบ่งระดับของนวัตกรรมตามระดับของตลาดร่วมกับระดับของบริษัท ระดับความใหม่ของนวัตกรรม ตามแนวคิดของ Robert G. Cooper (2001) ได้แบ่งระดับความใหม่ เป็น 6 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับความใหม่ที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่บนโลก 2) ระดับความใหม่ที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในบริษัท 3) ระดับความใหม่ที่เป็นการเพิ่มสายการผลิตที่มีอยู่เดิมของบริษัท 4) ระดับความใหม่ที่เป็นการปรับปรุงแก้ไขผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมของบริษัท 5) ระดับความใหม่ที่เป็นการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่บริษัทมีอยู่ และ6) ระดับความใหม่ที่เป็นการจัดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ที่บริษัทมีอยู่ ตามภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 : ดัดแปลงจากระดับนวัตกรรม ของ Robert G. Cooper (2001)

รูปแบบด้านกระบวนการ (Process) เกี่ยวข้องกับความสามารถขององค์กรในกระบวนการนวัตกรรม (Innovation process) ในอุตสาหกรรมแต่ละช่วงเวลา ตามแนวคิดทฤษฎีคลื่นยาว (Longwave cycle) ของ Kondratiev (1935) อธิบายถึงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นใหม่ส่งผลต่อการเกิดเทคโนโลยีในแต่ละช่วง ทำให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และสังคม ซึ่งสามารถทำนายเทคโนโลยีใหม่ได้โดยดูรูปแบบ (Pattern) ของข้อมูลนำมาวิเคราะห์ทำนาย ซึ่งการหาปัจจัยที่นำมาทำนายสามารถวิเคราะห์จากวัฏจักรในอดีตได้แก่ วัฏจักรที่หนึ่ง ปี ค.ศ. 1780-1830 อุตสาหกรรมผ้าฝ้าย เหล็ก พลังงานน้ำ วัฏจักรที่สองปี ค.ศ. 1830-1880 อุตสาหกรรมราง พลังงานไอน้ำ เรือกลไฟ วัฏจักรที่สามปี ค.ศ. 1880-1930 อุตสาหกรรมไฟฟ้า เคมี เหล็กกล้า วัฏจักรที่สี่ปี ค.ศ. 1930-1980 อุตสาหกรรมรถยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ น้ำมัน การบิน วัฏจักรที่ห้าปี ค.ศ. 1980 - 2010 อุตสาหกรรมโทรคมนาคม เทคโนโลยีชีวภาพ วัฏจักรที่หกปี ค.ศ. 2010-2020 ทำนายว่าเป็นพลังงานหมุนเวียน นาโนเทคโนโลยี เคมีสีเขียว ไซเบอร์เนติกส์ (Cybernetic) เป็นต้น

ทั้งนี้เทคโนโลยีแต่ละวัฏจักรมีกระบวนทัศน์ของเทคโนโลยี (Technology paradigm) ที่หลากหลาย (Dosi, 1982) อธิบายความหมายของกระบวนทัศน์ (Paradigm) ว่าคือขอบเขต แนวคิดของกลุ่มคนกลุ่มหนึ่งที่ยอมรับเหมือนกัน ในช่วงเวลาหนึ่ง การมองชุดข้อมูลเดียวกัน มีกรอบของเทคโนโลยี (Technological paradigm) เดียวกันทำให้เกิดเป็นเส้นทางเดินของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นหลังจากขีดกรอบของเทคโนโลยีแล้ว เส้นทางเดินของเทคโนโลยีมีหลายรูปแบบ เช่น ในลักษณะ

รูปแบบเส้นโค้ง S ตามแนวคิดของ Foster (1986) อธิบายการเกิดเทคโนโลยี ที่เป็นเส้นทางของเทคโนโลยี (Technological Trajectory) รูปแบบของเส้นทางที่เป็น S-Curve ว่าเป็นการนำสถิติมาใช้ทำนายและอธิบายเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น ทั้งด้านที่เป็นประสิทธิภาพของเทคโนโลยี (Technical performance) และด้านความพยามที่ใช้ในการทำวิจัย (Research effort) หรือการลงทุนของบริษัททางด้านทรัพยากร ซึ่งในแต่ละเส้นทางของ S-curve ต่างมีขีดจำกัดของเทคโนโลยี (Limit of technology) จึงทำให้เกิดแนวคิดด้านแบบจำลองของกระบวนการนวัตกรรม (Model of innovation process) ที่สามารถช่วยให้องค์กรเกิดการทำงานเพื่อผลักดันให้ได้ตามเป้าหมายเป้าหมายของระดับนวัตกรรมที่องค์กรเลือก

Rothwell (1994) กล่าวถึงแบบจำลองของกระบวนการนวัตกรรมโดยมีที่มาจากแนวคิดที่เป็นเทคโนโลยี แนวคิดจากผู้บริโภค และแนวคิดการผสมผสานทั้งเทคโนโลยีและความต้องการของผู้บริโภค เพื่อพัฒนานวัตกรรมยกระดับเทคโนโลยีที่มีอยู่และเป็นนวัตกรรมที่ผู้บริโภคต้องการไปพร้อมกัน(Rothwell, 1994; Smith, 2006) ทั้งนี้บริษัทควรมีทีมงานประสานหน้าที่การทำงาน (cross-functional team) ในแต่ละบทบาท และมีการเชื่อมโยงความร่วมมือกับบริษัทอื่นๆ มากขึ้น เป็นเครือข่ายต่างๆ ที่หลากหลายกลายเป็นสิ่งจำเป็น ให้เกิดการใช้ประโยชน์ร่วมกันทั้งในด้านข้อมูลและเทคโนโลยีต่างๆ เกิดเป็นนวัตกรรม ที่แบ่งได้ 5 ยุค (Fifth Generation Innovation) ดังนี้ ยุคแรก ในปี ค.ศ. 1950 - 1960 แรงผลักดันทางเทคโนโลยี (technology push) เป็นแนวคิดที่มาจากเทคโนโลยี ยุคที่สอง ในปี ค.ศ. 1961 - 1970 ในลักษณะแรงดึงทางการตลาดเป็นแนวคิดที่มาจากความต้องการของผู้บริโภค (market pull) ยุคที่สาม ในปี ค.ศ. 1971 – 1980 เป็นความร่วมมือกัน (coupling) ประสานหน้าที่การทำงานขนานกัน (parallel) ยุคที่สี่ ในปี ค.ศ. 1981 -1990 ประสานหน้าที่การทำงานแบบบูรณาการ (integrated) และยุคที่ห้า ในปี ค.ศ. 1991 ถึงปัจจุบัน เป็นกระบวนการนวัตกรรมการทำงานร่วมกันแบบเครือข่าย

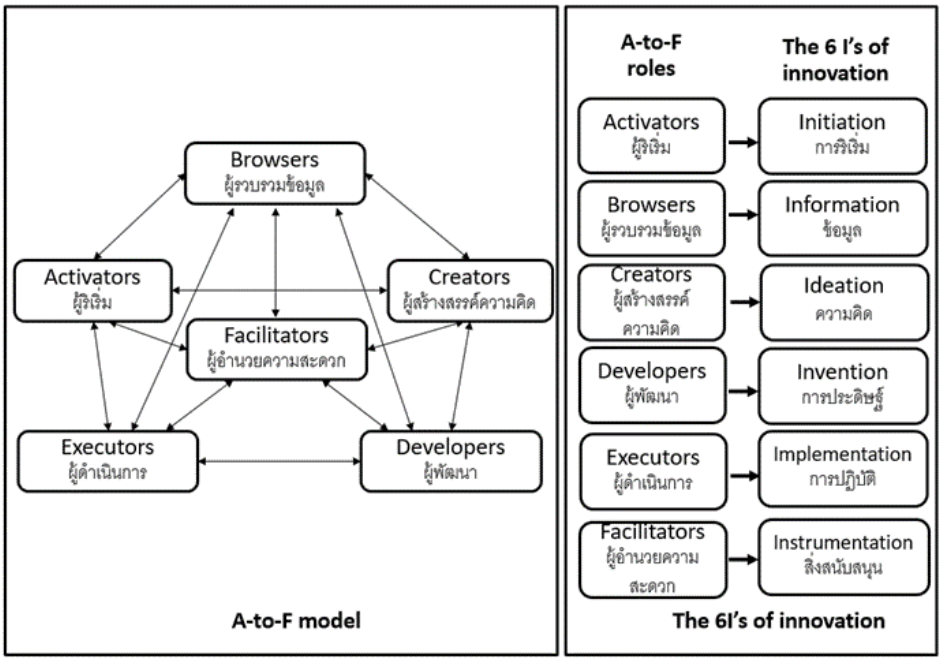
การทำให้เกิดนวัตกรรมเชิงพาณิชย์ (Commercialization) เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีไปสู่เชิงพาณิชย์ การสร้างคุณค่าต่อผู้ใช้ (Value creation) และ การรักษาคุณค่าจากนวัตกรรม (Value capture from innovation) ตามที่ Chesbrough (2010) กล่าวว่า แบบจำลองธุรกิจ เป็นตัวกลางเชื่อมโยงปัจจัยของความคิดสร้างสรรค์และความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี กับการสร้างมูลค่าเพิ่มในเชิงพาณิชย์ ทั้งในรูปแบบการสร้างคุณค่าต่อผู้ใช้ และการสร้างคุณค่าทางตัวเงินแก่ธุรกิจที่เป็นยอดขาย กำไร ทำให้เกิดประโยชน์แก่ระบบเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้การสร้างนวัตกรรมนั้นคุณค่าของเทคโนโลยีควรก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการใช้งานร่วมกันกับผลิตภัณฑ์หรือบริการอื่น โดยที่เทคโนโลยีนั้นสามารถสร้างคุณค่าด้านการใช้งานที่มีการตอบสนองที่เห็นผลอย่างชัดเจน มีการกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมายและตำแหน่งผลิตภัณฑ์ และสร้างคุณค่าแก่ห่วงโซ่อุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงกันโดยการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงเครือข่ายธุรกิจ การสร้างกลไกการตั้งราคาที่ผู้บริโภคยอมรับจากการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เปรียบเทียบคุณค่ากับความพึงพอใจที่ได้ ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดกลยุทธ์การสร้างความได้เปรียบด้านการแข่งขัน เกิดเป็นกำไรและผลตอบแทนแก่ธุรกิจ

S. Kline and Rosenberg (1986) นำเสนอแบบจำลองห่วงโซ่สัมพันธ์ของนวัตกรรม (Chain linked Model) เป็นแนวคิดของกระบวนการนวัตกรรมที่ประกอบด้วยกิจกรรมเชื่อมโยงกันทั้งในลักษณะลำดับขั้นตอน หรือเกิดขึ้นพร้อมกัน ซึ่งทิศทางและความเร็วของนวัตกรรมนั้นสัมพันธ์ระหว่างฐานความรู้ ความสามารถของบริษัท และโอกาสทางการตลาด โดยเชื่อมโยงหน้าที่ในสายงานหรือบทบาทหลักกับการเชื่อมโยงหน้าที่ของบริษัทที่มีปฏิสัมพันธ์กัน ได้แก่ ตลาดที่มีศักยภาพ การประดิษฐ์และหรือการออกแบบวิเคราะห์เพื่อผลิต การออกแบบที่มีรายละเอียดและการทดสอบออกแบบใหม่และผลิต การจำหน่ายและการตลาด รูปแบบของลักษณะการเชื่อมโยงเป็นรูปแบบที่เกิดการเคลื่อนที่ของข้อมูลและกิจกรรมในลักษณะเชื่อมโยงกัน และมีบทบาทสำคัญเรื่องการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ผ่านกระบวนการเรียนรู้ การทำงานวิจัยจึงสามารถทำควบคู่ไปพร้อมกระบวนการนวัตกรรม

นอกจากนี้ แนวคิด A-to-F โมเดล ของ Trias De Bes and Kotler (2011) เป็นกระบวนการสร้างนวัตกรรมให้องค์กรสามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ด้วยการจัดหาบุคลากรที่มีลักษณะดังนี้ A ผู้ริเริ่ม (Activators) มีบทบาทริเริ่มผลักดันนวัตกรรมขององค์กร B ผู้รวบรวมข้อมูล (Browsers) มีบทบาทให้ข้อมูลสนับสนุนและเชื่อมเครือข่ายข้อมูลความรู้ให้เกิดการสร้างนวัตกรรม C ผู้สร้างสรรค์ความคิด (Creators) มีบทบาทด้านความคิดสร้างสรรค์ หรือคิดสร้างสิ่งใหม่ D ผู้พัฒนา (Developers) เป็นผู้มีบทบาทประดิษฐ์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้น E ผู้ดำเนินการ (Executors) เป็นผู้มีบทบาทนำสิ่งประดิษฐ์ของผู้พัฒนาไปสู่การปฏิบัติหรือใช้งานได้จริง และ F ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitators) เป็นผู้มีบทบาทจัดหาสิ่งสนับสนุนให้เกิดนวัตกรรม เช่น แหล่งเงินทุน วัตถุดิบ สิ่งอำนวยความสะดวก เป็นต้น ซึ่งกลุ่มบุคคลเหล่านี้ต่างมีบทบาทร่วมกันนำเสนอความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาและนำสินค้าหรือบริการขององค์กร ออกสู่ตลาด กระบวนการและกลุ่มบุคคลทั้ง 6 ลักษณะนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบการสร้างนวัตกรรมแบบองค์รวม เป็นกระบวนการพัฒนานวัตกรรมเน้นไปสู่ผลลัพธ์ ภายในสภาพแวดล้อมแห่งวัฒนธรรมความคิดสร้างสรรค์ และมีการกำหนดตัววัดทางนวัตกรรมและรางวัลทางนวัตกรรมกับบุคลากรในองค์กร จากบทบาทได้กล่าวมาข้างต้นนั้น มิได้เป็นเงื่อนไขที่ระบุว่าบุคคลใดบุคคลหนึ่งจะต้องมีบทบาทตามที่ได้กล่าวมาได้เพียงบทบาทใดบทบาทหนึ่งเพื่อที่บุคคลนั้นจะสามารถเข้าร่วมกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรมให้กับองค์กรได้สำเร็จ ซึ่งบุคคลที่ทำงานบทบาทแต่ละบทบาทนั้นสามารถที่จะทำงานได้มากกว่า 1 บทบาท อาทิ บุคคลที่ทำงานบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitators) สามารถที่จะทำงานบทบาทเป็นผู้ริเริ่ม (Activators) ด้วยก็ได้ ตามภาพที่ 2-3 (Trias De Bes & Kotler, 2011)



ภาพที่ 2-3 : ดัดแปลงจาก A-to-F model นวัตกรรม 6Is (Trias De Bes & Kotler, 2011)

จากการทบทวนทฤษฎี และบทความวิชาการ เกี่ยวกับสมรรถนะทางนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องทำให้เห็นแนวทางที่สำคัญของการศึกษาวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ทางนวัตกรรม ที่บุคคลมีพฤติกรรมแสดงถึงความเข้าใจทางนวัตกรรมว่าเป็นสิ่งใหม่มีคุณค่าและเกิดประโยชน์โดยส่งผลทั้งต่อตนเอง ผู้อื่น และสังคม 2) ทักษะทางนวัตกรรม การพัฒนาทางด้านทักษะทางปัญญา (Cognitive Skill) ที่สูงขึ้นเมื่อบุคคลเหล่านั้นสำเร็จการศึกษาและเข้าสู่ตลาดแรงงานตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ และ3) คุณลักษณะบุคคลทางนวัตกรรม เป็นแรงจูงใจ (Motive) ลักษณะส่วนบุคคล (Trait) และทัศนคติ (Attitude) ที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน และพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้นวัตกรรม จนเกิดเป็นความชำนาญ ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรม โดยผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องมีความสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิชาการทางบทบาทของบุคคลในกระบวนการนวัตกรรมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.2 ความรู้ทางนวัตกรรม

จากนิยามนวัตกรรมตามความหมายของ Smith (2006) กล่าวว่า นวัตกรรม หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ (Invention) ที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาทำให้เกิดเทคโนโลยี (Technology)

กลายเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีคุณค่าออกสู่ตลาด มีประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (Commercialization) และได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย (Diffusion) ในสังคม (Smith, 2006)

ทั้งนี้แนวคิดของSchumpeter (1942) บิดาแห่งทฤษฎีนวัตกรรม กล่าวว่า นวัตกรรม หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้และนำไปใช้หรือปฏิบัติจนเกิดผลได้จริง ซึ่งทำให้เกิดสิ่งใหม่ๆ ขึ้นตลอดเวลา กลายเป็นการทำลายที่สร้างสรรค์ (creative destruction) คือ การคิดและเกิดสิ่งใหม่ๆ โดยทำลายสิ่งที่มีอยู่เดิม มุ่งเป้าหมายเพื่อสร้างกำไรเพิ่มขึ้นให้กับองค์กร ผู้ประกอบการจึงเป็นผู้สร้างสิ่งใหม่ให้เกิดคุณค่าใหม่ ประโยชน์ใหม่ ส่งต่อไปยังผู้ประกอบการกลุ่มใหม่ เพื่อร่วมกันสร้างสิ่งใหม่ เกิดประโยชน์ใช้งานใหม่ จึงเกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรของการเกิดสิ่งใหม่ใช้สิ่งใหม่ และส่งมอบสิ่งใหม่ (Schumpeter, 1942)

> ในบริบทของประเทศไทย พระราชกฤษฎีกาจัดตั้ง สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) พ.ศ.2552 ระบุความหมายของ นวัตกรรม หมายความว่า สิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม และหมายความรวมถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะ และประสบการณ์ทางเทคโนโลยีหรือการจัดการมาพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการผลิต หรือบริการใหม่ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ตลอดจนการปรับปรุงเทคโนโลยี การแพร่กระจายเทคโนโลยี การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการฝึกอบรมที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจและก่อให้เกิดประโยชน์สาธารณะในรูปแบบของการเกิดธุรกิจ การลงทุนผู้ประกอบการ หรือตลาดใหม่หรือรายได้แหล่งใหม่ รวมทั้งการจ้างงานใหม่ (พระราชกฤษฎีกา พ.ศ. 2552 จัดตั้ง สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559) เอกสารตามราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๒๖ ตอนที่ ๖๓ ก หน้า ๒ ลงวันที่ ๑ กันยายน ๒๕๕๒ ในมาตรา ๓

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) (2559) กล่าวถึงในรายงานประจำปี 2559 ว่า “นวัตกรรมมุ่งการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเพื่อก่อให้เกิดคุณค่าต่อประเทศและประชาชน ในทุกสถานการณ์” (น.7) (พระราชกฤษฎีกา พ.ศ.2552 จัดตั้ง สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัย จึงจำกัดความหมายนวัตกรรม ตามแนวคิดของSmith (2006) Schumpeter (1942) และสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2559) ว่า นวัตกรรม หมายถึง สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้และกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าและเกิดประโยชน์ต่อเชิงพาณิชย์ เศรษฐกิจ สังคม และประเทศชาติ

นอกจากนี้ยังมีแนวคิดของ Senge (1990) เชื่อว่า สิ่งสำคัญของการสร้างองค์กรที่ดีอยู่ที่การเรียนรู้ที่จะเปลี่ยนแปลงให้ทันกับความไม่แน่นอน โดยเน้นด้านการสร้างวินัย 5 ประการ (The Fifth Discipline) ในรูปของการนำไปปฏิบัติของบุคคล ทีม และองค์กรอย่างต่อเนื่อง แนวคิดที่เป็นแนวทางการปฏิบัติเพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ทั้งองค์กร มีดังนี้

1) ความรอบรู้แห่งตนเพื่อมุ่งสู่ความเป็นเลิศ (Personal Mastery) โดยมุ่งมั่นที่จะพัฒนาตนเองให้ถึงเป้าหมายด้วยการสร้างวิสัยทัศน์ของตนเอง (Personal Vision) เมื่อลงมือทำการสร้างสรรค์จึงจำเป็นต้องมีแรงมุ่งมั่นตั้งใจทำดี (Creative Tension) โดยใช้ข้อมูลจริงเพื่อคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจ (Commitment to the Truth) มีระบบการคิดตัดสินใจที่ดี การฝึกใช้จิตสำนึกเพื่อการทำงาน (Using Subconsciousness) โดยมีกลไกทำหน้าที่ได้ด้วยตนเอง

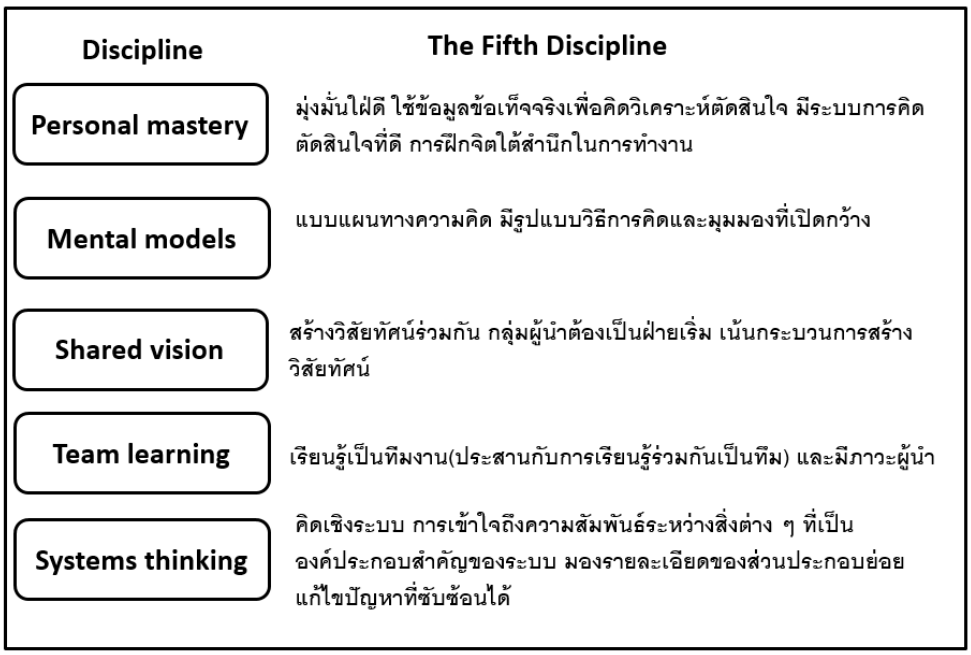
2) แบบแผนความคิดในมุมมองที่เปิดกว้าง (Mental Model) จนได้ เจตคติ ที่เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อเหตุการณ์ใดๆ เป็นทัศนคติแนวความคิดเห็นและกระบวนทัศน์ ที่ปฏิบัติตามกันจนกลายเป็นวัฒนธรรมองค์กร

3) การสร้างวิสัยทัศน์ร่วม (Shared Vision) การบูรณาการวิสัยทัศน์องค์กรให้เกิดเป็นรูปธรรมในอนาคต กลุ่มผู้นำต้องเป็นฝ่ายเริ่มต้นกระบวนการ

4) การเรียนรู้ร่วมกันของทีม (Team Learning) บุคคลมีสำนึกร่วมกันว่ากำลังทำอะไร ต่อไป อย่างไร ที่จะช่วยเพิ่มคุณค่าด้วยการประสานการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม และสร้างภาวะผู้นำในองค์กร

5) การคิดเข้าใจให้ครบอย่างเป็นระบบ (Systems thinking) โดยมีการแยกวิธีคิดอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบ ด้วยการมองรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยในระบบนั้นได้ ทำให้บุคคลสามารถแก้ไขปัญหาที่สลับซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

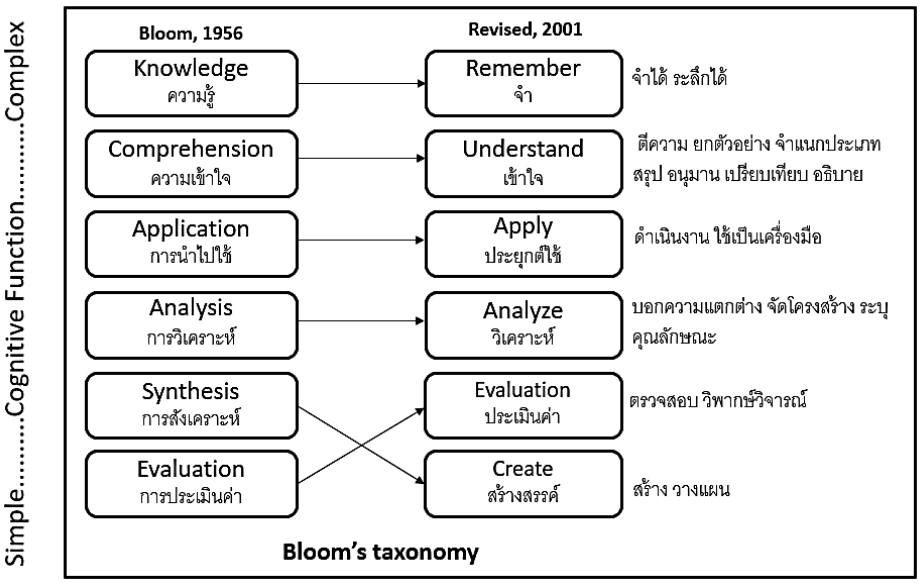
การคิดสิ่งใหม่อาจมาจากการที่บุคคลใช้ความรู้ในศาสตร์สาขาต่างๆ อย่างบูรณาการเพื่อประดิษฐ์สร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้น(Invention) ส่งผลให้เกิดประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจและการพาณิชย์(Commercialization) ในสังคม และทำให้เกิดการแพร่กระจายนวัตกรรม การใช้และถูกยอมรับอย่างแพร่หลาย (Diffusion) ดังนั้นผู้สร้างองค์ความรู้และผู้ใช้ความรู้ พยายามใช้ประโยชน์จากความรู้เชิงนวัตกรรม (Innovative Knowledge) เพื่อสร้างความสามารถด้านการแข่งขันที่เพิ่มขึ้น เรียนรู้ที่จะเปลี่ยนแปลงให้ทันกับความไม่แน่นอน โดยใช้ความรู้ทางนวัตกรรมให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ (Smith, 2006) ดังนั้นการคิดให้ครบวงจรหรือคิดอย่างเป็นระบบ (The systems thinking) นั้นเป็นเรื่องสำคัญสุด เพราะเป็นกระบวนการในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เห็นเป็นแบบแผน ขั้นตอนของการพัฒนาสิ่งต่างๆ ด้วยแผนกลยุทธ์อันประกอบด้วยเป้าหมายทางวิสัยทัศน์ที่ชัดเจน ทันต่อสถานการณ์ และคิดแสวงหาโอกาสในทุกปัญหา ไม่ล้มเลิกก่อนจะบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ตามภาพที่ 2-4 (Senge, 1990)



ภาพที่ 2-4 : ดัดแปลงจาก The Fifth Discipline: a framework of five disciplines (Senge, 1990)

ความรู้ทางนวัตกรรม จึงมีประโยชน์กับบุคคลหลายด้าน ได้แก่ การอธิบาย (description) การวิเคราะห์ (analysis) การทำนาย (predictive) และการสังเคราะห์ (synthesis) ที่สามารถทำให้ผู้ใช้นวัตกรรม เป็น ผู้สร้างนวัตกรรมได้ ดังนั้นการศึกษาทางนวัตกรรม (Innovative education) ไม่ใช่หน้าที่การให้ความรู้เฉพาะสถาบันที่เน้นหลักสูตรการศึกษาด้านบุคคล เช่น คณะครุศาสตร์ คณะทรัพยากรมนุษย์และการจัดการองค์การ หรือเฉพาะสถาบันที่เน้นหลักสูตรด้านนวัตกรรมเท่านั้น แต่เป็นหน้าที่ของสถาบันการศึกษาทุกหลักสูตรที่ควรเสริมสร้างการมีความรู้ด้านนวัตกรรม ที่ส่งผลต่อการมีสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล ซึ่งบุคคลใดจะยอมรับนวัตกรรมได้นั้น บุคคลนั้นต้องมีขั้นตอนความรู้ ตามแนวคิดของ (Rogers, 1995) ที่กล่าวถึง กระบวนการยอมรับนวัตกรรม ว่าเมื่อบุคคลได้รับรู้ข้อมูลเบื้องต้นของนวัตกรรม จะเกิดความตระหนัก สนใจ มีความเข้าใจ ว่ามีนวัตกรรมเกิดขึ้นแล้ว และรู้ว่านวัตกรรมนั้นได้ทำหน้าที่สำคัญอย่างไร

การวัดระดับความรู้ตามแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม Bloom (1956) Bloom's Taxonomy เป็นหนึ่งในวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดระดับความเชี่ยวชาญตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้านพฤติกรรมทางสติปัญญา (Cognitive Domain) และความสามารถในการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งวัตถุประสงค์ฐานความรู้ (Knowledge-Based Goals) ประกอบด้วย 6 ระดับ ตามภาพที่ 2-4 ได้แก่



ภาพที่ 2-5 : ดัดแปลงจาก Bloom's Taxonomy (Bloom, 1956)

1) การรู้หรือความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจดจำ แบ่งแยก และระลึก ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถชี้บอกใจความสำคัญ การแปลความหลัก ตีความ สรุปใจความสำคัญได้

3) การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ เกณฑ์ และวิธีการต่างๆของความรู้นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจัดการแยกแยะเรื่องที่สมบูรณ์ให้แยกย่อยออกเป็นส่วนได้อย่างชัดเจน

5) การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานเรื่องที่แยกย่อยเข้าเป็นเรื่องเดียวกันได้โดยการปรับปรุงเรื่องเดิมให้ดีขึ้นและมีคุณภาพมากขึ้น

6) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยเพื่อการตัดสิน และการลงมือทำเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนั้นแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูมจึงครอบคลุมความรู้ในเชิงสติปัญญา ซึ่งเป็นกลุ่มของคุณลักษณะที่จะนำมาใช้ในการรู้ เข้าใจ ทบทวน รื้อฟื้นความทรงจำ หรือทบทวนข้อเท็จจริง แนวคิด และขั้นตอนวิธีการปฏิบัติต่างๆ

การจะให้บุคคลในองค์กรมีสมรรถนะทางนวัตกรรม ทำได้ด้วยการจัดการทรัพยากรมนุษย์ให้เกิดการจุดประกายความคิดในบุคคล และสร้างให้เกิดแรงจูงในการสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์เชิงกลยุทธ์และการเปลี่ยนแปลงความคิด วิธีการประยุกต์ใช้ความคิดเชิง

สร้างสรรค์กับผลิตภัณฑ์ บริการ กระบวนการ และแบบจำลองทางธุรกิจที่มีอยู่ (Dundon, 2002) ดังนั้นนวัตกรรมจึงเป็นการถ่ายทอดความรู้ ส่งต่อไปในงานวิจัยหรือการพัฒนา นำไปสู่การประยุกต์ใช้ จึงมีการแบ่งปันความรู้ทางนวัตกรรมผ่านการดำเนินงานร่วมกันมากขึ้นโดยนำความรู้ใหม่ๆ รวมเข้าด้วยกัน ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมนั้นสามารถจำแนกได้ในหลายลักษณะ (Dundon, 2002) ได้แก่ รูปแบบนวัตกรรม ประเภทนวัตกรรม แหล่งที่มาของนวัตกรรม แบบจำลองของกระบวนการนวัตกรรม นวัตกรรมเชิงพาณิชย์ และการแพร่กระจายนวัตกรรม เป็นต้น

การสร้างบัณฑิตให้มีสมรรถนะตรงตามที่ตลาดแรงงานต้องการ ควรเริ่มจากต้นทาง การสร้างคนให้มีความรู้ทางนวัตกรรม จึงกลายเป็นเรื่องที่ท้าทายมากในการหาหลักการที่เป็นตัววัดมาตรฐานความรู้พื้นฐานด้านนวัตกรรม ที่บัณฑิตพึงมีและเพียงพอที่ภาคธุรกิจต้องการในตลาดแรงงาน ตามยุทธศาสตร์ 20 ปีในแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 12 (2560 -2564) ได้ให้ความสำคัญด้านการเตรียมความพร้อมของคนในประเทศในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรมโดยสนับสนุนให้เกิดนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ที่เชื่อมโยงระบบการสร้างองค์ความรู้ และการแสวงหาประโยชน์จากความรู้ เพื่อให้เกิดพลวัตรทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2017) การทำให้เกิดการผสานเกลียวสัมพันธ์การทำงานที่แน่นเฟ้นระหว่างภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ภาคการศึกษาระดับอุดมศึกษา และภาครัฐบาล ซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบายด้านนวัตกรรมที่ชัดเจนและต่อเนื่องนั้น ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญขององค์ประกอบ 3 ส่วน ที่เรียกว่า รูปแบบเกลียวสัมพันธ์ 3 องค์ประกอบ (The triple helix) ของ Leydesdorff and Etzkowitz (1998) ได้แก่ 1) ภาคอุตสาหกรรม 2) ภาคสถาบันการศึกษา และ 3) ภาครัฐบาล ทั้งนี้การสร้างความร่วมมือในการพัฒนาตั้งแต่การสร้างความเข้าใจร่วมกันของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียต่อการสร้างสรรค์ทางนวัตกรรมโดยเน้นถึงการพัฒนาทางนวัตกรรมทุกปัจจัย เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การพัฒนาบริการ และกระบวนการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ รวมถึงการกำหนดกฎเกณฑ์ที่เอื้อให้บุคคลหรือองค์กร สามารถทำงานร่วมกันได้ มีการแสวงหาผู้มีส่วนร่วมเพื่อช่วยเหลือในการดำเนินงานต่างๆ เช่น การตลาด การหาผู้ร่วมลงทุน เป็นต้น

2.1.3 ทักษะทางนวัตกรรม

ทักษะทางนวัตกรรมเป็นความสามารถในการทำงานด้านกายภาพ การใช้ความคิด และจิตวิญญาณของบุคคลที่สามารถคิดวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางนวัตกรรมเพื่อกำหนด แผนงาน และการจัดการโดยตระหนักถึงข้อมูลที่ซับซ้อนได้ แนวคิด ทักษะในศตวรรษที่ 21 ของ Larson and Miller (2011) ในเรื่อง ทักษะแห่งอนาคตใหม่ โดยสรุปทักษะสำคัญในคุณลักษณะที่นักเรียนพึงมีได้แก่ การอ่าน (Reading) การเขียน(Writing) คณิตศาสตร์ (Arithmetic) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และความคิดสร้างสรรค์

(Creativity) รวมถึงทักษะชีวิตในอาชีพและทักษะด้านสารสนเทศสื่อเทคโนโลยี โดยเน้นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อเข้ากับบริบทของโลกที่เปลี่ยนแปลงไป ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทักษะแห่งอนาคตใหม่

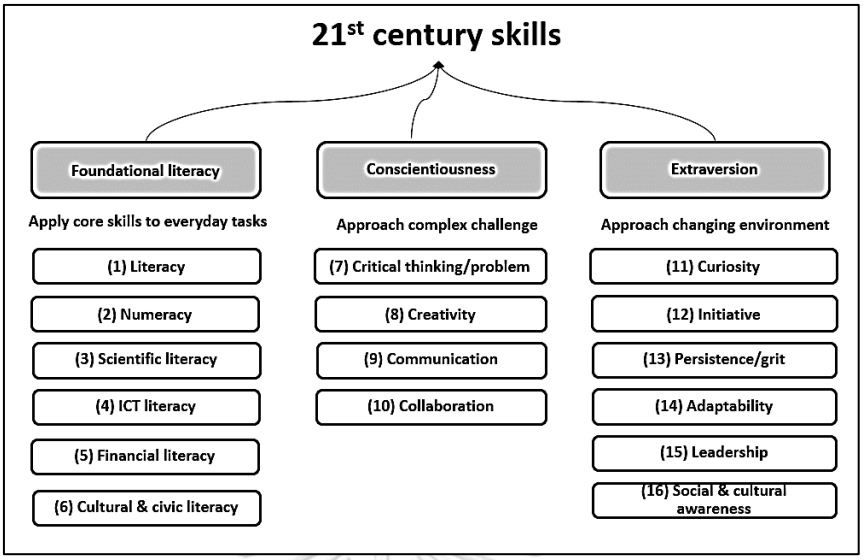
นอกจากนี้ รายงานทักษะการศึกษาในเวทีเศรษฐกิจโลก World Economic Forum (2015) ที่ได้จัดประชุม ณ ประเทศดูไบ โดยมุ่งเน้นด้านการศึกษาทักษะสำคัญทั้ง 16 ทักษะ ในศตวรรษที่ 21 ทักษะเหล่านี้ถูกจัดกลุ่มแบ่งเป็นสามส่วน (World Economic Forum, 2015) ได้แก่

ส่วนที่หนึ่ง การรู้หนังสือหรือความรู้อันเป็นพื้นฐาน (foundational literacies) เป็นตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนเป็นอย่างไร ใช้ทักษะหลักในการทำงานประจำวันที่เป็นพื้นฐานสร้างความก้าวหน้าและความเท่าเทียมกันของสมรรถนะและคุณภาพที่สำคัญ ประกอบด้วย 6 ทักษะได้แก่ (1) การรู้หนังสือ (literacy) (2) คณิตศาสตร์หรือตัวเลข (numeracy) (3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) (4) การรู้ทาง ICT (ICT literacy) (5) การรู้ทางการเงิน (financial literacy) (6) การรู้ทางวัฒนธรรมและการเป็นพลเรือน (cultural and civic literacy)

ส่วนที่สอง สมรรถนะ (competencies) ความสามารถในการอธิบายวิธีการที่เข้าใกล้ความท้าทายอันซับซ้อน ประกอบด้วย 4 ทักษะได้แก่ (7) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical thinking) เป็นความสามารถในการระบุ วิเคราะห์ และประเมินสถานการณ์ ความคิดและข้อมูลเพื่อหาคำตอบสำหรับการแก้ปัญหา (8) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) (9) การสื่อสาร (Communication) (10) การทำงานร่วมกัน (Collaboration)

ส่วนที่สามลักษณะทางคุณภาพ (character qualities) แนวทางของนักเรียนเมื่อพบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง มี 6 ทักษะ ได้แก่ (11) ความสนใจใคร่รู้ (Curiosity) (12) การริเริ่ม (Initiative) (13) ความเพียร (Persistence/grit) (14) การปรับตัว (Adaptability) (15) ความเป็นผู้นำ (Leadership) (16) การตระหนักในสังคมและวัฒนธรรม (Social and cultural awareness)

ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้พื้นฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อขยายความสามารถทางทักษะและพัฒนาคุณลักษณะที่สำคัญของบุคคลในอนาคต ตามภาพที่ 2-6 (World Economic Forum, 2015)



ภาพที่ 2-6 : ดัดแปลงจาก 21st century skills (World Economic Forum, 2015)

การศึกษาความรู้ จึงเป็นการสะสมความรู้ที่เป็นสิ่งสำคัญทำให้เกิดความคิดเชิงสร้างสรรค์ เพราะความรู้เกิดจากการศึกษา การเรียน การค้นคว้าหรือประสบการณ์ รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติ จนเกิดเป็นทักษะในความเข้าใจที่ได้รับมาจากประสบการณ์ของสิ่งที่ได้รับมาจากการได้ยินได้ฟังได้คิด ความเข้าใจจึงเป็นความสามารถในการนำความรู้นั้นไปใช้ ทำให้เห็นถึงความสำคัญของทักษะความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำมาสร้างเป็นโมเดลทางนวัตกรรมในการค้นพบรูปแบบใหม่ของกระบวนการนวัตกรรมด้วยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลได้ (World Economic Forum, 2015)

ทักษะความคิดสร้างสรรค์ จะเกิดขึ้นได้โดยบุคคลควรมีพื้นฐานของความเข้าใจศาสตร์ที่เกี่ยวกับความรู้กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะในการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาที่ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และการกำเนิดของความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงความสัมพันธ์ของการคิดสร้างสรรค์กับการสร้างสรรค์อื่นๆในกระบวนการสร้างสรรค์เดียวกันว่าด้วยการศึกษารูปร่างและโครงสร้างโดยการสำรวจและศึกษารูปทรงและการแปรปัจจัย ในมิติหนึ่งกับมิติอื่นๆ เพื่อพัฒนาการรับรู้เชิงทัศนศิลป์ จินตนาการและการหยั่งรู้ในเชิงสร้างสรรค์ โดยพิจารณาจากรูปแบบและความคิดที่หลากหลายผ่านเทคนิคของวิธีการต่างๆ ที่ช่วยเพิ่มพูนกระบวนการสร้างสรรค์

การใช้ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล ด้วยแนวคิด Convergent และ Divergent เป็นกระบวนการทางความคิดช่วยในการสังเคราะห์นวัตกรรม Guilford (1970) อธิบายถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ในการวิจัยและการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ โดยอาศัยการสังเคราะห์ความคิดแบบเอกนัย (Convergence) และการสังเคราะห์ความคิดแบบอเนกนัย (Divergence) โดยการรวบรวมผสานความคิดที่แยกย่อย (Idea) เข้าเป็นผลลัพธ์ (Solution) ที่สามารถตอบสนองความ

ต้องการแก่ผู้ใช้อย่างครบถ้วนเกิดเป็นนวัตกรรมโดยการเข้าใจผู้ใช้ให้มากที่สุด (Empathy) เพื่อค้นพบปัญหาของผู้ใช้และโอกาสในการแก้ไขปัญหานั้น (Discover) การเลือกแนวทางความเป็นไปได้ (Define) การพัฒนา (Develop) และการต่อยอดแนวคิดไปสู่ขั้นต้นแบบ (Prototype) การทดสอบ (Test) นำ Prototype ไปทดลองกับผู้ใช้ ซึ่งหากยังไม่ใช่ตามที่วางแผนไว้สามารถนำกลับไปปรับปรุงแก้ไขทำซ้ำ จนในที่สุดจึงนำเสนอ (Deliver) เกิด Solution ออกไปสู่ตลาดจริง รูปแบบของกระบวนการสร้างสรรค์จึงทำให้ทราบที่มาของการมีสมรรถนะด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่วิธีคิดของบุคคลในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เรียกว่า นวัตกรรม ดังนั้นวิธีคิดสร้างสรรค์จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจในทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้สร้างสิ่งใหม่ที่เรียกว่า นวัตกรรม

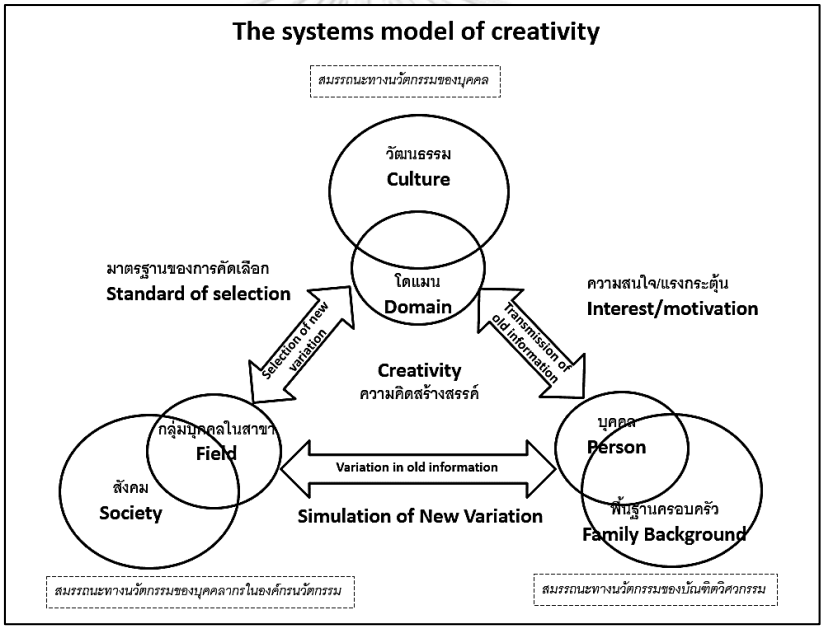
นอกจากนี้การนำหลักการโมเดลระบบความคิดสร้างสรรค์ (The Systems Model of Creativity) ของ (Csikszentmihalyi, 1964) กล่าวถึงพลวัตรของความสัมพันธ์ที่ประกอบด้วยปัจจัย 3 ด้าน ได้แก่

1) สิ่งที่วัฒนธรรมตกลงร่วมกันคือ ความรู้ หรือโดเมน (Domain) เน้นการรับรู้ทางสังคมวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ความเป็นอยู่ที่มีการส่งผ่านข้อมูลไปยังบุคคลที่อยู่ในสังคม

2) บุคคลผู้คิดสิ่งใหม่ (Person/Individual) บุคคลแต่ละบุคคลล้วนเป็นส่วนหนึ่งในโดเมน บุคคลที่มาจากพื้นฐานครอบครัวที่ต่างกัน ใช้ความสนใจส่วนตัวของตนเองเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่า และเกิดการกระตุ้นให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าในสังคม

3) กลุ่มบุคคลในสาขา (Field) ต่างๆกันเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เกิดการยอมรับการตัดสินใจเก็บรักษาจดจำสิ่งที่ผู้สร้างสรรค์หรือบุคคล ได้ทำสิ่งหรือความคิดใหม่ขึ้นมา จนเป็นสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าต่อสังคมกลายเป็นวัฒนธรรมหรือขอบเขตใหม่ เกิดเป็นวัฏจักรการสร้างสรรค์สิ่งที่ดีขึ้นโดยกลุ่มบุคคล หรือสาขา (Field) ให้คุณค่ากับสิ่งที่สร้างสรรค์และบอกกับสังคมได้ว่าสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นมีคุณค่าและได้รับการยอมรับ(Csikszentmihalyi, 2014) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าความฉลาดส่วนบุคคลอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอที่จะระบุคุณลักษณะของนวัตกรรม หากต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อนของการแลกเปลี่ยนความสัมพันธ์ ทำให้แนวคิดใหม่อาจไม่ได้ถูกแปลงเป็นนวัตกรรมโดยอัตโนมัติ หากเกิดขึ้นจากบุคคลอื่นรู้จักแนวคิดใหม่ และยอมรับว่ามีความสามารถในการสร้างสรรค์และรักษาความหมายที่เป็นประโยชน์และกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าในระบบสังคมได้ ความคิดสร้างสรรค์จะหายไปหากปราศจากผู้ฟังที่ประเมินและรับทราบสิ่งใหม่ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นการกระทำใด ๆ ความคิดหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงที่มีอยู่ให้กลายเป็นสิ่งใหม่หรือความรู้ใหม่ และสิ่งหรือความรู้ดังกล่าวจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากไม่ถูกระบุอย่างชัดแจ้ง หรือถูกยินยอมโดยผู้ที่ดูแลรับผิดชอบในขอบเขตข้อมูลหรือความรู้นั้น ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นบุคคล หรือกลุ่มบุคคลอาจจะยอมรับหรืออาจจะปฏิเสธความแปลกใหม่ย่อมได้

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดโมเดลระบบความคิดสร้างสรรค์ มาประยุกต์ใช้กับการคัดเลือกบุคคลที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรม พบว่ามีความสอดคล้องกับกระบวนการที่เป็นลักษณะเฉพาะสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้สำเร็จการศึกษาที่กำลังเข้าสู่ตลาดแรงงาน ตามกระบวนการแบบจำลอง Gatekeeper ของ Csikszentmihalyi (2014) ที่แสดงถึงขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือนวัตกรรมโดยมุ่งเป้าหมายที่ผู้กำลังเข้าสู่ตลาดแรงงานทางนวัตกรรมได้เตรียมความพร้อมและเข้าใจถึงกระบวนการสร้างสรรค์งานนวัตกรรมภายในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน และมีพลวัตในองค์กรนวัตกรรม ตามภาพที่ 2-7 ผู้วิจัยได้ทำการดัดแปลงเพิ่มเติมโดยใช้สัญลักษณ์กล่องข้อความจุดประเพื่อแสดงถึงการประยุกต์ใช้แนวความคิดกับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ สมรรถนะทางนวัตกรรรมของบุคคลที่เป็นโดแมนเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมทางนวัตกรรม สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับพื้นฐานของบุคคลแต่ละคน และสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคลากรในองค์กรนวัตกรรมที่เป็นกลุ่มบุคคลในสาขาเกี่ยวข้องกับสังคมทำงานทางนวัตกรรม



ภาพที่ 2-7 : ดัดแปลงจาก The systems model of creativity (Csikszentmihalyi, 2014)

แนวคิด 4 C Model ของ Kaufman and Beghetto (2009) เป็นการประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์หรือผลงานสร้างสรรค์ของบุคคล โดยกล่าวถึงระดับความคิดสร้างสรรค์ที่สำคัญดังนี้

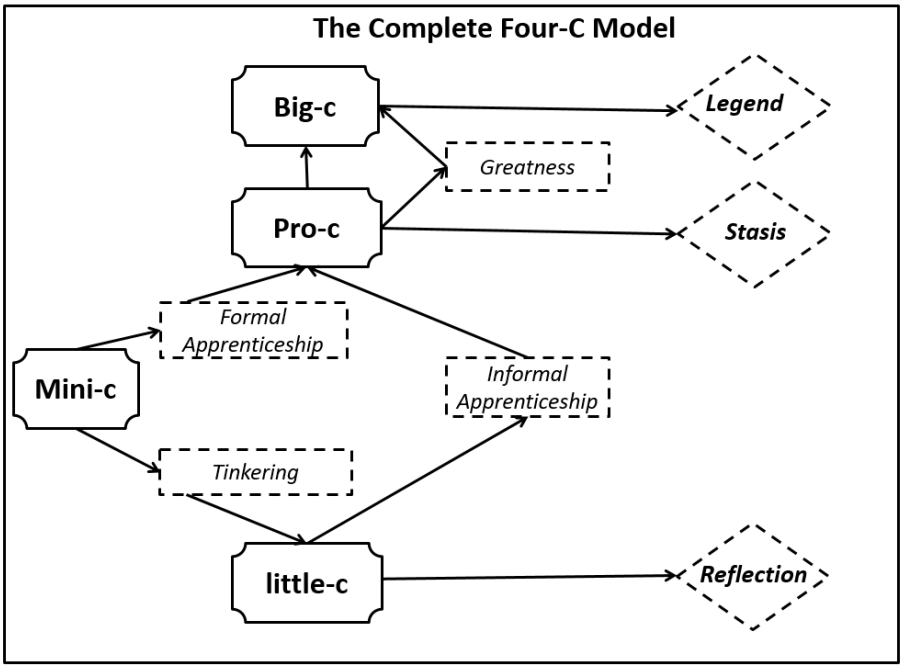
1) Big-C Approaches ผู้มีความคิดสร้างสรรค์อันมีผลงานความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ ซึ่งผลงานนั้นเป็นแนวคิดหรือสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นอย่างโดดเด่นจนสร้างชื่อเสียงกลายเป็นที่ยอมรับอย่างสากล

2) Little-c Approaches ผู้มีผลงานสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจึงไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะ

3) Mini-c Creativity ผู้มีผลงานสร้างสรรค์ที่เกิดจากการเรียนรู้แบบก้าวหน้า มีความสามารถในการตีความหมายใหม่และเป็นความหมายของตนเองอันเกิดจากประสบการณ์ การกระทำ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องของตนเอง

4) Pro-c Creativity ผู้มีผลงานสร้างสรรค์ที่เกิดจากความเชี่ยวชาญในอาชีพ เป็นผู้สร้างนวัตกรรมในสาขาอาชีพของตัวเองแต่ผลงานยังไม่ถึงระดับที่มีชื่อเสียงโด่งดังระดับสากล หรือผลงานนั้นยังไม่สามารถเกิดการปฏิรูปในสาขาวิชานั้น ๆ ได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถในระดับความเชี่ยวชาญเฉพาะสาขาของตน

ตามภาพที่ 2-8 Kaufman and Beghetto (2009) ลูกศรในภาพแสดงถึงทิศทางของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลโดยเริ่มต้นจาก Mini-c Creativity ผู้มีผลงานสร้างสรรค์ที่เกิดจากการเรียนรู้แบบก้าวหน้าคิดสร้างสรรค์ผลงานที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ หากการพัฒนาผลงานโดยไม่จำเป็นต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ผลงานจะถูกเรียกว่า Little-c Approaches แต่ถ้าการพัฒนาผลงานโดยใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในสาขาตน จะถูกเรียกว่า Pro-c Creativity สุดท้ายหากการพัฒนาผลงานใช้ความเชี่ยวชาญในสาขาตนจนเกิดเป็นผลงานอันยิ่งใหญ่กลายเป็นตำนานยอมรับในสากลจะถูกเรียกว่า Big-C Approaches



ภาพที่ 2-8 : ดัดแปลงจาก 4 C Model: The complete Four-C Model (Kaufman & Beghetto, 2009)

นอกจากนี้ยังมีแนวคิด ทักษะทางนวัตกรรมที่กล่าวถึง ทักษะสำคัญของบุคคล (Person) ที่ทำให้บุคคลกลายเป็นนวัตกรในองค์กร ตามที่ Jeffer H Dyer, Gregersen, and Christensen (2011) แสดงความคิดเห็นไว้ในหนังสือ The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of

Disruptive Innovators เกี่ยวกับโมเดลของบุคคลสำหรับการทำให้เกิดความคิดทางนวัตกรรม โดยอธิบายว่า บุคคลนั้นควรมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการที่นำไปสู่ความคิดเชิงธุรกิจทางนวัตกรรม ได้แก่

1) การเชื่อมโยง (Association) บุคคลควรมีความคิดเชื่อมโยงด้านทักษะทางปัญญาเพื่อสังเคราะห์ปัจจัยหรือสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า

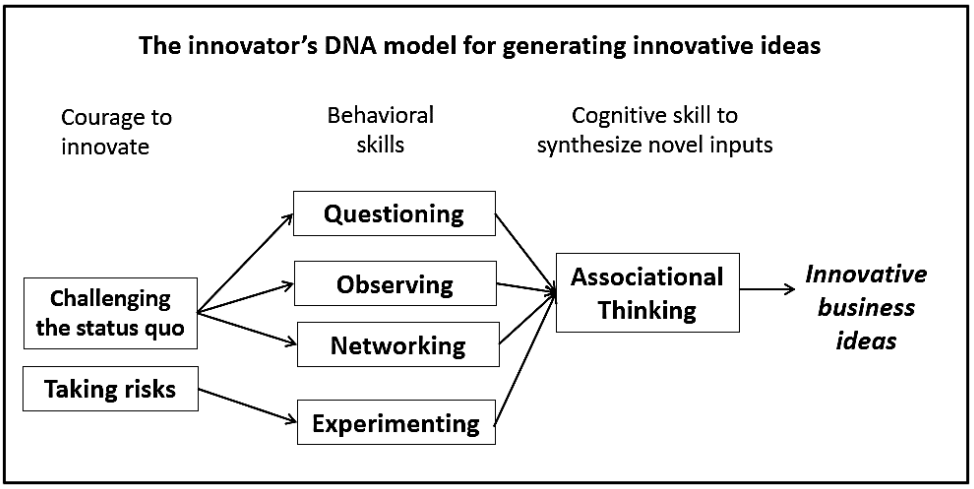
2) การตั้งคำถาม (Questioning) บุคคลควรมีความท้าทายกระตุ้นให้เกิดการตั้งคำถามนำไปสู่ความคิดทางนวัตกรรม

3) การสังเกต (Observing) เป็นการกระตุ้นความคิดของบุคคลทำให้เกิดนวัตกรรมโดยทำควบคู่ไปกับการตั้งคำถาม บุคคลที่มีลักษณะการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมต่างๆ เพื่อมองหาข้อมูลสำคัญสำหรับองค์กรในการค้นพบโอกาสใหม่ๆ

4) การทดลอง (Experimenting) การจะทำให้เกิดการทดลองได้นั้นบุคคลควรมีความกล้าเสี่ยงที่จะลงมือทำ

5) การสร้างเครือข่าย (Networking) บุคคลควรมีคุณลักษณะกล้าท้าทายสภาพที่ตนเป็นอยู่ มีความสามารถด้านการสื่อสารและการประสานงานกับผู้อื่น

ดังนั้นโมเดล DNA ของนวัตกร จึงเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมทางธุรกิจที่เป็นความคิดอันมาจากตัวบุคคล การสร้างพื้นที่ให้บุคคลได้คิดค้นนวัตกรรม ถือเป็นการลงทุนทางนวัตกรรมอย่างหนึ่ง (Jeffer H Dyer et al., 2011) ตามภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 : ดัดแปลงจาก The innovator's DNA model for generating innovative ideas (Jeffer H Dyer et al., 2011)

2.1.4 คุณลักษณะบุคคลทางนวัตกรรม

สมรรถนะ ไม่ใช่มีเพียงองค์ประกอบด้านความรู้และทักษะหากแต่รวมถึงลักษณะของบุคคล เช่น แรงจูงใจ (Motive) คุณลักษณะส่วนบุคคล (Trait) ทัศนคติ (Attitude) ที่ยากแก่การมองเห็นหรือตรวจสอบได้ในเวลาที่จำกัด (จิรประภา อัครบวร, 2549) ดังนี้

แรงจูงใจ (Motive) หรือ พฤติกรรม ในลักษณะที่มีเป้าหมาย เป็นสภาวะภายในตัวบุคคลที่มีพลังทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวในทิศทางที่มีเป้าหมายที่ถูกเลือกในสภาวะแวดล้อม (Loudon & Della Bitta, 1988) นอกจากนี้ White (1959) กล่าวว่า แรงจูงใจประกอบด้วย แรงจูงใจภายนอก (extrinsic motives) เช่นการได้รับรางวัล เกียรติยศ ชื่อเสียง คำชม การได้รับการยอมรับ ยกย่อง ซึ่งแรงจูงใจภายนอกไม่คงทนถาวรต่อพฤติกรรมบุคคล และแรงจูงใจภายใน (intrinsic motives) เช่น เจตคติ ความคิดเห็น ความสนใจ ความตั้งใจ การมองเห็นคุณค่าความพอใจ ความต้องการ ซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมค่อนข้างถาวร โดยทั่วไปการยอมรับความต้องการว่าบุคคลมีสมรรถนะ (Competence) และความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) เป็นแรงจูงใจภายในของบุคคล (Deci & Ryan, 1980) ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของบุคคลในองค์กร มีเป้าหมายเพื่อหาทางลดความไม่พอใจในการทำงาน สร้างความรู้สึกที่ดี เกิดการสร้างผลงานให้มากขึ้น ทำให้ปัจจัยด้านแรงจูงใจ (Motivation Factor) มีผลกระทบต่องาน กระตุ้นให้บุคคลทำงานเมื่อเกิดเหตุการณ์ในทางที่ดีส่งผลให้บุคคลมีความพึงพอใจเกี่ยวกับกับงานที่ทำ (Herzberg, Snyderman, & Mausner, 1966)

ลักษณะส่วนบุคคล (Trait) มักถูกกล่าวในทฤษฎีคุณลักษณะ (Trait Theory) ว่าเป็นสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจ และระบุคุณสมบัติขั้นพื้นฐานที่ทำให้เกิดพฤติกรรมมนุษย์ และนับรวมไปถึงปัจจัยของพฤติกรรมได้ ตามที่ Allport (1961) กล่าวว่าคุณลักษณะ เป็นรากฐานของระบบประสาทที่เป็นโครงสร้างประสาทของบุคคล ทำหน้าที่ควบคุมบังคับหรือเป็นตัวชี้นำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมช่วยสร้างความเชื่อมั่น และทำให้บุคคลใดๆ เกิดความรู้สึกยินดีและรู้สึกรับรู้ได้ คุณลักษณะ จึงมีบทบาทที่ชักจูงใจให้เกิดพฤติกรรมโดยตรง มีลักษณะเด่นเป็นพิเศษโดยทำหน้าที่ควบคุมการแสดงพฤติกรรมของบุคคลทุกรูปแบบ ทฤษฎีบุคลิกลักษณะจึงเชื่อว่าบุคลิกภาพของบุคคลถูกกำหนดขึ้นจากกลุ่มบุคลิกลักษณะ ทฤษฎีคุณลักษณะสามารถนำมาใช้ในองค์กร เพื่อช่วยในการกำหนดคุณลักษณะที่สำคัญในงานแต่ละชนิดได้ การวัดและประเมินในงานหลากหลายอาชีพมักดูที่บุคลิกลักษณะของผู้ที่ประสบความสำเร็จในงานนั้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของผู้สมัคร ถ้าผู้สมัครมีคุณลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกันก็มักมีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จในงานนั้นเช่นกัน (Allport, 1961)

ทัศนคติ (Attitude) มีความหมายหลากหลาย แนวคิดของ Rosenberg, Hovland, McGuire, Abelson, and Brehm (1960) กล่าวว่า ทัศนคติ เป็นการตอบสนองโดยมีแรงจูงใจในแนวโน้มที่เจาะจงกับสิ่งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้แนวคิดของ Newcomb (1860) กล่าวถึงทัศนคติ ว่าเป็นสิ่งที่มีในเฉพาะบุคคลในสภาพแวดล้อมที่อาจแสดงออกเกิดขึ้นโดยมีความเป็นไปได้ใน 2 ลักษณะ คือ 1) ลักษณะพึงพอใจ หรือความชอบ ส่งผลให้ผู้อื่นเกิด ความรักใคร่ อยากใกล้ชิดสิ่งเหล่านั้น 2) การแสดงออกในรูปลักษณะความไม่พอใจ เกลียดชัง ไม่อยากใกล้ชิดสิ่งนั้น ความไม่ชอบที่บุคคลแสดง

ออกมาต่อสิ่งต่าง ๆ ดังนั้นทัศนคติ จึงเป็นความคิดต่ออารมณ์ที่มีความรู้สึก เป็นเรื่องของแรงจูงใจ ส่งผลต่อพฤติกรรม ซึ่งมีแนวโน้มที่จะตอบสนองทั้งเชิงบวกหรือลบต่อความคิด สิ่งของ หรือสถานการณ์บางอย่าง ทัศนคติมีอิทธิพลต่อการเลือกปฏิบัติของแต่ละบุคคลและการตอบสนองต่อความท้าทายในเรื่องของแรงจูงใจและของรางวัลที่เรียกว่า สิ่งเร้า ทัศนคติจึงมีปัจจัยสำคัญ 4 ประการ Murphy, Murphy, and Newcomb (1970) ได้แก่ 1) อารมณ์หรือความรู้สึก 2) ความรู้ความเข้าใจที่เป็นความเชื่อหรือความคิดเห็นที่เกิดขึ้นอย่างมีสติ 3) ความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากความโน้มเอียงให้กระทำ และ 4) การประเมินที่เป็นบวกหรือลบที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้านั่นเอง (Murphy, Murphy, & Newcomb, 1937)

จากการทบทวนวรรณกรรม โมเดลบุคลิกห้าปัจจัยใหญ่ (The Big Five Model) หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า ลักษณะบุคลิกภาพ 5 ปัจจัยใหญ่สำคัญ (Big Five personality traits) พร้อมกับการพิจารณาแนวคิด A-to-F โมเดล ที่เป็น ลักษณะทางนวัตกรรมะของกลุ่มบุคคลทั้ง 6 พบว่าโมเดลบุคลิกห้าปัจจัยใหญ่ เป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดกลุ่มของบุคลิกภาพที่ได้รับความนิยมในระดับสากลในเชิงนักจิตวิทยา John and Srivastava (1999) อันได้แก่

1) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านการเข้าสังคม (openness to experience) การเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางปัญญาทางความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ

2) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านจิตสำนึก (conscientiousness) บุคคลที่มีแนวโน้มรู้จักหน้าที่ และความรับผิดชอบโดยเน้นสร้างวินัยเพื่อความสำเร็จ

3) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านการเปิดเผยตนเองต่อสิ่งภายนอก (extraversion) บุคลิกภาพของบุคคลที่ชอบเข้ากลุ่มสังคมเพื่อพบปะผู้คน

4) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านมิตรภาพ (agreeableness) บุคคลที่มีแนวโน้มยอมตามผู้อื่นโดยให้ความร่วมมือและเห็นพ้องเพื่อประโยชน์ทางสังคมและการอยู่ร่วมกัน

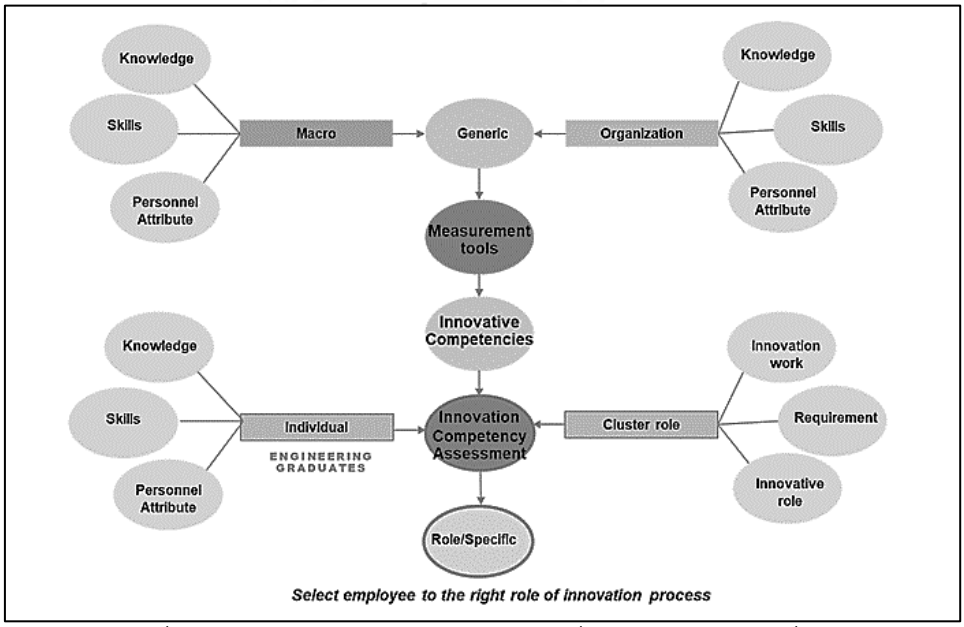
5) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านความไม่มั่นคงทางอารมณ์ (neuroticism) บุคคลที่มีแนวโน้มทางอารมณ์ผันแปรอันเกิดจากประสบการณ์ไม่ดีเช่น ความวิตกกังวล ความเศร้า ความโกรธ ความกลัว เป็นต้น

ดังนั้น โมเดลห้าปัจจัยใหญ่ ตามภาพที่ 2-10 แสดงถึงบุคลิกห้าปัจจัยใหญ่ที่สำคัญของบุคคลด้านพฤติกรรมที่แสดงออกมาจากภายในของแต่ละบุคคล เช่น จินตนาการ ความคิด อารมณ์ ค่านิยม เป็นต้น (John & Srivastava, 1999)

The Big Five model	Big Five Personality Traits
Openness to experience	(+) มีจินตนาการ ไวต่อความรู้สึก สนใจศิลปะและวิทยาศาสตร์ ชอบใช้สติปัญญา รับรู้อารมณ์ความรู้สึกของตนเอง
Conscientiousness	(+)ชอบวางแผน ควบคุม กำหนดทิศทางความต้องการ แสดงออกอย่างเหมาะสม ถูกมองจากผู้อื่นว่าเป็นคนฉลาด เชื่อถือได้
Extraversion	(+) อารมณ์ทางบวก มีนิสัยร่าเริง มองโลกในแง่ดี กระตือรือร้น ชอบเหตุการณ์ตื่นเต้น มักเรียกร้องสิทธิ์ตนเอง
Agreeableness	(+) นิยมการอยู่ร่วมกับผู้อื่น มองธรรมชาติมนุษย์ในแง่ดี ซื่อสัตย์ จิตใจดี ไว้วางใจ เป็นกันเอง เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ชอบช่วยเหลือผู้อื่น
Neuroticism	(-) บุคคลที่ไม่ซีมเศร้าง่าย ไม่ค่อยมีอารมณ์ทางลบ มีความมั่นคงทางอารมณ์

ภาพที่ 2-10 : ดัดแปลงจาก Big Five Personality Traits (John & Srivastava, 1999)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านทฤษฎีและแนวคิดต่างๆ พบว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นปัจจัยพื้นฐานโดยทั่วไปของทักษะในอนาคต (Macro) ที่องค์กร (Organization) ต้องการมีความสอดคล้องกับแนวคิดโมเดลที่ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ซึ่งอาจจะนำมาประยุกต์ใช้กับการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เพื่อใช้ในการจัดหาบุคลากร (Individual) ที่มีลักษณะการทำงานตามบทบาท (Role) ของตัวแบบ A-to-F โมเดล ในองค์กรนวัตกรรม ที่มีรูปแบบการทำงานในลักษณะ กระบวนการนวัตกรรม (Innovation process) ในแต่ละระดับ โดยผู้วิจัย สรุปการทบทวนวรรณกรรมที่นำไปสู่การสร้างเครื่องมือนวัตกรรมการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ตามภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 : สรุปการทบทวนวรรณกรรมที่นำไปสู่การสร้างเครื่องมือ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย เรื่องเกี่ยวกับสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของนักเรียนวิศวกรรมเพื่อเข้าสู่การทำงานด้านนวัตกรรมหลังจากสำเร็จการศึกษา และสมรรถนะทางนวัตกรรมที่ภาคธุรกิจให้ความสำคัญกับบุคลากรที่ทำงานด้านนวัตกรรม

จากการทบทวนงานวิจัยและบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกงานวิจัย 5 ปีย้อนหลัง เป็นบทความที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจเลือกจาก เอกสารฉบับเต็ม มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับนักศึกษาวิศวกรรมและมีคุณภาพในด้านวิธีการศึกษา ผ่านเกณฑ์ ไม่มีความเสี่ยงจากการอคติ ข้อมูลมีผลลัพธ์สมบูรณ์ ระเบียบวิธีการวิจัยเหมาะสม และตัวอย่างหรือผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม (รายละเอียดตามภาคผนวก ค)

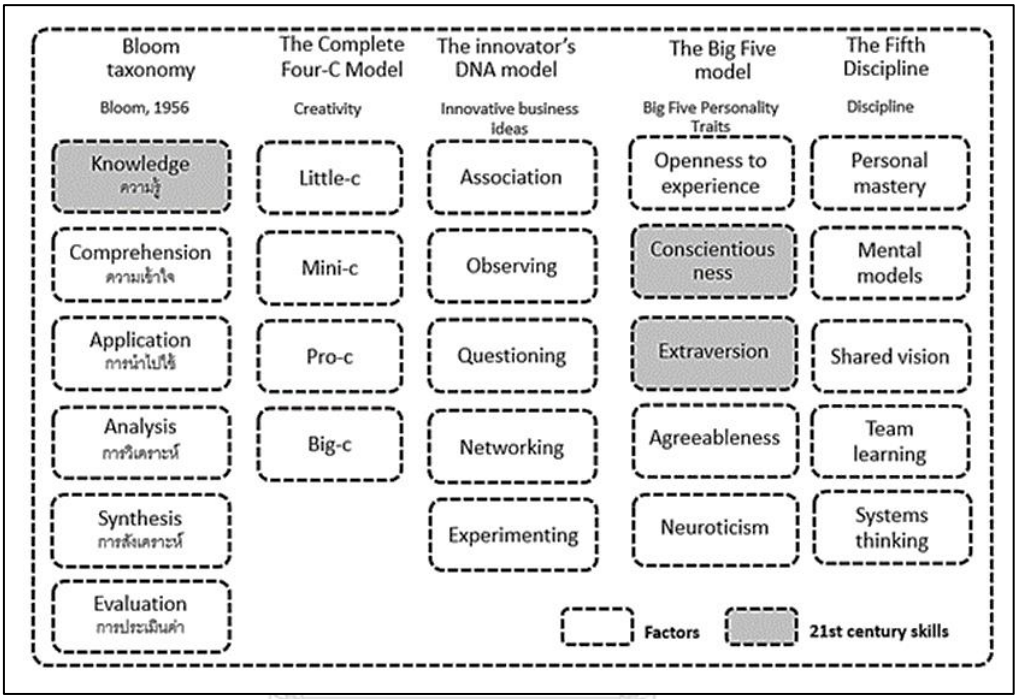
งานวิจัยครั้งนี้ เน้นศึกษาเรื่องการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยทบทวนงานวิจัยและบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องเน้นด้านการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมให้ตรงตามความต้องการ ผู้วิจัยมีความมุ่งหวังจะนำเสนอรูปแบบให้องค์กรไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรมได้ทราบถึงองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่นำไปสู่การพัฒนาและทดสอบเครื่องมือวัด เพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลให้ได้ตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ ผู้วิจัยจึงได้ทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และมีความสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิชาการจากการทบทวนวรรณกรรมด้านทฤษฎีและแนวคิดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยนำแนวทางที่สำคัญจากการทบทวนงานวิจัยมาประยุกต์ใช้พัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จึงพิจารณาจาก 5 หัวข้อหลัก ที่ใช้ในการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ตามภาคผนวก ค) ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนแนวคิดของโมเดลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม
2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะแรงงานทางนวัตกรรมที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการ
3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการ
4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุดมศึกษาที่ผลิตบัณฑิตให้มีสมรรถนะทางนวัตกรรม และ
5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนแนวคิดของโมเดลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยสรุปปัจจัยในแต่ละโมเดลจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าในส่วนของ A-to-F โมเดลเป็นโมเดลที่แสดงถึงบทบาทของบุคคลทำงานในกระบวนการนวัตกรรม ซึ่งบุคคลในแต่ละบทบาท (role) อาจมีสมรรถนะในปัจจัยที่อยู่ในแต่ละโมเดล ตามภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 : จัดกลุ่มปัจจัยในแต่ละโมเดลจากการทบทวนวรรณกรรม

ตามแนวคิด อนุกรมวิธานของ Bloom (1956) มีความสอดคล้องในกระบวนการสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้นใหม่ทางการประเมินผลของนักศึกษาแพทย์ จำนวน 150 คน ในการเรียนวิชาชีวเคมี เข้ารับการทดสอบ MCQ ที่เป็นเครื่องมือประยุกต์จากแนวคิด ในกรอบของอนุกรมวิธานของ Bloom ซึ่ง MCQ คือ วิธีการใหม่สำหรับการประเมินผลทางคลินิกในนักศึกษาแพทย์เป็นเครื่องมือประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการบรรยายในแต่ละครั้ง ช่วยเสริมการเรียนรู้ในนักศึกษาแพทย์ระดับชั้นปีแรก การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการใช้แบบจำลองอนุกรมวิธาน Bloom ซึ่งจะทดสอบความรู้ในระดับความรู้ความเข้าใจ รูปแบบการประเมินเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการเรียนและเป็นแรงผลักดันในการเรียนรู้ การประเมินมีโครงสร้างในลักษณะที่สอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ทางการศึกษากับผลการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเรียนรู้จากการทดสอบและรับข้อเสนอแนะเพื่อสร้างความรู้และทักษะ ให้เกิดงานนวัตกรรมที่หลากหลายทางการแพทย์ รูปแบบของการประเมินจะอำนวยความสะดวก (Facilitate) ผ่านการเรียนรู้ในกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง หากมีการทดสอบแล้วไม่เป็นไปตามมาตรฐานจะให้โอกาสลองทดสอบใหม่จนกว่าความสามารถจะได้รับการยอมรับใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่สุด ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อนักเรียนเห็นช่องว่างระหว่างสิ่งที่คิดว่ารู้และสิ่งที่รู้จริง นักเรียนจะสามารถปรับปรุงตนเองได้จากการได้รับคำแนะนำเพิ่มเติม ดังนั้นการใช้รูปแบบการประเมินนี้ทำให้นักเรียนได้รับโอกาสในการประเมินตนเองได้หลายครั้งซึ่งช่วยให้พวกเขาสามารถลดช่องว่างความไม่รู้ด้วยวิธีการเรียนรู้หรือเข้าฟังในชั้นเรียนได้ (Kadiyala, Gavini, Kumar, Kiranmayi, & Rao, 2017) ตามแนวคิดของ The Complete Four C Model ของ (Kaufman & Beghetto, 2009) คือการวัดผลของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีความสอดคล้องในกระบวนการสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้น ความสามารถในการสร้างความคิดสร้างสรรค์ของ Four C Model คือ การตรวจสอบข้ามวัฒนธรรมของการรับรู้ความคิดสร้างสรรค์ ที่กล่าวถึงการทำงานของวิศวกรมืออาชีพในผลงานความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแตกต่างโดยทั่วไประหว่าง Little-C และ Big-C โดยทั่วไปยังไม่ครอบคลุมเพียงพอ (Beghetto & Kaufman, 2007) นั่นเป็นเพราะการทำงานของวิศวกรมืออาชีพในการปรับปรุงการออกแบบรถยนต์แบบเครื่องยนต์สันดาปภายในจะถูกจำแนกเป็นประเภทเดียวกับผลงานของคนที่กำลังเพิ่มเครื่องยนต์ที่เป็นรถส่วนตัวหรือปรับปรุงเครื่องยนต์ดีเซล ทำให้เกิดการโต้เถียงเรื่องการจัดประเภทผลงานที่สร้างสรรค์ของวิศวกรมืออาชีพ จึงมีการนำเสนอ Mini-C และ Pro-c เพื่อให้เกิดความเข้าใจความหมายของการวัดผลความคิดสร้างสรรค์และข้อมูลเชิงลึกของความคิดสร้างสรรค์ส่วนบุคคล และความคิดสร้างสรรค์ระดับมืออาชีพ จนได้รูปแบบสี่ระดับที่เรียกว่าแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์สี่แบบ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์ของนักออกแบบรถยนต์มืออาชีพเป็น Pro-c การออกแบบของรถยนต์แบบใหม่ในการแข่งขันชิงแชมป์แห่งชาติ เป็น little-c นักออกแบบรถสปอร์ตจนเป็นที่นิยมในยุคต่อมาและเป็นที่รู้จักโดยผู้ที่ชื่นชอบรถทั่วโลก เป็น Big-C ส่วนเด็กที่ค้นพบวิธีวาดภาพรถที่เรียบง่ายบนแผ่นกระดาษ เป็น mini-c นั่นเอง (Puente-Diaz, Maier, Brem, & Cavazos-Arroyo, 2016)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Schar, Gilmartin, Rieken, et al. (2017) ศึกษาทักษะตามแนวคิด The Innovator’s DNA model (Jeffer H Dyer et al., 2011) โดยใช้โมเดล The Innovator's DNA Model เป็นแบบจำลองสำหรับการสร้างแนวคิดทางนวัตกรรมในเชิงธุรกิจ มีการนำเสนอการรับรู้ความสามารถด้วยตนเองของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์โดยใช้พฤติกรรมทางนวัตกรรมที่ศึกษา มาปรับใช้กับแนวคิดของ The Innovator's DNA Model เป็นเกณฑ์วัดพฤติกรรมทางนวัตกรรม (Innovative Behavior Scale) ให้นักศึกษาเกิดการสร้างแนวคิดทางนวัตกรรมในเชิงธุรกิจ และการจะสร้างให้นักศึกษาวิศวกรรมทุกสาขากลายเป็นผู้ประกอบการที่ประสบความสำเร็จได้นั้น ได้นำเสนอพฤติกรรมที่มีความกล้าคิดค้นสิ่งใหม่ให้เกิดนวัตกรรม และทักษะความรู้ที่เข้าใจการสังเคราะห์ปัจจัยการผลิตใหม่ เพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์ ควรมีทักษะดังต่อไปนี้ 1) การเชื่อมโยงความคิด (Associating) 2) การตั้งคำถาม (Questioning) 3) การสังเกต (Observing) 4) การทดลอง (Experimenting) และ 5) การสร้างเครือข่าย (Networking) ซึ่งการทำให้เกิดนวัตกรรมทางธุรกิจได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นเรื่องของความคิดที่มาจากตัวบุคคล ดังนั้นการสร้างพื้นที่ให้บุคคลได้คิดค้นนวัตกรรม ถือเป็นการลงทุนทางนวัตกรรมอย่างหนึ่ง

งานวิจัยเรื่องการเพิ่มความถูกต้องที่มากขึ้นของบุคลิกภาพเชิงรุกของ Rodrigues and Rebelo (2013) ทำการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องบุคลิกภาพ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดลักษณะบุคลิกภาพ 5 ปัจจัยใหญ่สำคัญ (Big five personality trait) ของ John and Srivastava (1999) ที่มีความสอดคล้องในกระบวนการสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้น การศึกษานี้เน้นการคาดการณ์ผลการปฏิบัติงานของวิศวกรซอฟต์แวร์ในบริบทที่เป็นนวัตกรรม กล่าวถึง บุคลิกแบบเชิงรุกและ บุคลิกแบบ Big Five ได้แก่ 1) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านการเข้าสังคม (openness to experience) 2) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านจิตสำนึก (conscientiousness) 3) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านการเปิดเผยตนเองต่อสิ่งภายนอก (extraversion) 4) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านมิตรภาพ (agreeableness) และ 5) ปัจจัยบุคลิกภาพด้านความไม่มั่นคงทางอารมณ์ (neuroticism) โดยทดสอบการวัดจากกลุ่มตัวอย่างวิศวกรจำนวน 243 คน และจากผลการปฏิบัติงานโดยรวมที่ถูกประเมินจากการให้คะแนนของหัวหน้างานของตัวอย่างย่อย จำนวน 95 คน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าบุคลิกภาพเชิงรุกจะเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพที่ถูกต้องและมีความสำคัญในการคาดการณ์ประสิทธิภาพการทำงาน แต่บุคลิกใหญ่ทั้ง 5 ด้านนั้นเป็นคุณลักษณะบุคคลที่สำคัญในกระบวนการสร้างนวัตกรรม นอกจากนี้การศึกษาของ Kazeem and Asimiran (2016) พบว่าลักษณะบุคลิกภาพทั้ง 5 ด้านดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ในการประกอบอาชีพของพวกเขา การอภิปรายมุ่งเน้นไปที่การวัดความสามารถในการรับรู้ความสามารถของตนเองสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งเป็นที่คาดการณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื่องจากการใช้รูปแบบการประกอบการหรือพฤติกรรมที่เป็นนวัตกรรมของความท้าทายที่สำคัญระหว่างผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรม ตัวแปรของปัจจัยการรับรู้ความสามารถของตนเองสามารถส่งผลกระทบในเชิงบวกอาชีพที่เกี่ยวข้องและการวัดผลที่มีคุณสมบัติเหมาะสม

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Fillion, Koffi, and Ekionea (2015) ศึกษาแนวคิด The fifth Discipline ของ Senge (1990) เรื่อง องค์กรแห่งการเรียนรู้ พบมุมมองที่เป็นประโยชน์โดยเพิ่มเติมแนวคิดใหม่ในทางทฤษฎีและปฏิบัติ บนสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น มีการทำงานที่พึ่งพากันมากขึ้น สภาพแวดล้อมการทำงานที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีความไม่เสถียรภาพมากขึ้น ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์สิ่งที่อาจเกิดขึ้นได้มากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ความสามารถในการปรับตัวมากขึ้นส่งผลให้บุคคลต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ และสร้างวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง บทความนี้นำเสนอเรื่องวัฒนธรรมขององค์กรแห่งนวัตกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ เพื่อให้องค์กรมีความสามารถในการสร้างและแบ่งปันความรู้ โดยอาศัยหลักสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) ความรอบรู้แห่งตนเพื่อมุ่งสู่ความเป็นเลิศ (Personal Mastery) 2)

แบบแผนความคิดในมุมมองที่เปิดกว้าง (Mental Model) 3) การสร้างวิสัยทัศน์ร่วม (Shared Vision) 4) การเรียนรู้ร่วมกันของทีม (Team Learning) และ 5) การคิดเข้าใจให้ครบอย่างเป็นระบบ (Systems thinking) เพื่อช่วยให้เกิดองค์กรแห่งการเรียนรู้และสามารถจัดการความรู้ของแต่ละบุคคลในองค์กรได้ดียิ่งขึ้น การเป็นองค์กรนวัตกรรมได้นั้นต้องเข้าใจว่าเป็นกระบวนการที่องค์กรสร้างและกำหนดปัญหาตลอดจนพัฒนาความรู้ใหม่ ๆ ในการแก้ไขปัญหานั่นเอง

การศึกษากลุ่มปัจจัยด้านสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้ค้นพบหลายปัจจัยที่มีความสำคัญ แต่ความเป็นจริงในเรื่องการดึงดูดและรักษาพรสวรรค์ของบุคคลที่มีความสามารถทางนวัตกรรมอันเป็นประเด็นสำคัญเร่งด่วนสำหรับผู้จัดการฝ่ายทรัพยากรบุคคลในหลายองค์กร อย่างไรก็ตามนวัตกรรมจะเกิดขึ้นจากการดำเนินการโดยบุคคล หรือบุคลากร แต่ก็ไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะหาตัวแบบ (model) ที่ช่วยให้ฝ่ายทรัพยากรบุคคลสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ทำงานร่วมกัน หรือทีมงานในกระบวนการสร้างนวัตกรรม และรูปแบบที่ช่วยสร้างวัฒนธรรมทางนวัตกรรมในบริษัท ต่างๆได้ (Marin-Garcia et al., 2016)

การสร้างตัวแบบ (model) สมรรถนะของบุคคลในประเทศไทยอาจสามารถวัดได้ตามความเหมาะสมของระเบียบวิธีทางสถิติ การศึกษาของ Ratanopas (2014) เกี่ยวกับตัวแบบสมรรถนะของพระสงฆ์เถรวาทในประเทศไทย ตามหลักการทฤษฎีฐานราก (Grounded Theory) และการวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed method research) กับตัวอย่างพระสงฆ์ในประเทศไทย โดยใช้วิธีการศึกษา 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการแสวงหาพระสงฆ์ต้นแบบ (ตัวอย่างพระสงฆ์ 357 รูป) ขั้นตอนการศึกษาสมรรถนะของพฤติกรรมในแต่ละบทบาท (ตัวอย่างพระสงฆ์ 22 รูป) และขั้นตอนการได้มาซึ่งตัวแบบพฤติกรรมของสมรรถนะที่สำคัญ (จากผู้เชี่ยวชาญ 28 ท่าน) ผลการศึกษาพบว่า สมรรถนะของพระสงฆ์เถรวาทสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (2 clusters) ได้แก่ กลุ่มแรก คือ สมรรถนะทั่วไปเป็นพฤติกรรมที่สำคัญและคาดหวังที่พระสงฆ์ทุกแห่งจะต้องมีเป็นพื้นฐาน และ กลุ่มสอง คือ กลุ่มสมรรถนะตามบทบาท เป็นประสิทธิภาพหรือบทบาทของพระสงฆ์ตามที่บัญญัติของสังฆะ ซึ่งมีสมรรถนะการทำงานที่เป็นพฤติกรรมเฉพาะที่พระสงฆ์จำเป็นต้องมีสมรรถนะในการทำงานเมื่อมีบทบาทเฉพาะ ซึ่งแต่ละสมรรถนะการทำงานมีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละบทบาทนั่นเอง แบบจำลองที่ได้จากการศึกษาตัวแบบสมรรถนะนี้ ได้ผลลัพธ์ที่เป็นสมรรถนะในมุมมองภาพกว้างที่เป็นองค์รวมของสมรรถนะทั่วไปอันจำเป็นสำหรับพระสงฆ์ รวมทั้งการได้มาซึ่งสมรรถนะการทำงานเพื่อให้บรรลุผลการปฏิบัติงานในด้านลัทธิเถรวาท ผู้วิจัยได้สรุปตอนท้ายถึงรูปแบบการทำวิจัยโดยการรวมหลากหลายวิธี คือ แนวคิดปฏิบัตินิยม (pragmatism) ทฤษฎีฐานราก และการวิจัยด้วยวิธีแบบผสาน ทำให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่สามารถวัดได้ตามความเหมาะสม เพราะการออกแบบวิธีการและกระบวนการอย่างดี จะเกิดการคิดค้นวิธีการและกระบวนการที่นำไปใช้ได้อย่างดีนั้น ย่อมมีส่วนทำให้

เกิดความเชื่อมั่น ความถูกต้อง และเชื่อถือได้ ทำให้ผลของการศึกษาครั้งนี้เกิดการยอมรับที่ดีขึ้นและส่งผลกระทบต่อสังคมไทยในวงกว้าง (Ratanopas, 2014)

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะแรงงานทางนวัตกรรมที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการ

สมรรถนะแรงงานทางนวัตกรรมที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการในงานอนาคตมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอันเนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อ้างถึงงานวิจัยด้านอนาคตของงานที่มีความเสี่ยงจากระบบอัตโนมัติ ILO (International Labor Organization) ตีพิมพ์ในปี 2016 ของ Chang and Huynh (2016) กล่าวถึง นวัตกรรมการเรียนรู้ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่และปัญญาประดิษฐ์ช่วยทำให้เครื่องจักรมีความสามารถจนขยายขอบเขตการทำงานได้มากขึ้น ในการศึกษานี้ได้พัฒนาวิธีการที่จะสามารถกำหนดขอบเขตงานที่ถูกทดแทน โดยศึกษาจากอาชีพต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาเน้นการศึกษาด้านแรงงานที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ และประเภทของงานที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ทำงานทดแทนได้ในอีกสองถึงสิบปีข้างหน้า แต่การศึกษาพบว่ามีงานบางประเภทได้รับการยกเว้นไม่ถูกแทนที่ ซึ่งเป็นประเภทของงานที่เกี่ยวข้องในสามรูปแบบ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางสติปัญญา งานทางสังคม งานการรับรู้และการจัดการ นอกจากนี้ยังมีการศึกษา ทักษะสำคัญที่ปัญญาประดิษฐ์ไม่สามารถทดแทนงานของมนุษย์ได้ หรืองานที่ไม่สามารถใช้การทำงานในรูปแบบอัตโนมัติได้ โดยใช้ตัวแปร 9 ตัว เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะที่ไม่สามารถใช้รูปแบบการทำงานอัตโนมัติทดแทนได้ แบ่งเป็น 3 ประเภท (Frey & Osborne, 2017) ดังนี้

1. งานการรับรู้และการจัดการงาน ได้แก่ (1) ความชำนาญในการใช้นิ้วมือ (2) ความคล่องแคล่วทำงานด้วยมือ และ (3) พื้นที่ทำงานคับแคบ ในสถานการณ์ที่น่าอึดอัดใจ
2. งานความคิดสร้างสรรค์ทางสติปัญญา ได้แก่ (4) ความเป็นต้นฉบับ และ (5) ศิลปกรรมศาสตร์
3. งานทางสังคม ได้แก่ (6) การรับรู้ทางสังคม (7) การเจรจาต่อรอง (8) การชักชวน และ (9) การช่วยเหลือและดูแลผู้อื่น

ในประเทศไทยมีการศึกษาผลกระทบของการพัฒนาทุนมนุษย์ต่อการเพิ่มผลิตภาพแรงงานไทย ของ พิริยะ ผลพิรุฬห์ และ ปังปอนด์ รักอำนวยกิจ (2558) การศึกษานี้ได้ข้อมูลเชิงสำรวจรายบริษัทของภาคอุตสาหกรรม และวิเคราะห์ภาพรวมของประเทศไทยในด้านความพยายามจะยกระดับประเทศจากประเทศรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศรายได้สูง การศึกษาค้นพบว่าประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจ แต่ประเทศไทยกลับมีระดับการลงทุนทางนวัตกรรมที่ต่ำมาก โดยอ้างอิงข้อมูลจาก World Bank ปี 2008 คิดเป็นร้อยละ 0.23 และจากการสำรวจการลงทุนในภาคเอกชน (Private Investment Climate Survey: PICS) พบว่า เหตุผลส่วน

ใหญ่ที่ภาคอุตสาหกรรมไม่มีความต้องการลงทุนในการสร้างนวัตกรรมเนื่องจาก การสร้างนวัตกรรมมีต้นทุนที่สูงถึงร้อยละ 43.6 และการขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ด้านนวัตกรรมถึงร้อยละ 42.7 มาจากความไม่สอดคล้องทางการศึกษาที่ส่งผลกระทบต่อตลาดแรงงานไทย การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ตามแนวคิดของทักษะในศตวรรษที่ 21 พบว่า ทักษะด้านปัญญา (Cognitive skill) และทักษะด้านพฤติกรรม (Non-cognitive skill) ส่งผลต่อผลิตภาพแรงงานทั้งสายวิชาชีพ และสายการผลิต ดังนี้

- ทักษะที่มีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสายงานการผลิต คือ ทักษะด้านปัญญา ทักษะภาษาอังกฤษ ทักษะการคำนวณ
- ทักษะที่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสายงานวิชาชีพและสายงานการผลิต คือ ทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศ
- ทักษะที่ภาคอุตสาหกรรมเห็นว่าแรงงานยังไม่มีทักษะดีพอ คือ ทักษะทางนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์
- ทักษะด้านพฤติกรรมที่มีนัยสำคัญในงานสายวิชาชีพ คือ ทักษะผู้นำ ทักษะบริหารเวลา ทักษะติดต่อสื่อสาร การเข้าสังคม
- ทักษะที่มีนัยสำคัญทางสถิติในงานสายการผลิต คือ ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการปรับตัว

การศึกษาต่อมาพบว่า แรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษายังคงประสบปัญหาการขาดแคลนในเชิงคุณภาพ Rukumnuaykit and Pholphirul (2016) นอกจากนี้มีการศึกษาเพิ่มเติมพบว่าบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจำนวนมาก พบว่าโดยส่วนใหญ่ของบัณฑิตมีคุณสมบัติไม่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน กลายเป็นปัญหาความไม่สอดคล้องต่อตลาดแรงงาน (Labor Mismatch) ทำให้เกิดต้นทุนส่วนบุคคลและสังคม เพราะไม่สามารถจ้างบัณฑิตได้ตรงตามศักยภาพและเกิดต้นทุนงบประมาณทางการศึกษาที่ผลิตบัณฑิตไม่ตรงกับความต้องการ

งานวิจัยเพิ่มเติมของ Pholphirul (2017) ศึกษาโดยใช้ข้อมูลการสำรวจสภาวะการทำงานของแรงงานไทย (Labor Force Survey) พ.ศ.2555 เพื่อหาปัจจัยทางการศึกษาที่ส่งผลต่อความไม่สอดคล้องกับทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งพบว่าประเทศไทยมีระดับของความไม่สอดคล้องทางการศึกษาค่อนข้างสูงคือประมาณร้อยละ 36 การศึกษาจึงได้เสนอแนวทางว่า ควรสนับสนุนหลักสูตรที่สร้างความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม เพิ่มบทบาทให้นักศึกษาได้มีโอกาสฝึกอบรมจากการปฏิบัติงานจริง และสนับสนุนให้นักศึกษาได้รับความรู้เชิงกว้างโดยเชื่อมโยงความรู้จากการศึกษาสาขาต่างๆ จนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้มากยิ่งขึ้น และเชื่อมโยงสาขาอาชีพที่ต้องการเพื่อให้สถาบันการศึกษาสามารถผลิตบุคลากรให้สอดคล้องตรงกับความต้องการ ดังนั้นผู้ว่าจ้างควรระบุระดับทักษะแรงงานที่ต้องการอย่างแท้จริง อาจกล่าวได้ว่าในตลาดแรงงานไทยยังมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความไม่พร้อมที่จะเตรียมตัวเป็นประเทศไทย 4.0 อันเนื่องจากความไม่พร้อมในหลายๆด้าน ได้แก่ ด้านการผลิตบุคลากร ด้านระบบการจับคู่งาน ด้านระบบการฝึกอบรม และด้านการพัฒนาแรงงานทั้งระบบ

นอกจากนี้ Mitra, Abubakar, and Sagagi (2011) ทำการศึกษาโมเดลหลักสูตรผู้ประกอบการ กับตัวอย่างบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาด้านผู้ประกอบการในประเทศไนจีเรีย ซึ่งได้รับความร่วมมือจากพันธมิตรทางการศึกษาในทวีปแอฟริกาที่เน้นความสำคัญด้านการสร้างความรู้ใหม่และการพัฒนาทุนมนุษย์ให้เกิดมูลค่าเพิ่มโดยพัฒนาขีดความสามารถของนักศึกษาให้มีความเป็นผู้ประกอบการเมื่อสำเร็จการศึกษา นำไปสู่การเริ่มต้นธุรกิจ และสร้างความเชื่อมั่นในด้านการจ้างงานเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาสมัยใหม่ ตามวิสัยทัศน์ปี 2020 ด้านสังคมและเศรษฐกิจสำหรับการสร้างโอกาสในการพัฒนาเศรษฐกิจและการเจริญเติบโตของประเทศ รวมทั้งการแก้ปัญหาเชิงโครงสร้างและปัญหาตลาดแรงงานด้วยการพัฒนาทุนมนุษย์ผ่านผู้สำเร็จการศึกษาด้านผู้ประกอบการ การศึกษาพบว่า การสร้างความรู้(Knowledge Creation) เป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาผู้ประกอบการในประเทศไนจีเรีย การใช้รูปแบบกรณีศึกษาโครงการพัฒนาผู้ประกอบการ และการสำรวจโอกาสของผู้สำเร็จการศึกษาด้านผู้ประกอบการพบว่าการบรรลุเป้าหมายทางเศรษฐกิจและสังคมอันเป็นพื้นฐานสำคัญของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศที่กำลังพัฒนาจำเป็นต้องผลักดันการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาทุนมนุษย์ ซึ่งต้องได้รับโอกาสจากนโนบายที่เน้นการพัฒนาทุนมนุษย์ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ และต้องใช้เวลาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ไม่ใช่เพียงแต่การวัดจากผู้สำเร็จการศึกษาเท่านั้น

ดังนั้นนโยบายการสร้างประเทศให้เกิดนวัตกรรมจากทรัพยากรมนุษย์ หรือสร้างแรงงานทางนวัตกรรม อาจดูผลลัพธ์ได้จากดัชนีนวัตกรรมโลก GII (The Global Innovation Index) ซึ่งเป็นการจัดอันดับความสามารถของประเทศที่ทำผลงานด้านนวัตกรรมทั้งในเชิงนโยบายและเชิงผลผลิต เป็นข้อมูลอ้างอิงที่แต่ละประเทศสมาชิกสามารถนำไปใช้เพื่อออกมาตรการหรือนโยบายที่จะสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาด้านนวัตกรรม Sohn, Kim, and Jeon (2016) ใช้การประเมินดัชนีนวัตกรรมตามรูปแบบสมการโครงสร้าง GII ที่มี 7 เสาหลัก (pillar) เพื่อกำหนดตัวแปรหรือปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ (1) สถาบันและนโยบาย (Institutions and policies) (2) ทุนมนุษย์และงานวิจัย (Human capital & research) (3) โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) (4) ความเชี่ยวชาญทางการตลาด (Market sophistication) (5) ความเชี่ยวชาญทางธุรกิจ (Business sophistication) (6) ผลลัพธ์ของความรู้และเทคโนโลยี (Knowledge & technology outputs) (7) ผลลัพธ์ของความคิดสร้างสรรค์ (Creative outputs) ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอโมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) ด้วยสมมติฐานปัจจัย 7 ประการดังกล่าว ซึ่งการศึกษานี้ใช้ข้อมูล GII ของปี 2013 เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนวัตกรรม ผลการศึกษาพบว่าความซับซ้อนทางธุรกิจและโครงสร้างพื้นฐานมีผลกระทบทั้ง

ทางตรงและทางอ้อมต่อการสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมมีบทบาทสำคัญในการเติบโตทางเศรษฐกิจและความสำเร็จของเศรษฐกิจโลก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มพูนความรู้ให้บุคคล โดยอาจอาศัยความร่วมมือจากมหาวิทยาลัยกับอุตสาหกรรม การเชื่อมโยงนวัตกรรมกับกิจการร่วมค้า เช่น การสร้างข้อตกลงทางพันธมิตรในเชิงยุทธศาสตร์หรือสิทธิบัตร และการดูดซับความรู้ เช่น จากการนำเข้าเทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่มีอยู่

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกบุคคลที่เข้าทำงานที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการสมรรถนะทางนวัตกรรม

การคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานเป็นเครื่องมือที่องค์กรใช้เพื่อแสวงหาบุคลากรโดยอาศัยกระบวนการให้ได้มาซึ่งบุคคลที่มีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ ให้ได้ตรงกับที่องค์กรต้องการ วรรณภา วิจิตรจรรยา (2555) กล่าวว่า ธุรกิจต้องมีกิจกรรมการคัดเลือกด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์เพื่อได้บุคคลที่มีสมรรถนะตามที่กิจการต้องการ การคัดเลือกพนักงานที่เหมาะสมกับสมรรถนะที่ต้องการ ดังนั้นการคัดเลือก คือ กระบวนการกลั่นกรอง และคัดเลือกบุคคลที่มีคุณสมบัติ คุณวุฒิทางการศึกษา มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในการทำงาน ในตำแหน่งต่างๆ ที่องค์กรเปิดรับสมัคร และเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการบริหารทรัพยากรมนุษย์ในองค์กร

นอกจากนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ในประเทศอาเซียนปี พ.ศ. 2557 -2558 โดย จิรประภา อัครบวร (2557) พบว่า ช่องทางที่ใช้ในการสรรหาบุคคลของประเทศในอาเซียน ที่มีแนวโน้มใช้มากที่สุด คือ อินเทอร์เน็ต ร้อยละ 24.61 หากแต่ในประเทศ สปป.ลาว กลับมีแนวโน้มใช้น้อยมาก รองลงมา คือ การใช้เครือข่ายทางสังคม ร้อยละ 19.48 การใช้บุคคลภายในแนะนำ ร้อยละ 17.79 การสร้างภาพลักษณ์องค์การ ร้อยละ 13.82 การรับนักศึกษาฝึกงานร้อยละ 11.43 และการให้ทุนเรียนร้อยละ 6.54 และวิธีการคัดเลือกที่มีแนวโน้มการใช้มากที่สุด ในประเทศภูมิภาคอาเซียน คือ การสัมภาษณ์ร้อยละ 36.57 รองลงมา คือ การสัมภาษณ์เชิงสมรรถนะร้อยละ 22.10 (การสัมภาษณ์เชิงสมรรถนะ Competency-based Interview คือ การใช้เทคนิคการสัมภาษณ์เพื่อค้นหาสมรรถนะซึ่งแตกต่างจากการสัมภาษณ์แบบปกติเพราะเป็นเครื่องมือที่สามารถคัดกรองคนเก่งและคนดีที่เหมาะสมกับบทบาทตรงตามที่องค์กรต้องการ) การทดสอบภาษาอังกฤษร้อยละ17.14 แบบทดสอบเชิงจิตวิทยาหรือบุคลิกภาพร้อยละ 13.89 และศูนย์การประเมิน (Assessment Center) ร้อยละ 6.01 ผลการศึกษาพบว่า การวางแผนกำลังคนเป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องจัดการเร่งด่วน แต่ในหลายประเทศไม่ได้ให้ความสำคัญแม้มีแนวโน้มที่จำเป็นเพิ่มสูงขึ้น

การคัดเลือกพนักงานจากระดับบัณฑิตศึกษาในด้านทักษะ ข้อมูลส่วนตัว อาชีพ และตลาดแรงงาน จากการศึกษาของ Tholen (2017) โดย OXFORD University Press กล่าวว่า แม้จะ

มีความแตกต่างระหว่างการประกอบอาชีพ ภาคส่วน และตำแหน่งงาน แต่มีหลักการทั่วไปเพียงไม่กี่ข้อเท่านั้นที่กำหนดขั้นตอนการคัดเลือกจากผู้สำเร็จการศึกษา โดยทั่วไปการคัดเลือกผู้สำเร็จการศึกษาจะดำเนินการผ่านกระบวนการต่างๆโดยใช้ตรรกะและขั้นตอนต่างๆ แต่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจับคู่อย่างมีเหตุมีผลระหว่างความต้องการขององค์กร ทักษะ และความรู้ของแต่ละบุคคลของบัณฑิต กลับเป็นการดำเนินการซึ่งนายจ้างพยายามทำความเข้าใจกับองค์กร แรงงานหรือพนักงาน ผลิตภัณฑ์ของบริษัท และข้อกำหนดด้านทักษะของบุคลากร ซึ่งผู้ว่าจ้างจะตัดสินใจเลือกผู้สมัครจากความสอดคล้องกับความชอบและความเข้าใจในสิ่งที่ทำให้พนักงานทำได้ดีในตำแหน่งที่เกี่ยวข้องในองค์กรหนึ่ง ทำให้กระบวนการคัดเลือกให้ตรงกับความต้องการจึงไม่ได้เกิดขึ้นโดยตรงจากคุณสมบัติและทักษะที่เฉพาะเจาะจง ด้วยเกณฑ์ที่ไม่ชัดเจนของความเหมาะสมรวมถึงมุมมองของการยอมรับในอาชีพที่เฉพาะเจาะจง ทำให้การคัดเลือกแรงงานจากระดับบัณฑิตศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมากระหว่างองค์กรทั้งในระดับภาคส่วนและระดับบทบาท ความไม่ชัดเจนของขั้นตอนการรับสมัครโดยทั่วไปนี้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางกับระดับบัณฑิตศึกษาที่มีความหลากหลายเชิงกว้างทำให้การกำหนดรูปแบบของการคัดเลือกยากมากที่จะสร้างหรือทำนายการจับคู่อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุดมศึกษาที่ผลิตบัณฑิตให้มีสมรรถนะทางนวัตกรรม

จากการศึกษาของ Watts et al. (2013) พบว่า องค์กรระดับสากลที่ให้ความสำคัญกับนโยบายที่ผลักดันและสนับสนุนให้สถาบันต่างๆ ทั้งในระดับนานาชาติ และระดับประเทศเน้นให้ความสำคัญกับเรื่องนวัตกรรม Organisation for Economic Cooperation Development Statistical Office of the European Communities (2005) ได้พัฒนา Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data โดยคณะกรรมาธิการยุโรป และนำมาใช้กับสมาชิกขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาของประเทศสมาชิก Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (Organisation for Economic Cooperation Development Statistical Office of the European Communities 2005) ซึ่ง Oslo Manual เป็นเครื่องมือวัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีนวัตกรรม หรือคู่มือดังกล่าวนี้ ใช้สำหรับการวัดความสามารถทางนวัตกรรม (Innovative capacities) ซึ่งจะทำให้ประเทศสมาชิกทราบศักยภาพทางนวัตกรรมขององค์กรที่ได้จากการสั่งสมความรู้ของคนในองค์กร Oslo Manual มีการออกแบบเพื่อใช้สำหรับการสำรวจทางนวัตกรรม และกระบวนการวัดทางนวัตกรรมที่เชื่อมโยงความร่วมมือทางนวัตกรรม กับการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งคู่มือมีการแบ่งประเภทนวัตกรรม ได้แก่ นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมกระบวนการ นวัตกรรมการตลาด นวัตกรรมองค์กร นอกจากนี้ OECD ยังสนับสนุนงานวิจัยที่สำคัญ ได้แก่ การสำรวจนวัตกรรมทาง

ชุมชน (Community Innovation Survey: CIS) ในหลากหลายองค์กร (Nordli, 2017) และนวัตกรรมประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนในอุดมศึกษาที่เรียกว่า INCODE Barometer โดยใช้บารอมิเตอร์วัดความสามารถทางนวัตกรรม

นอกจากนี้ยังพบว่า นวัตกรรมทางการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ถือเป็นการปฏิบัติใหม่ โดยนวัตกรรมทางอุดมศึกษามีตั้งแต่การเปิดหลักสูตรออนไลน์แบบเปิด การประเมินการศึกษาขั้นสูงควรเสริมสร้างสมรรถนะที่สำคัญผ่านการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัย ตามที่ Rieckmann (2012) ได้กล่าวไว้ในบทความด้านการศึกษาในยุโรป และ ละตินอเมริกา เกี่ยวกับการศึกษาขั้นสูงในอนาคตควรเสริมสร้างสมรรถนะที่สำคัญผ่านการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยอย่างไร การศึกษาเน้นให้ความสำคัญด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนของสมรรถนะที่สำคัญในอนาคตของการศึกษาระดับอุดมศึกษา ซึ่งมหาวิทยาลัยมีบทบาทสำคัญในการกำหนดอนาคตของสังคมโลกด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยการสร้างองค์ความรู้ใหม่ รวมทั้งมีส่วนช่วยในการพัฒนาสมรรถนะที่เหมาะสมและเพิ่มความตระหนักในการพัฒนาความสามารถ การพัฒนาแนวทางที่แตกต่างกันในแต่ละทางเลือกที่มุ่งไปสู่ความยั่งยืนซึ่งแต่ละประเทศกลับไม่มีข้อตกลงด้านขีดความสามารถอันเป็นสิ่งสำคัญสุด ดังนั้น สมรรถนะที่สำคัญของแต่ละบุคคล เป็นเรื่องของการทำความเข้าใจกับความท้าทายที่สำคัญของสังคมโลก และการพัฒนาที่ยั่งยืนควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในการเรียนและการสอนระดับมหาวิทยาลัย การวิจัยนี้ใช้การออกแบบเชิงประจักษ์ด้วยวิธี Delphi พบว่าความสามารถในการสร้างความยั่งยืนนั้นกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญที่ถูกเลือกจากยุโรป (เยอรมนี สหราช-อาณาจักร) และละตินอเมริกา (ชิลี เอกวาดอร์ เม็กซิโก) ผลการวิจัยระบุถึงศักยภาพที่สำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นความสามารถที่มาจากระดับบุคคล โดยให้ความสำคัญมากที่สุดเรื่องความคิดเชิงระบบ (Systems thinking) การคิดการณ์ล่วงหน้า (anticipatory thinking) และการคิดเชิงวิเคราะห์ (critical thinking)

สุชาดา ปัทมวิภาต (2558) ในบริบทประเทศไทยมีการศึกษาเรื่องการจัดสรรทรัพยากรการเรียนอย่างเท่าเทียมมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งการศึกษานี้ได้รับความร่วมมือจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยนำกระบวนการความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดการรู้เรื่อง ใน 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลจากนักเรียนตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไป และกำลังศึกษาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขึ้นไป จากโรงเรียนทุกสังกัดในกระทรวงศึกษาธิการ โครงการนี้ร่วมกับองค์กรนานาชาติด้านการประเมินผลนักเรียนหรือ PISA (Program for International Student Assessment) และ OECD โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา การเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง มีความสามารถขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่า การเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน ทั้งนี้เพื่อต้องการตรวจสอบคุณภาพของระบบการศึกษาและสมรรถนะของนักเรียนที่

สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ ทำให้งานด้านการศึกษาของ PISA และ OECD แพร่หลายมากขึ้น เกิดเป็นระบบการจัดการเรียนรู้และโครงสร้างพื้นฐานการศึกษาในระดับสากล (Sellar & Lingard, 2014)

2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

การศึกษาความหมายของวิศวกรรมนั้นทำให้ทราบถึงความเกี่ยวข้องกับนวัตกรรม The Engineer's council For Professional Development (1941) ของประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดว่า วิศวกรรม หมายถึง การสร้างสรรค์นำเอาหลักวิทยาศาสตร์มาใช้ออกแบบ และพัฒนาสิ่งก่อสร้าง เครื่องจักร อุปกรณ์ กระบวนการผลิต หรือกิจกรรม ซึ่งใช้สิ่งต่างๆ เหล่านี้อย่างเดียวกันหรือใช้หลายสิ่งหลายอย่างรวมกัน ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ มีการคำนวณเพื่อพยากรณ์การทำงาน ภายใต้สภาวะของการใช้งานตามหน้าที่ที่ออกแบบให้ทำ เกิดการใช้งานอย่างคุ้มค่าตามหลักการทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปว่า วิศวกรรม คือ อาชีพที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดงานสร้างสรรค์สิ่งต่างๆที่มีประโยชน์ และปลอดภัยต่อชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สิน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยเรื่องเกี่ยวกับการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมผู้วิจัยพบว่า มีงานวิจัยที่สำคัญ ได้แก่ 1) การวัดผลการเรียนรู้ 2) การวัดระดับการรับรู้ในความสามารถของตนเอง และ 3) การวัดบุคลิกภาพของวิศวกร

การวัดผลการเรียนรู้

โดยทั่วไปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษาวิศวกรรมในระดับอุดมศึกษาจะเน้นให้ความสำคัญกับการวัดผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้เกิดกลยุทธ์การเรียนรู้ในชั้นเรียนว่าเป็นนวัตกรรมการศึกษา งานวิจัยศึกษาการปรับปรุงสมรรถนะในตนเองของนักศึกษาและผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ขั้นที่สอง โดยใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ในชั้นเรียนแบบนวัตกรรม กับตัวอย่างนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีมหาวิทยาลัย Jimma ประเทศ เอธิโอเปีย ทั้งนี้ Kinde and Asfawossen (2016) แสดงให้เห็นว่า การส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของนักศึกษาทำให้เกิดแรงจูงใจและเห็นความสำคัญของความพยายามและสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ขั้นที่สอง การศึกษาได้ดำเนินการเป็นเวลาสี่สัปดาห์ในภาคการศึกษาที่สองของปีการศึกษา 2015/16 ใช้ตัวอย่างจำนวน 123 คน เป็นเพศชาย 90 คน และ เพศหญิง 33 คน ด้วยรูปแบบการทดลองที่เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ แต่เนื่องจากนักศึกษาบางส่วนได้เคยเรียนวิชานี้แล้วจึงต้องใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพร่วมด้วย การศึกษานี้พบว่ากลยุทธ์การเรียนในชั้นเรียนแบบใหม่มีผลต่อความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ขั้นที่สอง ซึ่งควรมีการฝึกอบรมครูเกี่ยวกับวิธีการใช้กลยุทธ์ใหม่ในห้องเรียนร่วมด้วย ทั้งนี้การศึกษานี้ได้เสนอแนะงานวิจัยในอนาคตควรทำการศึกษาต่อในเรื่องการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการในวิชาคณิตศาสตร์ และวิธีวัดความสามารถของตัวนักศึกษาเองมีอิทธิพลต่อ

ตนเองในเรื่องประสิทธิภาพและความสำเร็จทางวิชาการในวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อดูผลสัมฤทธิ์ที่ยั่งยืนในระยะยาว ซึ่งข้อจำกัดในการศึกษานี้คือ ตัวอย่างนักศึกษาในกลุ่มทดลองอาจบอกเนื้อหาการทดลองบางส่วนกับนักศึกษาในกลุ่มควบคุมซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องของงานวิจัยได้ ดังนั้นจากงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า การวัดสมรรถนะจากการเรียนรู้ในชั้นเรียนอาจยังไม่เพียงพอที่จะสรุปผลได้ว่า จะเกิดผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพแบบยั่งยืนได้

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Ozaltin, Besterfield-Sacre, and Clark (2015) ทำการศึกษาเรื่อง การปรับปรุงความคิดทางนวัตกรรมของนักศึกษาโดยใช้แบบจำลองการออกแบบทางวิศวกรรม กระบวนการ วิธีการ รวมถึงการสร้างแบบจำลองเครือข่าย และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทำการศึกษาด้านวิศวกรรมสำหรับการปรับปรุงงานนวัตกรรมของโครงการนักศึกษาออกแบบ เนื่องจากการเรียนรู้วิธีการออกแบบนวัตกรรมเป็นทักษะของกระบวนการที่สำคัญสำหรับวิศวกรระดับปริญญาตรีในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการออกแบบด้านวิศวกรรมจะต้องตัดสินใจตลอดกระบวนการสร้างนวัตกรรม แบบจำลองนี้นำมาใช้กับตัวอย่างทีมวิศวกรรมระดับปริญญาตรี จำนวน 26 ทีม จากโรงเรียนวิศวกรรมในภูมิภาคกลางมหาสมุทรแอตแลนติก จำนวน 18 ทีม และ 8 ทีมจากโรงเรียนวิศวกรรมในมิดเวสต์ ซึ่งเป็นข้อมูลจากตัวอย่างของ 16 ทีมที่ใช้แบบจำลองในการออกแบบนวัตกรรม กับทีมที่เหลืออีก 10 ทีมซึ่งไม่ได้ใช้แบบจำลองในการสร้างการออกแบบนวัตกรรม โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มในการกำหนดระดับการใช้งานของกิจกรรมการออกแบบ ดังนั้นการทำให้โมเดลสามารถใช้งานได้กับวิศวกรรมสาขาอื่น ๆ และนำไปใช้ได้โดยทั่วไปกับงานในอนาคตด้านการออกแบบกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งประดิษฐ์ทางกายภาพ จึงต้องให้ความสำคัญในความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของโมเดลที่ได้รับการยอมรับทางสถิติ และการนำไปใช้จริง (Ozaltin et al., 2015)

ดังนั้นการเตรียมนักศึกษาเพื่อการประกอบอาชีพด้านนวัตกรรมจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญ จากการศึกษาของ E. M. Gerber, Marie Olson, and Komarek (2012) ที่ใช้การรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง Design for America (DFA) เป็นเครือข่ายสตูดิโอ นอกระบบและสหวิทยาการของมหาวิทยาลัย Northwestern ที่นำโดยนักศึกษาในมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ (Summer Studio ปี 2010) กับตัวอย่างจำนวน 13 คน เป็นผู้หญิงจำนวน 5 คน และเป็นผู้ชายจำนวน 8 คน ในจำนวนทั้งหมดของตัวอย่างเป็นนักศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิชาเอกพฤติกรรม จำนวน 9 คน โดยเลือกจากคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ชั้นปีแรกถึงปีสุดท้าย การวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบสอบถามรายวัน การสำรวจก่อนการวิจัย และการสังเกตกิจกรรมประจำวันกับลูกค้า โดยทำการวิจัยและพัฒนาในสตูดิโอฤดูร้อนเพื่อหาแนวทางตอบสนองความต้องการโดยมีลูกค้า คณะบุคคล และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำแนะนำซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง และได้รับโอกาสที่ไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในอุดมศึกษาเท่านั้น ดังนั้น

รัฐบาล อุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษาจึงมีบทบาทสำคัญในการเตรียมบุคลากรในอนาคต สำหรับการประกอบอาชีพด้านนวัตกรรม เพราะการสร้างนวัตกรรมเป็นการสนับสนุนความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะกรรมการรับรองระบบงานวิศวกรรมและเทคโนโลยี Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) แต่มีประเด็นที่ท้าทายมากของเกณฑ์ Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) เนื่องจากหลักสูตรด้านวิศวกรรมมีเนื้อหาหลากหลายซึ่งต้องใช้เวลานานหากจะมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อตอบสนองต่อความคาดหวังของภาครัฐและอุตสาหกรรม การศึกษานี้จึงพัฒนาแนวทางใหม่ในการสอนด้านนวัตกรรมซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติอย่างจริงจังและตรงตามเกณฑ์ Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรที่มีอยู่ ด้วยวิธีการฝึกปฏิบัติในเรื่องการเพิ่มความเชื่อมั่นในความสามารถด้านการคิดค้นสิ่งใหม่ของนักศึกษา จากการเรียนรู้การออกแบบตามรูปแบบภายนอก (Extracurricular Design-Based Learning: EDBL) ซึ่งเป็นแนวทางใหม่สำหรับนักศึกษาที่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้านนวัตกรรม แบบจำลองนี้จึงช่วยให้นักศึกษาสามารถฝึกการคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาให้กับความท้าทายที่เป็นการปฏิบัติจริง และความท้าทายทางสังคมและท้องถิ่น โดยระบุข้อกำหนดในด้าน 1) การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม เป็นการเรียนรู้วิธีการและแก้ปัญหาด้วยการมีส่วนร่วมในการวิจัยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ 2) การทำงานเป็นทีมสหสาขาวิชาชีพคือการเรียนรู้การทำงานเป็นทีมจากสาขาวิชาที่แตกต่างกันและวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้เรียนรู้วิธีการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และ3) ความรู้เกี่ยวกับเรื่องปัจจุบัน มีการทำงานอย่างใกล้ชิดกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในชุมชน และยังได้พัฒนาความเห็นอกเห็นใจกับผู้ที่ประสบปัญหา ผลการวิจัยนักศึกษาสามารถสร้างนวัตกรรมการรับรู้ความสามารถด้วยตนเองผ่านการบรรลุผลงานที่ประสบความสำเร็จ ที่ได้รับจากสังคมและชุมชน โดยได้รับการสนับสนุนจากทั้ง รัฐบาล อุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษา ด้วยการเรียนรู้จากการออกแบบตามแนวคิดภายนอก (Extracurricular Design-Based Learning: EDBL) งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีผลต่อทักษะและความเชื่อของนักศึกษาในด้านความสามารถในการทำงานด้านนวัตกรรม และการทำงานในอนาคต ทำให้สถาบันวิศวกรรมแห่งชาติสหรัฐอเมริกาและคณะกรรมการวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Academy of Engineering and the National Science Board) ได้ท้าทายนักการศึกษาด้านวิศวกรรมถึงการเปลี่ยนแปลงการศึกษาด้านวิศวกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของนวัตกรรมทั่วโลก การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การสร้างโอกาสให้เกิดการเรียนรู้นอกห้องเรียนช่วยให้เกิดการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะและความเชื่อมั่นที่จำเป็นต่อการทำงานด้านนวัตกรรมโดยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาเรียนในหลักสูตรวิศวกรรมที่มีอยู่มากเกินไป (E. M. Gerber et al., 2012)

งานวิจัยเพิ่มเติมของ E. Gerber, Martin, Kramer, Braunstein, and Carberry (2012) พบว่านวัตกรรมมีความสำคัญต่อการสร้างความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจและสังคม โดยกล่าวว่า ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาครัฐ และภาคการศึกษา ควรร่วมมือกันในเรื่องการออกแบบและพัฒนาแบบสำรวจนวัตกรรมทางการรับรู้ความสามารถของตนเอง เพราะการรับรู้ความสามารถทางนวัตกรรมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับงานนวัตกรรม ย่อมมีอิทธิพลต่อการแสวงหางาน และความท้าทายในงานที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำคัญทางการรับรู้ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม พบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจภายในของการมีส่วนร่วมในพฤติกรรมเฉพาะทางนวัตกรรม การศึกษานี้เน้นเฉพาะการศึกษาในส่วนของความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิศวกรรมและการออกแบบในการสร้างผลงานใหม่ โดยเริ่มจากขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองและงานที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมในสาขาจิตวิทยาวิศวกรรมทางการศึกษา สาขาธุรกิจการออกแบบและการจัดการองค์กร มีการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ได้ผล 38 ตัวบ่งชี้ และมีการสำรวจความสำคัญกับนักวิชาการและผู้ประกอบวิชาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม จำนวน 22 คน ได้ 25 ตัวบ่งชี้ที่เชื่อว่ามีความสำคัญต่อนวัตกรรมมากที่สุดโดยให้คะแนนความสำคัญของงานและประสบการณ์ทำงาน จึงทำการจัดกลุ่มและทำแผนที่ตัวชี้วัดเป็นโมเดลโดยสร้างแนวคิดแบบจำลองทางนวัตกรรม 8 กลุ่ม คือ กลุ่มการสื่อสาร กลุ่มความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มการค้นพบ กลุ่มยืดหยุ่น กลุ่มความพร้อมด้วยทรัพยากร กลุ่มการปฏิบัติ กลุ่มการสังเคราะห์ และ กลุ่มวิสัยทัศน์ จากนั้นดำเนินการสำรวจนำร่องกับตัวอย่างนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยของรัฐขนาดใหญ่ จำนวน 62 คน โดยให้คะแนนความเชื่อมั่นทางความสามารถด้านการสร้างสรรค์งานนวัตกรรมจำนวน 79 งาน ได้ผลสุดท้าย 13 ตัวบ่งชี้ ใน 8 กลุ่ม (Cluster) ดังนี้

(1) กลุ่มวิสัยทัศน์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ วิสัยทัศน์ การระบุโอกาสใหม่ ๆ

(2) กลุ่มการสำรวจ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ การให้ความสำคัญ การเอาใจใส่กับสิ่งที่อยู่รอบ ๆ และผู้อื่น การสังเกตการณ์ การลองนึกภาพและทำความเข้าใจกับสิ่งต่างๆ

(3) กลุ่มการสังเคราะห์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ การประมวลผลข้อมูล การเชื่อมต่อกันของข้อมูล

(4) กลุ่มความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดที่เป็นต้นฉบับและไม่เหมือนใคร

(5) กลุ่มการทวนซ้ำ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ การทดสอบความคิด การประเมินแนวคิดเรื่องความเป็นไปได้และความพึงปรารถนา

(6) กลุ่มความพร้อมด้วยทรัพยากร ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ การทำงานร่วมกับผู้อื่น การสร้างองค์ความรู้ การใช้ประโยชน์จากบุคคล เครื่องมือ และทรัพยากรอื่นๆ มีความเพียรต่อการแก้ไขปัญหาแม้จะมีความพ่ายแพ้

(7) กลุ่มปฏิบัติ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้การตัดสินใจ กำหนดเป้าหมายและเลือกวิธีดำเนินงาน การกล้าเสี่ยง แม้เจอแรงต้านหากจำเป็นจะดำเนินการต่อกับสิ่งที่เป็นการคาดการณ์หรือความปลอดภัย
(8) กลุ่มการสื่อสาร ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ การสื่อสารด้วยปากเปล่าและเป็นลายลักษณ์อักษร การสื่อสารด้วยท่าทางและการแบ่งปันข้อมูลผ่านวิธีการเขียนและพูดคุย การแสดงข้อมูล การแปลแนวคิด

ซึ่ง E. Gerber et al. (2012) อธิบายผลจากการศึกษาให้เห็นถึงความสำคัญของการการจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อให้ได้ตัวแบบสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมการวัดผลสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

การวัดระดับการรับรู้ในความสามารถของตนเอง

การวัดระดับการรับรู้ในความสามารถทางนวัตกรรมของนักศึกษาวิศวกรรม ในงานวิจัยของ Schar, Gilmartin, Rieken, et al. (2017) ได้ศึกษาเรื่อง การทำให้เกิดนวัตกรรมทางวิศวกรรม ที่เกิดจาก ความรู้ทางวิชาการ และประสบการณ์ชีวิตที่สร้างงานด้านวิศวกรรมและการวัดความสามารถทางนวัตกรรมในตนเอง งานวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษาที่ใช้แบบจำลองหลายตัวแปรในการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้นวัตกรรม การรับรู้ความสามารถตนเอง และความสามารถในการทำงานด้านวิศวกรรมของงานด้านวิศวกรรม ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาวิศวกรรมหลายคนมีส่วนร่วมในประสบการณ์การเรียนรู้ที่มักเกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านวิศวกรรม เช่น การใช้คอมพิวเตอร์การออกแบบ การสร้างต้นแบบ หรือการเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาชีพในช่วงที่ศึกษาในมหาวิทยาลัย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างที่สำคัญในอัตราการมีส่วนร่วม เพศ สถานะทางเชื้อชาติ และระดับชั้นของนักศึกษา สำหรับการสร้างสรรค์นวัตกรรม รูปแบบจะเกิดขึ้นเมื่อมีประสบการณ์การเรียนรู้ตามแหล่งของนวัตกรรม (Source of innovation) สำหรับการรับรู้ความสามารถในงานวิศวกรรมด้วยตนเองจะเกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้านวิศวกรรม และประสบการณ์ด้านวิศวกรรมจะมีความเกี่ยวข้องกับความมีประสิทธิภาพในงานด้านวิศวกรรมที่สูงขึ้น นอกจากนี้ประสบการณ์ของการเป็นผู้นำอาจเป็นปัจจัยหนึ่งในการสร้างสรรค์ทางนวัตกรรม ผลการวิจัยนี้อาจเป็นรากฐานสำหรับการทำงานระยะยาวในอนาคตโดยเฉพาะในรูปแบบของประสบการณ์การเรียนรู้ที่กำหนดเป้าหมายด้านนวัตกรรมของนักเรียนวิศวกรรม ซึ่งช่วยให้นวัตกรรม และวิศวกรรม สามารถรวมเป็นส่วนหนึ่งในประสบการณ์ของนักเรียนวิศวกรรมได้

นอกจากนี้มีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่อง นวัตกรรมการรับรู้ความสามารถของตนเองโดยใช้การวัดในรูปแบบโดยย่อสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ โดย Schar, Gilmartin, Rieken, et al. (2017) กล่าวถึงการวิจัยมีเวลาที่จำกัด จึงเลือกการใช้มาตรวัดที่มีการคิดค้นโดยสังเขปหรืออาจไม่ใช้มาตรวัดใด ๆ เลย เพื่อตอบสนองความต้องการในการวัดผลโดยย่อ ด้วยการพัฒนารูปแบบการพัฒนาความสามารถในการรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับ 5 ด้าน โดยใช้ตัวแบบ (Model) ที่ประยุกต์

จาก Jeffer H Dyer et al. (2011) เพื่อใช้ค้นหาพฤติกรรมทางนวัตกรรมที่เป็นจุดเริ่มต้นใช้เป็นปัจจัยการวัดกับนักศึกษาวิศวกรรมระดับปริญญาตรี และใช้การยืนยันปัจจัยด้วยการวิเคราะห์ผล โดยวัดผลจากการรับรู้ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม (self-efficacy) ซึ่งองค์ประกอบพฤติกรรมทางนวัตกรรม ของ Jeffer H Dyer et al. (2011) ได้แก่ การตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง การคิดแบบเครือข่าย และการคิดแบบผสมผสาน แสดงให้เห็นว่าเป็นปัจจัยตัวกลางที่สำคัญระหว่างความสนใจด้านนวัตกรรมและความปรารถนาที่จะไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานในระดับต่อไป ความสัมพันธ์มีความสอดคล้องกันระหว่างกลุ่มย่อย การศึกษานี้แม้ว่าจะไม่ได้ใช้เป็นเครื่องมือทดแทนสำหรับเครื่องมือประเมินนวัตกรรมหลายปัจจัย แต่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญในการสร้างนวัตกรรมด้านความสามารถในตนเองของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรี การวิจัยนี้พบประโยชน์เชิงคาดการณ์ของนวัตกรรมความรู้ความสามารถในการวัดผลการปฏิบัติงานในระยะสั้น มีความสัมพันธ์มาก และมีนัยสำคัญต่อความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจด้านนวัตกรรมและการเลือกอาชีพในการทำงานที่เป็นนวัตกรรม ผลลัพธ์เป็นบวกของ นวัตกรรมการรับรู้ความสามารถตนเองในความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจนวัตกรรมและการเลือกอาชีพของงานนวัตกรรม และอาจมีผลกระทบอย่างมากสำหรับหลักสูตรวิศวกรรมในปัจจุบัน แสดงให้เห็นว่าการแสวงหางานในอาชีพนวัตกรรมต้องใช้ความมั่นใจในความสามารถทางนวัตกรรมของตน เนื่องจากความเป็นไปได้ที่ความสามารถทางนวัตกรรมจะพัฒนาในช่วงเวลาต่างๆ ผ่านประสบการณ์หลากหลาย (เช่น สภาพแวดล้อมของครอบครัว โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา และในระดับปริญญาตรีทั้งด้านวิชาการและกิจกรรมนอกหลักสูตร) รวมทั้งการมีประสบการณ์สร้างนวัตกรรมการรับรู้ความสามารถตนเอง เกิดเป็นพฤติกรรมเพื่อสร้างการวัดความสามารถในการรู้ถึงความสามารถของตนเอง ในทำนองเดียวกัน เมื่อนักเรียนเข้าใจว่าตนเองมีความสามารถทางนวัตกรรมจะทำให้คาดการณ์ทางเลือกที่สำคัญในการเลือกอาชีพที่เฉพาะเจาะจงลงไปในระดับอุตสาหกรรมที่มีลักษณะงานในบริษัทที่เฉพาะเจาะจง และตัวบ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่เป็นนวัตกรรมมีผลต่อการวัดความสามารถในตนเองในด้านอื่น ๆ จึงมีความสำคัญต่อการศึกษาต่อในเรื่องการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่ทำให้งานด้านวิศวกรรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมทางนวัตกรรมของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์และการเลือกอาชีพ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นที่ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสามารถของตนเองในด้านการเป็นผู้ประกอบการของนักศึกษาวิศวกรรม โดยใช้ตัวแบบจำลองของกรอบการศึกษาที่ได้รับการพัฒนาจาก Lent, Brown, and Hackett (1994) กับตัวอย่างนักศึกษาวิศวกรรรมในประเทศมาเลเซีย ของ Kazeem and Asimiran (2016) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยทางครอบครัว สามารถส่งผลต่อความสามารถในการรับรู้ทางความสามารถของผู้ประกอบการที่เป็นนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ที่มีความสนใจในการประกอบการ และการศึกษาพบว่าลักษณะบุคลิกภาพและการศึกษาของผู้ประกอบการเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ในการประกอบอาชีพ

ผู้ประกอบการในอนาคตนอกเหนือจากการศึกษาแต่ในเชิงพฤติกรรมของปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการสร้างนวัตกรรมในนักศึกษาวิศวกรรม การอภิปรายมุ่งเน้นไปที่การวัดความสามารถในการรับรู้ความสามารถของนักศึกษาวิศวกรรมด้วยตนเอง เพื่อคาดการณ์ผลทางการเรียนรู้ด้านการประกอบการ ซึ่งการจะใช้ปัจจัยด้านการประกอบการ หรือปัจจัยที่เป็นพฤติกรรมทางนวัตกรรม พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองของบัณฑิตวิศวกรรมเป็นเรื่องสำคัญที่สามารถส่งผลกระทบในเชิงบวกด้านอาชีพที่เกี่ยวข้อง และเป็นการวัดคุณสมบัติที่เหมาะสมกับอาชีพอนาคตของนักศึกษาวิศวกรรม

นอกจากนี้ Berglund (2012) ทำการศึกษา การเรียนรู้ด้านนวัตกรรมที่ได้รับการสนับสนุนด้านสภาพแวดล้อมที่ดีทำให้นักศึกษาเกิดประสิทธิภาพในโครงการออกแบบทางวิศวกรรม การรับรู้ของนักศึกษาเกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองโดยปรับใช้จากแนวคิดกรอบการทำงานของ Ambrose, Bridges, DiPietro, Lovett, and Norman (2010) ที่แตกต่างกัน 8 ช่อง แต่เน้นมุมมองของผู้เรียนมากกว่ามุมมองของผู้สอน การใช้แบบจำลองเชิงประยุกต์ของ (Ambrose et al., 2010) นี้อาศัยอิทธิพลของลักษณะปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ใช้แนวคิดนักศึกษาเป็นศูนย์กลางให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง การวิจัยเน้นเชิงคุณภาพ ตัวอย่างการศึกษานี้มาจากการแบ่งกลุ่มในโครงการออกแบบทางวิศวกรรม กลุ่มละ 15 คน และกลุ่มละ 16 คน ต่อหลักสูตร งานวิจัยได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ในสองช่วงเวลา คือภาคการศึกษาต้น และภาคการศึกษาปลาย โดยการตอบกลับจากผู้ทำแบบฟอร์ม (Responses) ทั้งสองช่วงเวลาจำนวน 56 ครั้ง ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการรับรู้ของผู้เรียนเกิดจากความใกล้ชิดที่ได้จากการสื่อสารระหว่างเพื่อนร่วมงาน ความสนใจนวัตกรรมเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ และกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมเกิดจากองค์ประกอบที่มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งกลุ่มคนในโครงการ ผู้ให้คำแนะนำ และภาคอุตสาหกรรม และยังพบว่าความสัมพันธ์ภายในและแรงจูงใจร่วมกันของอาจารย์ผู้สอน ผู้สนับสนุน และภาคอุตสาหกรรมมีอิทธิพลในทางบวกอย่างชัดเจนสำหรับการทำงานในอนาคต เพราะสภาพแวดล้อมการมีส่วนร่วมในกิจกรรม การทำงานร่วมกัน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านวิศวกรรมที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการได้เรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้ที่ประสบความสำเร็จเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เตรียมความพร้อมสำหรับชีวิตการทำงานในอนาคตที่มีสภาพแวดล้อมซับซ้อนและหลากหลาย ดังนั้นกิจกรรมการสอนจึงเป็นส่วนสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ดีและทำให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปใช้งานได้ง่ายขึ้น (Berglund, 2012)

การวัดบุคลิกภาพของวิศวกร

Rodrigues and Rebelo (2013) กล่าวว่า การคัดเลือกบุคคล มีความเกี่ยวข้องกับ การระบุและการประเมินลักษณะเฉพาะบุคคล และการคาดการณ์ผลการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง

อาจใช้การประเมินในรูปแบบการวัดบุคลิกภาพ 5 ปัจจัย (Big Five) เพื่อระบุตัวบ่งชี้ที่สำคัญของพฤติกรรมการทำงานในที่ทำงาน Rodrigues และ Rebelo ทำการศึกษาเรื่อง การวัดบุคลิกภาพ โดยหาแนวทางการเพิ่มความถูกต้องในการวัดบุคลิกภาพ โดยมีการวัดบุคลิกภาพเชิงรุกเพิ่มเติมจากแบบบุคลิกภาพ 5 ปัจจัย เพื่อคาดการณ์ผลการปฏิบัติงานของวิศวกรซอฟต์แวร์ในบริบทที่เป็นนวัตกรรม โดยเก็บข้อมูลจากตัวอย่างบริษัท ซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ของโปรตุเกส ที่เชี่ยวชาญด้านการส่งมอบนวัตกรรมและโซลูชั่นที่เชื่อถือได้ เป็นบริษัทซอฟต์แวร์ที่ปรับแต่งตามความต้องการของลูกค้าและความต้องการเฉพาะ เพราะบริษัทนี้เน้นพฤติกรรมเชิงรุกและนวัตกรรมที่เป็นส่วนสำคัญในการปฏิบัติงานของพนักงาน ให้ความสำคัญด้านความคิดริเริ่มในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่และคุณภาพการให้บริการตลอดจนสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงอาจเป็นปัจจัยหรือตัวบ่งชี้ที่สำคัญในการปฏิบัติงานจากพนักงาน 305 คน โดยการตอบแบบสอบถามทาง e - mail จำนวนที่เสร็จสมบูรณ์ 243 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 79.7 ตัวแปรที่ใช้ คือ การดำรงตำแหน่งในบริษัท ความมั่นคงทางอารมณ์ (emotional stability) การชอบเข้ากลุ่มสังคมเพื่อพบปะผู้คน (extraversion) บุคลิกภาพด้านจิตสำนึก (conscientiousness) บุคลิกภาพเชิงรุก (proactive personality) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าบุคลิกภาพเชิงรุกเป็นตัวทำนายที่ถูกต้องและมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมในบริบทของงานด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แม้ว่าผลที่ได้ไม่แสดงการคาดการณ์ที่เพิ่มขึ้นของเกณฑ์ประเมินด้วยรูปแบบการวัดบุคลิกภาพ 5 ปัจจัย (Big Five) และการดำรงตำแหน่งในบริษัทก็ตาม (Rodrigues & Rebelo, 2013)

จากสภาพการแข่งขันในตลาดปัจจุบันที่เน้นการแข่งขันทางนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง และเน้นการปรับตัวให้เข้ากับความต้องการของโลกที่ซับซ้อน อาจทำให้หลายบริษัทกำลังอยู่ในช่วงดำเนินการเปลี่ยนแปลงการกำหนดค่าคุณสมบัติของทรัพยากรมนุษย์ในบริษัท จากการศึกษาของ Williamson, Lounsbury, and Han (2013) พบว่า วิศวกรมีบทบาทสำคัญในทุกขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมในบริษัทต่างๆทั่วโลก เนื่องจากบทบาทของวิศวกรจำเป็นต้องมีความรู้ ทักษะและลักษณะส่วนบุคคล ที่ดีกว่าในมาตรฐานของอนุกรมวิธาน ที่ถูกระบุไว้ บทความนี้ได้มีการยกตัวอย่างจาก พจนานุกรม อาชีพและผู้สืบทอดอาชีพของ O * NET (2018) หรือที่เรียกว่าเครือข่ายอาชีพ เป็นฐานข้อมูลการประกอบอาชีพออนไลน์ที่ประกอบไปด้วยความรู้ทักษะความสามารถ และลักษณะส่วนบุคคลอื่น ๆ สำหรับการประกอบอาชีพต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้เน้นการศึกษาทางลักษณะบุคลิกภาพที่สำคัญของวิศวกรสำหรับการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี จากตัวอย่าง วิศวกรจำนวน 4,676 คน โดยมีสัดส่วน ร้อยละ 82 เป็นผู้ชาย ที่เหลือ ร้อยละ 18 เป็นผู้หญิง และตัวอย่างจากบุคคลที่ทำงานในสาขาต่างๆ 75,892 คน โดยใช้วิธีการวิจัยแบบไม่สุ่มตัวอย่าง เป็นแหล่งข้อมูลจากทาง Internet โดยการเก็บรวบรวมคำตอบจากการประเมินบุคลิกภาพและการบริการวางแผนอาชีพ ของบริษัททรัพยากรมนุษย์เชิงยุทธศาสตร์ระหว่างประเทศ

โดยเลือกบุคคลที่ระบุงานปัจจุบันหรืองานล่าสุดในสาขาวิศวกรรมและตอบคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในอาชีพ มีนาคม 2004 ถึง มิถุนายน 2010 ตัวชี้วัดบุคลิกภาพที่ได้มาจากแหล่งข้อมูล Personal Style Inventory (PSI) ในลักษณะนิสัย 13 ด้าน คือ (1) การแสดงออกอย่างเหมาะสม (Assertiveness) (2) บุคลิกภาพด้านจิตสำนึก (Conscientiousness) (3) การมุ่งเน้นสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า (Customer Service Orientation) (4) ความมั่นคงทางอารมณ์ (Emotional Stability) (5) บุคคลที่ชอบเข้ากลุ่มสังคมเพื่อพบปะผู้คน (Extraversion) (6) การจัดการภาพลักษณ์ (Image Management) (7) บุคคลที่มีแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) (8) การเปิดใจ (Openness) (9) การมองโลกในแง่ดี (Optimism) (10) การให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม (Teamwork Disposition /Agreeableness) (11) บุคคลที่มีจิตใจเข้มแข็ง (Tough-Mindedness) (12) การมีวิสัยทัศน์ (Visionary Style) (13) แรงผลักในการทำงาน (Work Drive) โดยวิเคราะห์ในเชิงความสัมพันธ์กับความพึงพอใจทางอาชีพ เปรียบเทียบอาชีพวิศวกรกับอาชีพอื่นๆ ซึ่งผลที่ได้พบว่า วิศวกรมีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับตัวอย่างทั้งหมดในอาชีพวิศวกรกับอาชีพอื่นๆ และมีคะแนนสูงสุด คือ จิตใจเข้มแข็ง และ แรงจูงใจภายใน และยังพบว่าลักษณะนิสัย 4 ด้านที่ไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจทางอาชีพคือ แรงจูงใจภายใน จิตสำนึก การจัดการภาพลักษณ์ และการมีวิสัยทัศน์ ผลที่ได้พบคะแนนที่อยู่ในระดับต่ำคือ การแสดงออกอย่างเหมาะสม จิตสำนึก การมุ่งเน้นสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ความมั่นคงทางอารมณ์ การเข้ากลุ่มสังคม การจัดการภาพลักษณ์ การมองโลกในแง่ดี การมีวิสัยทัศน์ แรงผลักในการทำงาน แต่ Williamson et al. (2013) กลับบอกว่าผลที่ได้จากบทความนี้ไม่ได้ทำให้เกิดบทบาทใหม่ของวิศวกรในเรื่องความเป็นผู้ประกอบการภายในบริษัท (intrapreneurship) ซึ่งได้เสนอแนะว่าการมีความคิดสร้างสรรค์และความยืดหยุ่นเป็นข้อได้เปรียบสำหรับนวัตกรรมและการเป็นผู้ประกอบการในบริษัท จึงควรมีการศึกษาเรื่องลักษณะบุคลิกภาพของวิศวกรที่เหมาะสมกับบบทบาทใหม่เพิ่มเติมเพื่อต่อยอดงานด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์ในการคัดเลือก การวางแผนการฝึกอบรมและให้คำปรึกษา และการพัฒนาวิศวกรสำหรับงานในปัจจุบันรวมถึงงานในอนาคตที่เกิดขึ้นจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นทางด้านนวัตกรรมและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Williamson et al., 2013)

สรุปรายละเอียดสมรรถนะทางนวัตกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พบว่ามีความสอดคล้องกับ 6 โมเดล คือ 1) A-to-F model 2) Bloom’s Taxonomy 3) The complete Four-C model 4) The innovator’s DNA model 5) The Big Five model และ6) The Fifth discipline โดยมีการศึกษาสมรรถนะทางนวัตกรรมเฉพาะบทบาทวิศวกรรม ผู้วิจัยสรุป ตาม ตารางที่ 2-1 ได้แก่ (1) การเห็นพ้อง (Agreeableness) (2) การออกความเห็น (Assertiveness) (3) การเชื่อมโยง (Association) (4) การมีจิตสำนึก (Conscientiousness) (5) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) (6) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) (7) จิตใจให้บริการ (Service

Orientation) (8) ความมั่นคงทางอารมณ์ (Emotional Stability) (9) ผู้ประกอบการ (Entrepreneur) (10) ประสบการณ์ (Experience) (11) การลองทำหรือการทดลอง (Experimenting) (12) อารมณ์ทางบวก (Extraversion) (13) ความรู้ (Knowledge) (14) การสร้างเครือข่าย (Networking) (15) การสังเกต (Observing) (16) การเปิดใจ (Openness) ที่จะกล้าเสี่ยง (Risk taking) (17) การมองด้านดี (Optimism) (18) การตั้งคำถาม (Questioning) (19) การทำงานเป็นทีม (Teamwork) (20) จิตใจแข็งแกร่ง (Tough-Mindedness) (21) แรงผลักในการทำงาน (Work drive) ตามตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 : ปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมเฉพาะบทบาทของวิศวกรจากการทบทวนวรรณกรรม

Factors	Linkage Models	Sources
Agreeableness	The Big 5 model	(Kazeem & Asimiran, 2016)
Assertiveness	The Big 5 model	(Williamson et al., 2013)
Association	The Innovator's DNA	(Schar, Gilmartin, Rieken, et al., 2017), (Schar, Gilmartin, Harris, Rieken, & Sheppard, 2017)
Conscientiousness	The Big 5 model	(Kazeem & Asimiran, 2016), (Williamson et al., 2013), (Rodrigues & Rebelo, 2013)
Creativity	The 4 C model	(Ferguson, Cawthorne, Edwin, Ahn, & Ohland, 2013)
Curiosity	Bloom's Taxonomy	(Ferguson, Cawthorne, Ahn, & Ohland, 2013)
Service Orientation	The fifth discipline	(Williamson et al., 2013)
Emotional Stability	The Big 5 model	(Kazeem & Asimiran, 2016), (Williamson et al., 2013), (Schar, Gilmartin, Rieken, et al., 2017), (Rodrigues & Rebelo, 2013)
Entrepreneur	A-to F Model	(Kazeem & Asimiran, 2016), (Ferguson, Cawthorne, Ahn, et al., 2013)
Experience	A-to F Model	(E. M. Gerber et al., 2012), (Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017)
Experimenting	The Innovator's DNA	(Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017)
Extraversion	The Big 5 model	(Kazeem & Asimiran, 2016), (Williamson et al., 2013), (Rodrigues & Rebelo, 2013), (Rodrigues & Rebelo, 2013)
Knowledge	Bloom's Taxonomy	(Ferguson, Cawthorne, Ahn, et al., 2013)
Networking	The Innovator's DNA	(Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017)
Observing/Opportunity	The Innovator's DNA	(Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017),

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Factors	Linkage Models	Sources
recognition		
Openness to experience / Risk taking	The Big 5 model	(Kazeem & Asimiran, 2016), (Williamson et al., 2013), (Ferguson, Cawthorne, Ahn, et al., 2013)
Optimism	The Big 5 model	(Williamson et al., 2013)
Questioning	The Innovator's DNA	(Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017)
Teamwork	The fifth discipline	(Williamson et al., 2013), (Ferguson, Cawthorne, Ahn, et al., 2013)
Tough-Mindedness / Persistence	The fifth discipline	(Williamson et al., 2013)
Work drive /Proactive	The Big 5 model	(Williamson et al., 2013), (Rodrigues & Rebelo, 2013)

สรุปรายละเอียดสมรรถนะทางนวัตกรรมทั้งจากทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้รวบรวมและสรุปกลุ่มปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลและบัณฑิตวิศวกรรม ได้ 16 กลุ่มปัจจัย ปัจจัยเหล่านี้อาจใช้เป็นองค์ประกอบของงานวิจัย รายละเอียดตามตารางที่ 2-2 การจัดกลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลมาจากการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review: LR) ได้แก่ 1) สากล (Macro) 2) องค์กร (Organization) 3) บุคคล (Individual) ที่เป็นนักเรียนวิศวกรรม วิศวกรรมบัณฑิต และวิศวกร 4) โมเดล (Model) ที่เกิดจากการสรุปความหมายจากการทบทวนวรรณกรรมโมเดลทั้งงานบทความวิจัยที่เป็นตัวอย่างผู้สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม และบทความวิจัยทางการวัดความสามารถทางนวัตกรรมทั้งของนักศึกษาวิศวกรรมและบัณฑิตวิศวกรรม ดังนั้นการจัดกลุ่มปัจจัยจากการทบทวนวรรณกรรมสรุปเพื่อนำไปใช้สร้างตัวแบบ หรือโมเดลด้านการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตามบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมที่ภาคธุรกิจต้องการ ประกอบด้วย 16 กลุ่มปัจจัย ที่มีความหมายสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน ได้แก่

กลุ่มที่1 คือ (1)Knowledge (2)Literacy ได้แก่ (2.1)Cultural and civic literacy (2.2)ICT literacy (2.3)Financial literacy (2.4)Scientific literacy (3)Comprehension (4)Innovative understanding (5)Little-c Approaches (6)Numeracy

กลุ่มที่2 คือ (7)Association (8)Critical thinking (9)Systems thinking

กลุ่มที่3 คือ (10)Creativity (11) Openness to experience (12)Pro-c Creativity (13)Synthesis

กลุ่มที่4 คือ (14)Assertiveness (15)Communication (16)Two way communication

กลุ่มที่5 คือ (17)Collaboration (18)Networking (19)Team Learning (20)Teamwork (21) Work Drive

กลุ่มที่6 คือ (22)Curiosity (23)Questioning

กลุ่มที่7 คือ (24)Evaluation (25)Experimenting (26)Initiative (27)Mental Model (28)Risk Taking

กลุ่มที่8 คือ (29)Persistence/grit (30)Tough-Mindedness

กลุ่มที่9 คือ (31)Adaptability (32)Learnability adaptable

กลุ่มที่10 คือ (33)Agreeableness (34)Collaborative leadership (35)Leadership

กลุ่มที่11 คือ (36)Awareness of new knowledge (37)Observing (38)Social and cultural awareness (39)Shared Vision

กลุ่มที่12 คือ (40)Customer Service Orientation (41)Extraversion (42)Growth mindset

กลุ่มที่13 คือ (43)Emotional Stability (44)Neuroticism (45)Sense of urgency

กลุ่มที่14 คือ (46)Openness (47)Optimism

กลุ่มที่15 คือ (48)Application (49)Developed ideas for execution (50)Entrepreneur (51)Experience (52)Mini-c Creativity

กลุ่มที่16 คือ (53)Analysis (54)Conscientiousness (55)Personnel Mastery

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

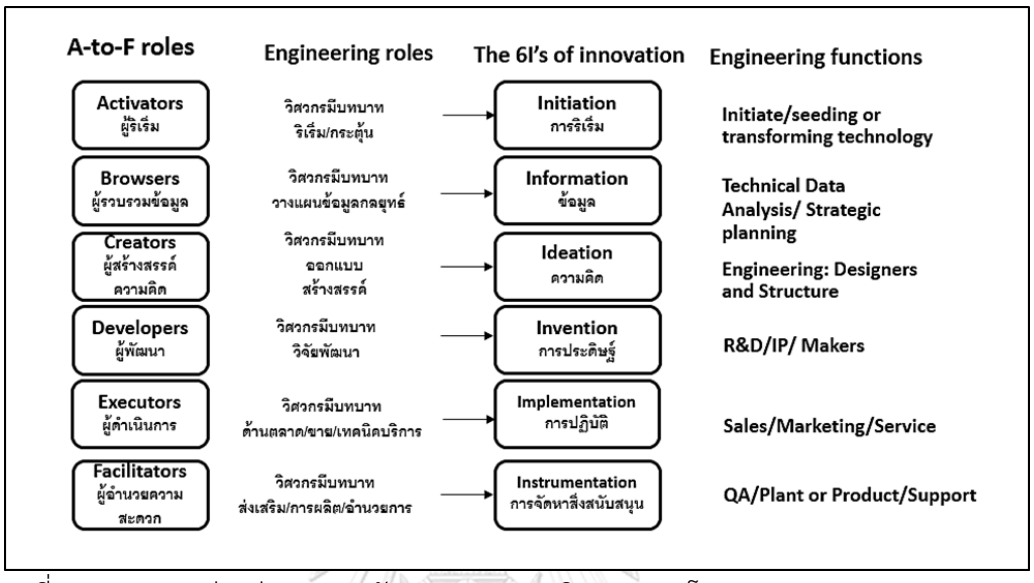
ตารางที่ 2-2 : สรุปปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมจากการทบทวนวรรณกรรม

กลุ่ม Group	ปัจจัย Factors	สากล Macro	องค์กร Organization	บุคคล Individual	โมเดล Model
Group 1	Comprehension				LR
	cultural and civic literacy	LR			
	financial literacy	LR			
	ICT literacy	LR			
	Innovative understanding		LR		
	Knowledge	LR		LR	LR
	literacy	LR			
	Little-c Approaches				LR
	numeracy	LR			
	scicentific literacy	LR			
Group 2	Association			LR	LR
	Critical thinking	LR			
	The systems thinking		LR		LR
Group 3	Creativity	LR	LR	LR	
	Openness to experience				LR
	Pro-c Creativity				LR
	Synthesis				LR
Group 4	Assertiveness			LR	
	Communication	LR			
	Two way communication		LR		
Group 5	Collaboration	LR			
	Networking			LR	LR
	Team Learning				LR
	Teamwork			LR	
	Work drive			LR	
Group 6	Curiosity	LR	LR	LR	
	Questioning			LR	LR
Group 7	Evaluation				LR
	Experimenting			LR	LR
	Initiative	LR			
	Mental Model				LR
	Risk taking		LR	LR	
Group 8	Persistence/grit	LR			
	Tough-Mindedness			LR	
Group 9	Adaptability	LR			
	Learnablitiy adaptable		LR		
Group 10	agreeableness			LR	LR
	Collaborative leadership		LR		
	Leadership	LR			
Group 11	awareness of new knowledge		LR		
	Observing			LR	LR
	Social and cultural awareness	LR			
	Shared Vision				LR
Group 12	Customer Service Orientation			LR	
	extraversion			LR	LR
	Growth mindset	LR	LR		
Group 13	Emotional Stability			LR	
	neuroticism				LR
	Sense of urgency	LR	LR		
Group 14	Openness	LR		LR	
	Optimism			LR	
Group 15	Application				LR
	Developed ideas for execution	LR	LR		
	Entrepreneur			LR	
	Experience			LR	
	Mini-c Creativity				LR
Group 16	Analysis	LR			LR
	conscientiousness			LR	LR
	Personnel Mastery				LR

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบ องค์ประกอบจำนวน 16 กลุ่มปัจจัย ที่ประกอบด้วยตัวแปรที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) และการวิเคราะห์ข้อมูล (Cluster analysis) เพื่อให้

ได้ปัจจัยที่สำคัญสำหรับสมรรถนะทางนวัตกรรมทั่วไป (Generic Competency) และบทบาททางนวัตกรรม (Innovative Role) โดยทำการแบ่งกลุ่มบทบาทดัดแปลงจากแนวคิด A-to-F โมเดล (Trias De Bes & Kotler, 2011) เพื่อใช้กับการจัดกลุ่มสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีลักษณะการทำงานตามบทบาทในกระบวนการนวัตกรรม ตามภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 : การแบ่งกลุ่มบทบาทดัดแปลงจากแนวคิด A-to-F โมเดล (Trias De Bes & Kotler, 2011)

จากภาพที่ 2-13 วิศวกรทำงานด้านนวัตกรรม อาจมีบทบาทต่างๆในองค์กร เช่น

- บทบาทริเริ่ม (Activator) มีหน้าที่ เริ่มต้นโครงการในกระบวนการนวัตกรรม ค้นหาหรือนำโทคโนโยลีเข้ามาให้เกิดการริเริ่ม โดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการริเริ่ม กระตุ้นให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่
- บทบาทวางแผนข้อมูลกลยุทธ์ (Browser) มีหน้าที่ให้ข้อมูลทางเทคนิควิเคราะห์ วางแผนกลยุทธ์ โดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล เพื่อวางแผนสร้างสิ่งใหม่
- บทบาทออกแบบสร้างสรรค์ (Creator) มีหน้าที่ออกแบบโครงสร้าง โดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการวางแผนการออกแบบสิ่งใหม่ด้วยความคิดสร้างสรรค์
- บทบาทพัฒนา (Developer) มีหน้าที่วิจัยพัฒนา ดำเนินงานด้านทรัพย์สินทางปัญญา จัดทำโดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรืองานที่เป็นสิ่งใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- บทบาทปฏิบัติ (Executor) มีหน้าที่ขาย บริการ ทำการตลาดโดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ใช้งานอย่างถูกหลักเศรษฐศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์ และปลอดภัยต่อชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สิน
- บทบาทอำนวยการ (Facilitator) มีหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ สนับสนุนการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยนำความรู้ทางวิศวกรรมมาสนับสนุน และส่งเสริมให้เกิดกระบวนการสร้างสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าและมีประโยชน์

2.3 เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม

การวัดสมรรถของบุคคล จำเป็นต้องใช้เครื่องมือหลากหลายประเภทในการวัดสมรรถนะเพื่อความเที่ยง (Validity) นักวิชาการส่วนใหญ่จึงใช้คำว่า การประเมินสมรรถนะตามองค์ประกอบที่ต้องการวัด ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถนะทางความรู้ อาจวัดได้จากการศึกษา ส่วนทักษะอาจประเมินได้จากประสบการณ์ที่ผ่านมา แต่ในส่วนของทัศนคติ ความสามารถ และคุณลักษณะ เป็นสิ่งที่ยากต่อการวัดได้ในเวลาจำกัด เพราะการเรียนรู้แนวปัญญานิยม เป็นแนวคิดที่อธิบายการเรียนรู้จากแรงจูงใจ ภายใต้ความเชื่อว่า มนุษย์มีเหตุผล และตระหนักรู้ในแรงจูงใจของตนเอง เน้นกระบวนการทางปัญญาทางความคิดที่เน้นทางด้านพฤติกรรมไปสู่กระบวนการทางความคิดซึ่งเป็นกระบวนการภายในสมอง การดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่างๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง ไปสู่การเรียนรู้แนวสังคมนิยม เพื่อให้ได้มาซึ่งการรับรู้ตนเองว่ามีความสามารถ (Self-Efficacy) ตามทฤษฎี (Social Cognitive Theory: SCT) ของ (Bandura, 1999) นักวิชาการส่วนใหญ่จึงนิยมใช้วิธีดังกล่าวในการทำวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งพฤติกรรมที่มุ่งวัดเช่น การศึกษาของ Kazeem and Asimiran (2016) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ความสามารถของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ตามทฤษฎีความรู้ความเข้าใจทางสังคมของ Bandura (1986) การศึกษาของ Schar, Gilmartin, Harris, et al. (2017) ใช้ในการศึกษาเรื่องตัววัดแบบย่อสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ โดยรวบรวมวิธีการวัดทางพฤติกรรม (Measures of Behavior) จากนักวิจัยหลายท่าน ได้แก่ เครื่องมือวัด JPI: Innovation Subscale ของ Jackson (1976) เครื่องมือวัด KAI: Adaption-Innovation Inventory ของ Kirton (1976) เครื่องมือวัด IBM: Innovative Behavior Measure ของ Scott and Bruce (1994) เครื่องมือวัด IIB: Measure of Individual Innovative Behavior ของ Kleysen and Street (2001) เครื่องมือวัด IBS: Innovative Behaviors Scale ของ Jeffrey H Dyer, Gregersen, and Christensen (2008) เครื่องมือวัด ABAKAS: Assessment of Behaviors, Attributes, Knowledge, Attitudes, and Skills ของ Ferguson, Cawthorne,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Edwin, et al. (2013) และ เครื่องมือวัด ISE: Innovation Self-Efficacy ของ E. Gerber et al. (2012) เป็นการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านนวัตกรรม

Florida, Mellander, and King (2015) กล่าวถึงการเรียนรู้เพื่อเข้าสู่เศรษฐกิจสร้างสรรค์เป็นเรื่องเรียนรู้ที่มากกว่าด้านกายภาคหรือการสัมผัสที่มีความหลากหลายมิติ และเป็นความรู้ที่ได้มาจากประสบการณ์ การเพิ่มขึ้นของระดับชั้นของความคิดสร้างสรรค์เป็นไปตามบทบาทที่เพิ่มขึ้นของความคิดสร้างสรรค์ในระบบเศรษฐกิจ การเพิ่มขึ้นของระดับชั้นความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเลือกและทัศนคติของผู้คนและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจขั้นพื้นฐานตามมาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงาน การพักผ่อน ชุมชน และการใช้ชีวิตประจำวัน โดยการวัดชั้นความคิดสร้างสรรค์ (Creative class) ที่เรียกว่าเป็นดัชนีความคิดสร้างสรรค์โลก (The Global Creativity Index : GCI) โดยใช้วัดความก้าวหน้าและความเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนบนฐานการพัฒนาเศรษฐกิจ ได้แก่ ด้านความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ การสำเร็จการศึกษา และความสามารถในระดับโลก ด้านเทคโนโลยี การลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี และด้านการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (Tolerance) การยอมรับทางเชื้อชาติ ชาติพันธุ์และความสัมพันธ์

ในการศึกษาของ The National Education Association หรือ NEA (National Education Association, 2012) สมาคมการศึกษาแห่งชาติ (NEA) ซึ่งเป็นองค์กรพนักงานระดับมืออาชีพในประเทศสหรัฐอเมริกา มีความมุ่งมั่นที่จะสร้างความสำเร็จของการศึกษา และสนับสนุนการศึกษาให้มีความพร้อมในศตวรรษที่ 21 ตั้งแต่เริ่มเข้าโรงเรียนจนถึงระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัย สมาคมการศึกษาแห่งชาติ NEA ได้พัฒนาคู่มือนี้เพื่อแนะนำนักการศึกษาให้ใช้แนวคิดนี้และให้ความความสำคัญของกการนำไปใช้ในชั้นเรียน ที่เรียกว่า Four Cs ได้แก่ การคิดเชิงวิเคราะห์ (critical thinking) การสื่อสาร (communication) การทำงานร่วมกัน (collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)

ศรีเรือน แก้วกังวาล (2544) ศึกษาลักษณะบุคลิกภาพของนักศึกษาไทย 6 สาขาอาชีพ ได้แก่ กฎหมาย คอมพิวเตอร์ แพทยศาสตร์ มนุษยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ จากการชี้วัดของ Myers Briggs Type Indicator (MBTI) (1980) โดยใช้แบบทดสอบบุคลิกภาพที่พัฒนาขึ้นโดย Katharine C.Briggs และ Briggs Myers เกี่ยวกับการจัดประเภทของบุคลิกภาพ แบบทดสอบประกอบด้วยคำถาม ที่ใช้วัดบุคลิกภาพ โดยให้บุคคลตอบคำถามว่า ตนรู้สึกหรือปฏิบัติอย่างไรในแต่ละสถานการณ์ของแต่ละคำถามเหล่านั้น จากคำตอบที่ได้นำมาจัดกลุ่มใหม่ว่าตรงกับบุคลิกภาพแบบใด การศึกษาพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีความสัมพันธ์กับความมีประสิทธิผลในการทำงาน ส่วนการกำหนดเป้าหมาย และบุคลิกภาพเชิงรุกไม่มีความสัมพันธ์กับความมีประสิทธิผลในการทำงาน

การศึกษาของ Sternberg (1997) และ (Sternberg & Lubart, 1999) กล่าวว่าการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ด้วยวิธีการทางจิตวิทยาทดสอบได้ด้วยการพัฒนาแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ ในส่วนการวัดทางจิตวิทยา (Psychometric approaches) มีระบบการคิดว่าควรคิดได้แค่ไหน ด้านจิตพลวัตร ใช้การวัดด้วยเครื่องมือ วิธีการของแบบทดสอบกับคนที่ต้องการและคนฉลาดหรือ แบบทดสอบเรื่องการประเมินสมรรถภาพทางการทำงานขั้นพื้นฐาน ทางด้านการเรียนรู้และเชาว์ปัญญา โดยใช้แบบทดสอบบุคลิกภาพ เช่น วัดปัจจัยโดยรวมของภาวะผู้นำ วัดปัจจัยทางจิตใจสำหรับบุคคลหรือกลุ่มพฤติกรรม เช่นการวัด Divergent thinking การคิดแยกย่อยแล้วขยายการคิด การสังเคราะห์ ความคิดแบบ อเนกนัย การวัดแบบConvergent thinking เน้นการวัดแบบเอกนัยรวมความคิดเข้ามาเป็นความคิดใดความคิดหนึ่ง (Idea) ใช้วิญญาณของความเป็นวิชาชีพด้วยการวิเคราะห์ (analytic) ให้เกิดเป็นกรอบวิธีการ การวัดด้วย Heroes- Guilford: Unusual uses test ของ Guilford (1950) การวัดด้วย The Remote Associates Test (RAT) ของ Mednick (1962) และการวัด Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) ของ Torrance (1972)

Campbell (1960) อธิบายแนวคิดวิวัฒนาการ (Evolutionary Approach) เป็นสัญชาตญาณ (Instinct) ที่มีต่อแรงจูงใจ รูปแบบหนึ่งของสิ่งมีชีวิต (organisms) มีจุดบอดของการแปรปรวน (Blind Variations) และการรักษาไว้ด้วยการเลือก (Selective Retention) ดังนั้นเครื่องมือวัดที่ใช้ประเมินด้านพฤติกรรมถือเป็นเรื่องสำคัญในการคัดเลือกบุคคลเพราะเป็นสิ่งที่ผู้ประเมินไม่สามารถเห็นได้จากผู้ถูกประเมินได้เด่นชัด จิรประภา อัครบวร (2549) กล่าวถึง การคัดเลือกบุคคลตามแนวทางการบริหารบุคลากรโดยใช้สมรรถนะ ซึ่งเป็นคุณลักษณะของบุคคลที่องค์กรต้องการให้มีพฤติกรรมตามตำแหน่งงานที่รับผิดชอบ การสัมภาษณ์แบบ Competency จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่เน้นการค้นหาพฤติกรรมของผู้สมัครในอดีตมากกว่าด้านด้วยความเชื่อที่ว่าพฤติกรรมในอดีจะสามารถทำนายพฤติกรรมในอนาคตได้ ดังนั้นการสัมภาษณ์เพื่อหาสมรรถนะ ผู้ทำการสัมภาษณ์จึงต้องพยายามถามเจาะลึกลงไปที่พฤติกรรมเดิมที่ผู้สมัครเคยมีในที่ทำงานเก่า หรือมีในระหว่างเรียนผู้สัมภาษณ์พยามถามถึงเรื่องราวในอดีตเพื่อตรวจสอบว่าผู้สมัครได้เคยแสดงสมรรถนะดังกล่าวหรือไม่ผู้สัมภาษณ์อาจใช้การถามเชิงประเมินหรือเปรียบเทียบ ด้วยวิธีการประเมิน 360 องศา และการประเมินด้วยการให้โอกาสเพื่อนร่วมงาน ลูกน้อง เข้าร่วมในกระบวนการคัดเลือก ซึ่งการคัดเลือกวิธีดังกล่าวพยามลดความเป็น Subjective โดยใช้ผู้คัดเลือกหลายคน หรือหลายวิธีการเพื่อเพิ่มความเที่ยง (Validity) เช่น การใช้ศูนย์การประเมิน (Assessment Center)

2.3.1 เครื่องมือของศูนย์การประเมินผล

Shermon (2004) กล่าวถึง ศูนย์การประเมินผล (Assessment Center) เป็นกระบวนการคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการประเมินสมรรถนะหลักขององค์กรและเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเด่นกว่าการประเมินวิธีอื่นที่เน้นการเชื่อมโยงงานในอนาคต การนำ

แนวคิดเรื่องศูนย์การประเมินผลมาใช้เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของธุรกิจภาคอุตสาหกรรม ควรมีการเชื่อมโยงความรู้จากการศึกษาและการปฏิบัติงานด้านนวัตกรรม จำเป็นต้องพัฒนาแบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมตามกระบวนการที่เป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการ เช่น การออกแบบหลักสูตรให้เกิดผลการเรียนรู้ตามสมรรถนะทางนวัตกรรมที่ได้ศึกษาเพื่อกำหนดสมรรถนะที่เป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานของวิศวกรนวัตกรรม แล้วจึงกำหนดรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้และสร้างเครื่องมือเพื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยนำสมรรถนะที่กำหนดมาประยุกต์ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ (ในงานวิจัยนี้ถือเป็นตัวแปรควบคุม) เพื่อให้ได้แนวทางมาตรฐานแต่ละบทบาทของกระบวนการนวัตกรรม เพราะสมรรถนะคือ ลักษณะพื้นฐานของบุคคลหนึ่งซึ่งทำให้บุคคลนั้นสามารถส่งมอบประสิทธิภาพที่เหนือกว่าในงานที่กำหนดบทบาท (Shermon, 2004) เป็นประโยชน์ต่อองค์กรในการมีเครื่องมือคัดเลือกบุคลากรที่มีคุณสมบัติถึงพร้อมในการทำงานด้านนวัตกรรม เครื่องมือของศูนย์การประเมินผล (Shermon, 2004) ควรมีการเลือกเครื่องมือ (Selection Tools) ที่เหมาะสมกับสมรรถนะที่ภาคธุรกิจต้องการจากบุคคล ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งวิธีการดังกล่าวปัจจุบันใช้การประเมินสมรรถนะโดยใช้หลายเครื่องมือในการคัดเลือกสมรรถนะของบุคลากรและใช้ผู้ประเมินหลายคนในการทำให้เกิดความเที่ยงตรง (Validity) การเลือกเครื่องมือที่ใช้ในศูนย์การประเมินผล ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องมือตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ประเมินสมรรถนะที่แตกต่างกัน (Shermon, 2004) ดังต่อไปนี้

1) Case study interview คือการสัมภาษณ์โดยใช้กรณีศึกษา เครื่องมือที่ต้องการให้ผู้สมัครอ่านชุดข้อมูลจำนวนมากและตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องที่สำคัญ เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้านทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล (Analytical skills) การรวบรวมข้อมูล (assimilation of information) การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล (prioritize of information) การจัดการเวลา (time-management) การทำงานภายใต้ความกดดัน (working under pressure)

2) Competency based interview คือ การสัมภาษณ์ตามความสามารถ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับประวัติส่วนตัวและการทำงาน การแก้ปัญหาและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้าน ทักษะการวิเคราะห์ (Analytical skills) ความรอบรู้ทางธุรกิจ (business acumen) ทักษะการสื่อสาร (communication) ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (interpersonal skills) คุณลักษณะส่วนบุคคล (personal attributes) การทำงานเป็นทีม (teamwork)

3) Fact finding exercise คือ การค้นคว้าหาข้อมูลจริงรวมถึงการวิจัยและค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่กำหนดหรือการโต้ตอบร่วมกับผู้สัมภาษณ์เพื่อขอข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้สัมภาษณ์ เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้านการสื่อสาร (Communication) การปฏิสัมพันธ์ระดับผู้เชี่ยวชาญ (Professional interaction)

4) Group Exercise คือ การทดสอบเป็นกลุ่มประกอบด้วยการแก้ปัญหาภายในคณะกรรมการหรือทีม เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้าน ความอ่อนน้อมถ่อมตนส่วนบุคคล (Personal assertiveness) การทำงานเป็นทีม (teamwork) ประสิทธิผลของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (interpersonal effectiveness) แรงผลักดันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ (drive for result)

5) In-tray คือ การจัดลำดับความสำคัญของเอกสารการร่างจดหมายตอบกลับและการมอบหมายงานที่สำคัญเหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเวลา (time - management) ทักษะการวิเคราะห์ (Analytical skills) ความรอบรู้ทางธุรกิจ (business acumen)

6) Problem-solving task คือ การแก้ปัญหาที่ร่วมถึงการสร้างภายใต้ข้อจำกัดของอุปกรณ์หรือวัสดุ เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้านทักษะการวิเคราะห์ (Analytical skills) ความคิดสร้างสรรค์ (creativity) การคิดนอกกรอบหรือการคิดด้านข้าง (lateral thinking) ความเจ้าปัญญา (resourcefulness)

7) Presentation คือ การนำเสนอเกี่ยวข้องกับการใช้เวลา 10-15 นาทีในหัวข้อที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้าน การรับรู้ข้อมูล (Assimilation of information) การนำเสนองาน (presentation delivery) การทำงานภายใต้ความกดดัน (working under pressure)

8) Psychometric/ Personality/ Aptitude Tests คือ การทดสอบความถนัดทางจิตวิทยา / บุคลิกภาพ / ความถนัด แบบสอบถามเกี่ยวกับบุคลิกภาพ การใช้เหตุผลเชิงตัวเลขการพูด และการเขียนด้วยเหตุผลเชิงตรรกะเหมาะกับการประเมินสมรรถนะ ด้านความเห็นพ้องหรือความสามัคคี (Agreeableness) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม (behavioral interaction) การเอาใจใส่ (conscientiousness) บุคลิกภาพเปิดเผย/บุคลิกภาพเก็บตัว (extroversion/introversion) บุคลิกกล้ายืนหยัดในความคิด (personal assertiveness) การทำงานเป็นทีม (teamwork)

9) Role-play exercise คือ การเล่นบทบาทสมมติ การมีส่วนร่วมในการทำหน้าที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทางธุรกิจ เหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้าน แนวทางการดำเนินการทางธุรกิจ

10) Written exercise คือ แบบทดสอบการเขียนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกถึงสถานการณ์ทางธุรกิจเหมาะกับการประเมินสมรรถนะด้านทักษะทางการวิเคราะห์ (analytical skills) การสรุปผล (summarization) การสื่อสารด้วยการเขียน (written communication)

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถนะโดยใช้เทคโนโลยี

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถนะโดยใช้เทคโนโลยีในการวิเคราะห์ข้อมูลกับงานด้านทรัพยากรมนุษย์และองค์กร โดยอาศัยวิธีการ หลักการ และแนวทางเพื่อให้องค์กรได้มาซึ่งสมรรถนะทางนวัตกรรมของพนักงานที่เป็นบัณฑิตวิศวกรรม การคัดเลือกพนักงานดูจากข้อมูลที่ถูกวัดในด้านความรู้ ประสบการณ์ทำงาน ทักษะการทำงาน รวมถึงการแสดงพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด เพื่อทำให้นายจ้างสนใจบุคคลที่มีสมรรถนะและมอบหมายบุคคลดังกล่าวให้

ทำงานตามบทบาทที่ต้องการ ทำให้หน่วยงานทรัพยากรมนุษย์ของบริษัทพยามหาวิธีการที่จะค้นหาและคัดเลือกบุคลากรที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมของพนักงานที่เหมาะสมกับบทบาทการทำงานด้านนวัตกรรมมากที่สุด

Narula (2015) ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์งานด้านทรัพยากรมนุษย์ (HR Analytics) พบว่าทีมทรัพยากรบุคคลส่วนใหญ่พยามค้นหาบุคคลที่มีความสามารถด้านการรวบรวมข้อมูลที่สอดคล้องกับธุรกิจและผู้ที่สามารถแปลงการค้นหาให้เป็นทางออกที่ขับเคลื่อนผลลัพธ์ทางธุรกิจ การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงทำให้ทีมวิเคราะห์ด้านทรัพยากรมนุษย์จำเป็นต้องมีทักษะในหลายรูปแบบทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติและทักษะการนำเสนอ และควรมีความสามารถในการแปลงหาคำตอบหรือการส่งมอบข้อมูลการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ซึ่งการจะหาบุคลากรด้านทรัพยากรมนุษย์ที่มีส่วนผสมด้านทักษะที่เหมาะสมเป็นเรื่องที่หายากสำหรับองค์กร การขาดความสามารถในการวิเคราะห์ที่เพียงพอโดยผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นความท้าทายที่สำคัญ

Lawler III, Levenson, and Boudreau (2004) พบว่าร้อยละ 80 ของ จำนวน 37 บริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่ในสหรัฐอเมริกามีระบบข้อมูลทรัพยากรบุคคลทั่วทั้งองค์กรซึ่งอาจเชื่อมโยงกับข้อมูลทางธุรกิจและมีรายงานการวิเคราะห์เชื่อมโยงกับการบริหารทรัพยากรบุคคลกับผลประกอบการที่มีการวิเคราะห์ด้านนี้น้อยมาก เหตุผลคือทีมทรัพยากรมนุษย์ไม่ได้มีสมรรถนะในการออกแบบการวิเคราะห์และการตีความข้อมูล เพราะส่วนใหญ่การวิเคราะห์ในองค์กรจะเป็นเรื่องการสำรวจหรือการตรวจสอบ การวิจัยและพัฒนา การวิเคราะห์ทางธุรกิจด้านการตลาด การบริหารการเงิน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ความสามารถของบุคคลในทีมทรัพยากรมนุษย์ที่สามารถเชื่อมต่อสมรรถนะกับการตัดสินใจทางธุรกิจเพื่อความสำเร็จตามเป้าหมายขององค์กร เป็นเรื่องสำคัญที่หน่วยงานทรัพยากรมนุษย์สามารถสร้างให้เกิดความร่วมมือในการทำงานร่วมกันทางกลยุทธ์ได้ หรือเรียกว่า หุ้นส่วนทางยุทธศาสตร์ (Strategic Partner) เพื่อบรรลุความสามารถด้านการวิเคราะห์ทรัพยากรมนุษย์ ทีมทรัพยากรบุคคลควรมีความสามารถด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและเป็นเรื่องสำคัญสำหรับองค์กรในอนาคตการวิเคราะห์จะถูกมองว่าเป็นแหล่งของความได้เปรียบในการแข่งขันสำหรับบริษัทเพื่อหาคนที่ใช่กับบทบาทการทำงานในองค์กรและบริษัทมีความมุ่งมั่นที่จะใช้การวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเพื่อหาคนที่ต้องการ

Levenson (2005) กล่าวว่า ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพนักงานมีความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์และมีเหตุผลในเชิงผลลัพธ์ทางธุรกิจที่มีอยู่อย่างเห็นได้ชัดโดยอาศัยข้อเท็จจริงและข้อมูลการวิเคราะห์ทรัพยากรบุคคลประกอบด้วยการออกแบบการวิจัยสถิติ การระบุคำถามที่มีความหมาย โดยใช้ข้อมูลที่เหมาะสมกับการใช้มาตรฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินผลและแปลผลข้อมูลในรูปแบบรายงานทางธุรกิจ

Fitz-enz (2009) พบว่า เครื่องมือวิเคราะห์ทรัพยากรบุคคล (HR Analytics) สามารถใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงทำนาย (การคาดการณ์) เพื่ออำนวยความสะดวกในการตัดสินใจด้านทรัพยากรบุคคล ขณะที่การวิเคราะห์เชิงพรรณนาใช้สำหรับรูปแบบของข้อมูลปัจจุบัน การวิเคราะห์เชิงทำนายเพื่อทำนายความหมายของรูปแบบที่มีสำหรับการดำเนินงานในอนาคต สามารถทราบข้อมูลในอดีตและคาดการณ์ระดับความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ในอนาคต นอกจากนี้การศึกษาของ Edwards and Edwards (2016) อธิบายการใช้งานทางธุรกิจของแบบจำลองการคาดการณ์ทรัพยากรบุคคล (Predictive HR Analytics) ด้านการวิเคราะห์งานด้านทรัพยากรมนุษย์เพื่อการทำนาย ข้อมูลที่วิเคราะห์จะมีความเกี่ยวข้องกับจรรยาบรรณและข้อจำกัดทางการวิเคราะห์ของหน่วยงานทรัพยากรบุคคลด้านการวิเคราะห์ทรัพยากร (HR Analytics) การใช้งานทางธุรกิจของแบบจำลองการคาดการณ์ทรัพยากรบุคคล (Predictive HR Analytics) เพื่อคาดการณ์ผลการสรรหาและผลการคัดเลือก และด้านการตรวจสอบผลกระทบของการแทรกแซง (interventions) สามารถทำได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ทรัพยากร (HR Analytics) จึงเป็นวิธีการที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลในการจัดการคนในที่ทำงาน การศึกษานี้ใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ตลอดกระบวนการจ้างงานและการใช้เทคนิคการวิเคราะห์เพื่อการจัดการแรงงานที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรทุกขนาดในภาคอุตสาหกรรม และทำให้เกิดความเชื่อมั่นและความถูกต้องของวิธีการคัดเลือกที่อาจเกิดขึ้นจากความลำเอียงของมนุษย์ในการสรรหาและคัดเลือกบุคลากร ดังนั้นวิธีการนี้จึงต้องใช้การยืนยันว่าเทคนิคการคัดเลือกเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ ด้วยวิธีคาดการณ์เชิงประสิทธิภาพจากข้อมูลการเลือกโดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นหลายรูปแบบ วิธีคาดการณ์การหมุนเวียนจากข้อมูลการเลือก และวิธีการตรวจสอบเทคนิคการคัดเลือกโดยคาดการณ์การหมุนเวียน เพื่อทำให้เกิดความเที่ยงของข้อมูล (validity) เพื่อนำไปใช้สำหรับการคัดเลือกบุคคลขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 ช่องว่างในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากงานศึกษาในอดีต และผู้วิจัยจะทำการศึกษาต่อด้านการคัดเลือกบุคคลที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยเน้นขอบเขตงานวิจัยจากผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมในทุกสาขาเป็นบุคลากรทำงานด้านนวัตกรรม เพื่อค้นหาปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ให้ได้ผลลัพธ์ของคุณสมบัติตามที่ต้องการมุ่งวัดในตัวบุคคล และสอดคล้องกับการดำเนินงานด้านนวัตกรรมที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ (ตารางที่ 2-3)

ตารางที่ 2-3 : ความแตกต่างของการวิจัยครั้งนี้และในอดีตเกิดช่องว่างในงานวิจัย

ประเด็น	การศึกษาก่อนหน้านี้	ช่องว่างในงานวิจัย	จุดมุ่งหมายในการศึกษา
องค์ประกอบการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมโดยใช้องค์ประกอบระดับสากล กับองค์ประกอบบริบทไทย	- มีการศึกษาสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในระดับสากล - มีการศึกษาสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลในระดับองค์กรไทย	ยังไม่มีการศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมโดยใช้องค์ประกอบระดับสากล กับบริบทไทยในระดับการคัดเลือกทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม	องค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ
ความไม่พร้อมของระบบการคัดเลือกบุคคลในบทบาทที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนวัตกรรม	- มีการศึกษาความไม่พร้อมในระบบจับคู่งานระหว่างภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม - มีการศึกษาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 - มีการศึกษาคุณลักษณะเฉพาะที่ระบบอัจฉริยะและเครื่องจักรอัตโนมัติไม่สามารถทำงานแทนได้ในงานอนาคต	ยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกตามบททบาทงานทางนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยโดยใช้ตัววัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม	เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในบริบทที่องค์กรไทยต้องการในการคัดเลือกบุคคลทำงานตามบทบาทในกระบวนการนวัตกรรม นำมาซึ่งการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม
เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทย	- มีดัชนีวัดนวัตกรรมโลกในบริบทประเทศสมาชิก - มีการศึกษาความสามารถของพนักงานในองค์กรนวัตกรรม - มีการศึกษาวัดค่าคุณลักษณะภายในบุคคลแบบจำลองการวัดและประเมินสมรรถนะของบุคลากรวิชาชีพบริบทไทย	ยังไม่มีเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่แสดงในรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน ในการคัดเลือกบุคลากรทำงานด้านนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรม	เพื่อทดสอบสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบุคคล สามารถนำไปใช้คัดเลือกบุคคลทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2-2 พบช่องว่างที่ควรทำการศึกษาต่อในประเด็นที่สำคัญได้แก่

1) องค์ประกอบการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรรมบัณฑิตโดยใช้องค์ประกอบระดับสากลกับองค์ประกอบบริบทไทย พบว่า ไม่มีการศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมโดยใช้องค์ประกอบระดับสากล กับองค์ประกอบบริบทไทยในระดับการคัดเลือกทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม

2) ความไม่พร้อมของระบบการคัดเลือกบุคคลในบทบาทที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนวัตกรรม พบว่า ยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกตามบทบาทงานทางนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยโดยใช้ตัววัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

3) เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทย พบว่า ยังไม่มีเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่แสดงในรูปแบบการสอบวัดระดับผลที่เป็นมาตรฐาน ในการคัดเลือกบุคลากรเข้าทำงานในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรม

2.5 กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้

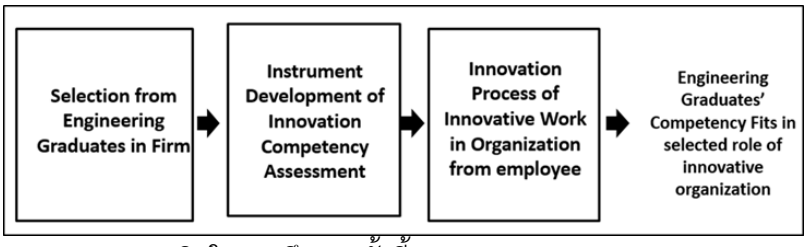
การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการหาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ ตามภาพที่ 2-14 มีขั้นตอนต่อไปนี้

1) การคัดเลือกจากบัณฑิตวิศวกรรมโดยกำหนดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคลากร ตามที่ผู้เชี่ยวชาญในบทบาททำงานตามกระบวนการนวัตกรรมได้แก่ พนักงานวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม และผู้ว่าจ้างที่มีผลงานทางนวัตกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

2) การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือก เพื่อให้ได้บัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ

3) เกิดกระบวนการนวัตกรรมในองค์กรจากบุคลากรโดยการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมทำงานได้ตามบทบาทในกระบวนการนวัตกรรมที่องค์กรต้องการ

ดังนั้นองค์กรได้บุคลากรที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเหมาะสมตามบทบาทขององค์กรนวัตกรรม



ภาพที่ 2-14 : กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้ (Conceptual Framework of this study)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1.1 สถิติที่ใช้วิเคราะห์

การศึกษานี้ใช้การวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Method Research) รูปแบบสำรวจที่เจาะจงเวลา การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ภาคตัดขวาง (Cross – sectional analytical research) เพื่อให้ได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษา คือ นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมตรงตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการเพื่อค้นหาปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ให้ได้คุณสมบัติแต่ละปัจจัย มากำหนดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติ นำมาสู่การเขียนคำถามของการทำการวิจัย จนได้แบบสอบถามที่มีการกำหนดค่าปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม กำหนดสเกลของการวัด ให้ตรงกับความต้องการสำหรับการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในองค์กรโดยหลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จจะต้องนำเครื่องมือไปทดลองใช้แล้วนำข้อมูลมาเพื่อวิเคราะห์ ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่สอดคล้องและความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่มีความคงที่ นำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคล ผู้วิจัยจึงใช้ระเบียบวิธีวิจัยทั้งเชิงคุณภาพและวิจัยเชิงปริมาณ โดยมี 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

การหาสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลในบริบทภาคธุรกิจไทยต้องการ โดยทำการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ จากงานวิจัย เอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์เจาะลึกกับผู้เชี่ยวชาญผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีประสบการณ์ในการสร้างนวัตกรรมจากบัณฑิตวิศวกรรม ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) ในการตรวจสอบกำหนดเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามด้วยการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) ตามตารางที่ 3-1 แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตรการคำนวณของ Rovinelli and Hambleton (1976) : หน้า 49-60 ตามภาพที่ 3-1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-1 : เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนของ IOC

ผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนน	เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน
+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์
-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์

สูตรการคำนวณและเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์ของข้อคำถาม

การคำนวณหาค่า **IOC** ตามสูตรการคำนวณของ โรวิเนลลี และแฮมเบิลตัน

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดยที่

IOC เป็นค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ เป็นผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

N เป็นจำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การพิจารณา ระดับค่าดัชนีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์ของข้อคำถาม ที่ได้จากการคำนวณจากสูตรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.000 ถึง 1.000 ดังนี้

หากข้อคำถามที่มีค่า **IOC** ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีความเที่ยงตรงใช้ได้

แต่ถ้าข้อคำถามที่มีค่า **IOC** ต่ำกว่า 0.50 พิจารณาแก้ไขปรับปรุง หรือตัดทิ้ง

ตัวอย่าง ตารางการหาค่า **IOC**

วัตถุประสงค์/เนื้อหา	ข้อคำถาม	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
สมรรถนะทางนวัตกรรมด้านความรู้	1.ท่านอยากรู้สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว				
	2.ท่านสามารถแยกแยะได้ว่าสิ่งใดใหม่ สิ่งใดไม่ใหม่				

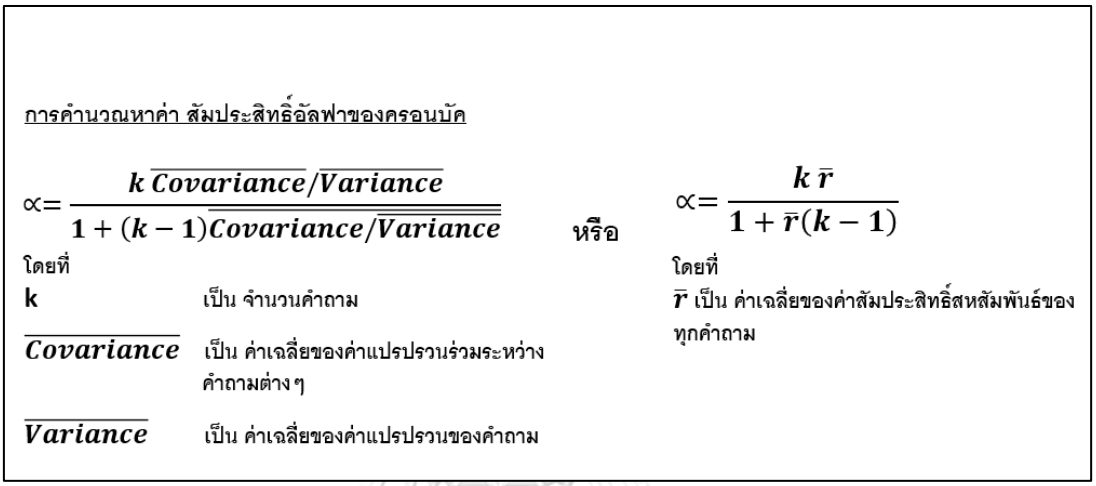
-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง **0** หมายถึง ไม่แน่ใจ **1** หมายถึง สอดคล้อง

ภาพที่ 3-1 : สูตรการคำนวณ IOC (Rovinelli & Hambleton, 1976)

ขั้นตอนที่ 2

การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างทดลอง 30 คน (ดูรายละเอียดภาคผนวก ก) เป็นพนักงานที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมทำงานเกี่ยวข้องกับงานทางนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม โดยคำนวณความแม่นยำหรือความเที่ยงตรง (Validity) และหาความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Cronbach เกณฑ์ผ่านคือเกณฑ์ความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้ 0.7 ขึ้นไป ซึ่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของครอนบัค (Cronbach’s Alpha Coefficient)

เป็นค่าที่ใช้วัดความเชื่อถือได้ สามารถนำไปใช้ประมาณค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในส่วนใหญ่จะใช้กับข้อมูล likert scale ในสเกลแบบช่วงด้วยการแบ่งคำถามออกเป็น 2 ส่วน เหมือนวิธีการแบ่งครึ่งแต่จะแบ่งครึ่งในทุกๆรูปแบบที่มีความเป็นไปได้ และเมื่อคำนวณความแปรปรวนของคะแนนแต่ละส่วนและความแปรปรวนของคะแนนรวม (Cronbach, 1970) ตามสูตรการคำนวณสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Cronbach, 1970) อ้างถึงใน กัลยา วานิชย์บัญชา (2549) : หน้า 35 ตามภาพที่ 3-2



การคำนวณหาค่า สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค

$$\propto = \frac{k\,\overline{Covariance}/\overline{Variance}}{1+(k-1)\overline{Covariance/Variance}}$$

หรือ

$$\propto = \frac{k\,\bar{r}}{1+\bar{r}(k-1)}$$

โดยที่

k เป็น จำนวนคำถาม

$\overline{Covariance}$ เป็น ค่าเฉลี่ยของค่าแปรปรวนร่วมระหว่างคำถามต่างๆ

$\overline{Variance}$ เป็น ค่าเฉลี่ยของค่าแปรปรวนของคำถาม

โดยที่

$\bar{r}$ เป็น ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทุกคำถาม

ภาพที่ 3-2 : สูตรการคำนวณสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Cronbach, 1970)

เมื่อดำเนินการทำตามขั้นตอนที่1 และขั้นตอนที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง กับบุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติการจัดกลุ่มตัวแปร ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) ตรวจสอบเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดระหว่าง การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) และ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirm Factor Analysis: CFA) และการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) เพื่อ Proposed Model ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

กัลยา วานิชย์บัญชา (2549) กล่าวถึงสถิติที่ใช้สำหรับเทคนิคการจัดกลุ่ม แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) การจัดกลุ่มตัวแปร เป็นเทคนิคที่ใช้จัดกลุ่มตัวแปรหลาย ๆ ตัวที่มีความสัมพันธ์ออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยที่ตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มหรือเรียกว่าปัจจัยเดียวกันจะต้องมีส่วนร่วมกันหรือสัมพันธ์กัน ในการวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) 2) การจัดกลุ่มข้อมูลเป็นเทคนิคที่ใช้จัดกลุ่มคน ที่เหมือนกันหรือ คล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน แต่ต่างกันจะต้องอยู่คนละ

กลุ่ม การศึกษาความคล้ายพิจารณาจากตัวแปรที่ใช้ในการจัดกลุ่ม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) มีรายละเอียดดังนี้

3.1.2 เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย

เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยใช้ในการจัดกลุ่มตัวแปรหรือปัจจัย เพื่อให้ได้องค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลดังนี้ 1) ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์ปัจจัย มีค่าในมาตราระดับช่วง (Interval scale) หรือ ต้องเป็นตัวแปรที่มีค่าต่อเนื่อง และมาตราอัตราส่วน (Ratio scale) เนื่องจากการวิเคราะห์ปัจจัย ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์ปัจจัยควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2) ตัวแปรที่คัดเลือกมาวิเคราะห์ปัจจัย ควรมีตัวแปรที่อยู่ในรูปเชิงเส้น (linear) เท่านั้น และตัวแปรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในระดับสูง มีค่า r อยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.70 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย 3) มีจำนวนตัวแปรมากกว่า 30 ตัวแปร ที่คัดเลือกมาวิเคราะห์ปัจจัย 4) เสนอแนะให้ใช้จำนวนข้อมูลมากกว่าจำนวนตัวแปรอย่างน้อย 5-10 เท่า หรืออย่างน้อยที่สุด สัดส่วนจำนวนตัวอย่าง 3 ราย ต่อ 1 ตัวแปร หมายถึงกลุ่มตัวอย่าง ควรมีมากกว่าจำนวนตัวแปร และควรมีขนาดใหญ่ และ 5) ถ้าตัวแปรบางตัวมีการแจกแจงเบ้ค่อนข้างมาก ค่าสูงสุดผิดปกติ (Outlier) และมีค่าต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะไม่ถูกต้อง แต่กรณีที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยหลัก (Principle Component Analysis) ข้อมูลหรือตัวแปรแต่ละตัวไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ (Stevens, 1992; Tabachnick, Fidell, & Ullman, 2007) อ้างใน เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย (2549) และ กัลยา วานิชย์บัญชา (2546) โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยใน 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาการวิจัย ทบทวนปัจจัยตัวแปรจากทฤษฎี เก็บข้อมูล และเลือกวิธีวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยการตรวจสอบว่าตัวแปรต่างๆ ที่นำมาแบ่งกลุ่มมีความสัมพันธ์หรือไม่สัมพันธ์กัน โดยใช้สถิติทดสอบ คือ KMO (Kaiser – Meger –Olkin) ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ถ้า KMO มีค่ามาก (เข้าสู่ 1) แสดงว่าสามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยได้ในการแบ่งกลุ่มตัวแปรได้ พร้อมทั้งอธิบายว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบหรือไม่ ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนี KMO ตามตารางที่ 3-2 (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ตารางที่ 3-2 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนี KMO

ค่าดัชนี KMO	ความหมาย
ตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดีมาก (Marvelous)
0.80 – 0.89	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
0.70 – 0.79	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดีพอใช้ (Middling)
0.60 – 0.69	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบปานกลาง (Mediocre)
0.50 – 0.59	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบน้อยมาก/ขัดสน (Miserable)
ต่ำกว่า 0.5	ไม่ยอมรับที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ (Unacceptable)

การใช้ Bartlett's Test of Sphericity เพื่อทดสอบสมมติฐานตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยได้ ด้วยการใช้สถิติที่มีการแจกแจงโดยประมาณ หากค่าไคสแควร์ (Chi-Square) มีค่ามาก หรือ ค่า Significance ต่ำกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ผลการทดสอบเป็นปฏิเสธ H0 หรือยอมรับ H1 เมื่อตรวจสอบข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์เป็นไปตามข้อตกลง สร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation Matrix) แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์จึงทำขั้นตอนต่อไป (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัจจัยโดยการสกัดปัจจัย (Extraction Factor Analysis) ใช้วิธีการที่นิยมมากสุด คือ Principal Component Analysis (PCA) ด้วยการดึงข้อมูลของตัวแปรมาใส่ในปัจจัยที่ต้องการวิเคราะห์ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ขั้นที่ 3 การจัดตัวแปรให้อยู่ในปัจจัยต่างๆ พิจารณาว่าควรมีกี่ปัจจัย ให้พิจารณาจากค่าไอเกน ค่าแปรปรวน ค่าแปรปรวนร่วม การถ่วงน้ำหนักก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล (Factor loading) งานวิจัยมีการกำหนดตัวแปรเอาไว้จำนวนมาก ในการวิเคราะห์ปัจจัย ดังนั้นปัจจัยที่มีตัวแปรร่วมอยู่มาก จึงมีค่าไอเกน มากตามด้วย ซึ่งค่าไอเกน (Eigen Value) เป็นค่าความผันแปรของตัวแปรทั้งหมดในแต่ละปัจจัย ใน SPSS มีการกำหนดค่าไอเกนเป็น 1 (Default =1) ค่าไอเกนเท่ากับจำนวนตัวแปร จึงเป็นไปไม่ได้ที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 งานวิจัยครั้งนี้จึงต้องมีการถ่วงน้ำหนักก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล หากหาค่า Factor loading มีค่ากลาง เช่น .4 หรือ .5 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงทำขั้นตอนต่อไป (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ขั้นที่ 4 เลือกวิธีการหมุนแกน (Factor Rotation) เพื่อให้ค่า Factor loading ของตัวแปรมีค่ามากขึ้นหรือลดลง ซึ่งทำให้สามารถจัดตัวแปรได้ เพราะตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมีจำนวนของปัจจัยหรือตัวแปรจำนวนมาก แล้วอาจจะจัดตัวแปรให้แก่ปัจจัยได้ชัดเจนขึ้น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 5 เลือกค่าปัจจัย จากค่า Factor loading ของตัวแปรต่างๆ เทียบกับปัจจัยอื่นๆ แล้วจัดตัวแปรให้อยู่ในแต่ละปัจจัยประกอบด้วยตัวแปรใดบ้าง จึงตั้งชื่อปัจจัยที่วิเคราะห์ได้โดยการสร้างปัจจัยใหม่ หรือองค์ประกอบใหม่ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ขั้นที่ 6 นำปัจจัยหรือตัวแปรใหม่ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไปโดยใช้ปัจจัยใหม่แทนตัวแปรเดิม ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis หรือ CFA) กับผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งด้วยการหาค่า IOC (Index of item objective congruence) จากการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามการวิจัย ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม หรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา ปกติจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ตั้งแต่ 3 คนขึ้นไปในการตรวจสอบ แล้วใช้สถิติทดสอบแบบสอบถามจากตัวอย่างด้วยวิธีโมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

3.1.3 เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม

การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) เป็นเทคนิคการแบ่งกลุ่มหน่วยข้อมูล หรือเป็นการแบ่งคน หรือเรียกว่าการจัดจำนวน (Case) ออกเป็นกลุ่มย่อยอย่างน้อย 2 กลุ่ม โดยมีหลักเกณฑ์ในการแบ่ง โดยให้หน่วยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกัน แต่หน่วยที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่สนใจต่างกัน การหาลักษณะที่สนใจอาจจะมีหลาย ๆ ตัวแปรซึ่งจะมีคำถามหลาย ๆ คำถาม และจะนำคำตอบที่ได้จากคำถามเหล่านั้นมาแบ่งกลุ่ม การจัดจำนวน (Case) หรือเป็นการจัดตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป การการจัดจำนวน (Case) ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ส่วนการจัดจำนวน (Case) ที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ ตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันมากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ส่วน ตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย การวิเคราะห์กลุ่มเป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกลุ่มโดยไม่ทราบมาก่อนว่าควรมีกี่กลุ่ม แต่จะแบ่งตามค่าของตัวแปรที่นำมาใช้ในการแบ่ง โดยให้หน่วยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน มีความคล้ายกันในตัวแปรที่ศึกษา แต่หน่วยที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีความต่างกัน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2549)

สำหรับวัตถุประสงค์ของการจัดกลุ่มในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำไปประยุกต์ใช้งานด้านการศึกษาโดยจัดกลุ่มบุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขาตามบทบาทของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เพื่อให้ได้บุคลากรในกลุ่มเดียวกันที่มีผลของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคลากรใกล้เคียงกัน ส่วนบุคลากรที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีผลของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคลากรที่แตกต่างกัน เพื่อให้ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมสามารถวางแผนการคัดเลือกบุคลากรที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมตามความเหมาะสมของแต่ละกลุ่ม ซึ่งหากต่างกลุ่มกันอาจจะใช้วิธีการที่แตกต่างกันเพื่อทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์มากที่สุด การศึกษานี้ใช้เทคนิค Non-Hierarchical Cluster เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะไม่เสียเวลามากในการจัดกลุ่มเนื่องจากใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธี Hierarchical Cluster และวิธีนี้เหมาะสมกับจำนวนข้อมูล หรือ Cases จำนวนมาก โดยทั่วไปใช้เมื่อ $n \geq 200$ ซึ่งในโปรแกรม SPSS เรียกว่า วิธี K-Means Cluster (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) ซึ่งงานวิจัยนี้ Case คือ ตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 300 ตัวอย่าง เทคนิคนี้ผู้วิจัยจะต้องกำหนดว่าต้องการแบ่งเป็นกี่กลุ่ม ในการวิจัยนี้จะกำหนดให้แบ่งบุคลากรออกเป็น 6 กลุ่มโดยมีเป้าหมายใน 6 บทบาททางกระบวนการนวัตกรรมที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความคล้ายกัน และมีตัวแปรหรือปัจจัยที่จะทำให้สามารถแบ่งกลุ่ม case ได้ชัดเจน คือ ปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรม (ความรู้ทางนวัตกรรม ทักษะทางนวัตกรรม และคุณลักษณะบุคคลทางนวัตกรรม)

3.2 แนวทางในการดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ มีแนวทางการดำเนินการวิจัย เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และผลลัพธ์อันเป็นประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนในตารางที่ 3-3

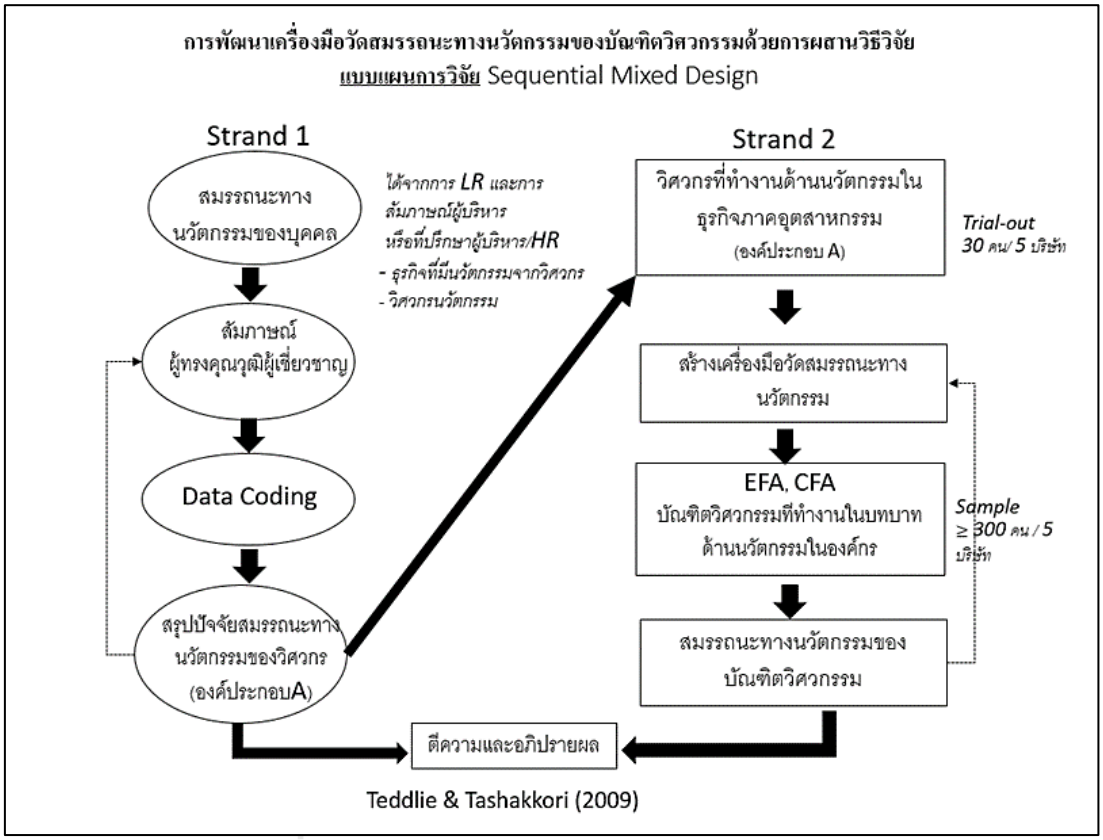
ตารางที่ 3-3 : ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอน	วิธีการดำเนินการ	เครื่องมือที่ใช้	การวิเคราะห์ผล	ผลลัพธ์
1. กำหนดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคลากร ตามที่ผู้เชี่ยวชาญในบทบาททำงานตามกระบวนการนวัตกรรม	1.1 ทบทวนวรรณกรรม 1.2 การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน 1.3 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบ Try-Out กับกลุ่มตัวอย่างทดลอง 30 คน	1.2 IOC - Content Analysis 1.3 Factor Analysis - EFA & CFA - Cronbach's Alpha Coefficient - SEM	1.2 IOC 6.51–7.00 1.3 ค่า0.3 < r < 0.7 Cronbach > 0.7 - KMO > 0.8 - Model Chi-square: SEM ค่า p-value > 0.05	เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม
2. การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือก	นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบ Try- Out กับบริษัทตัวอย่างทดลอง ≥ 5 บริษัท	การตรวจสอบเครื่องมือวัด Content Validity Ratio & Content Validity Index Items Analysis & Test Analysis	ค่าที่ได้มีความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ข้อคำถามมุ่งวัดกับสมรรถนะความเที่ยงของเครื่องมือ	เพื่อให้ได้บัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ
3. การคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมทำงานได้ตามบทบาทตามสมรรถนะในข้อ 1. และ 2.	บุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขา ≥ 300 คน	- EFA & CFA - Cronbach's Alpha Coefficient - SEM - Cluster Analysis: K-Means Cluster	- ค่า0.3 < r < 0.7 - Cronbach > 0.7 - KMO > 0.8 - SEM ค่า p-value > 0.05 - Elbow method ได้ k = number of clusters	โมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (HR analytics)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ขอบเขตของการวิจัย

รูปแบบการวิจัย (Study design)ใช้การวิจัยเชิงสำรวจแบบผสานวิธี แบบแผนการวิจัย Sequential Mixed Design โดยศึกษาองค์ประกอบที่มุ่งวัด การกำหนดสเกลค่าการวัด ที่ใช้พัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เพื่อรองรับการเข้าสู่ตลาดแรงงานด้านนวัตกรรมตามผู้ว่าจ้างต้องการ ตามแผนภาพที่ 3- 3: แบบแผนการวิจัย

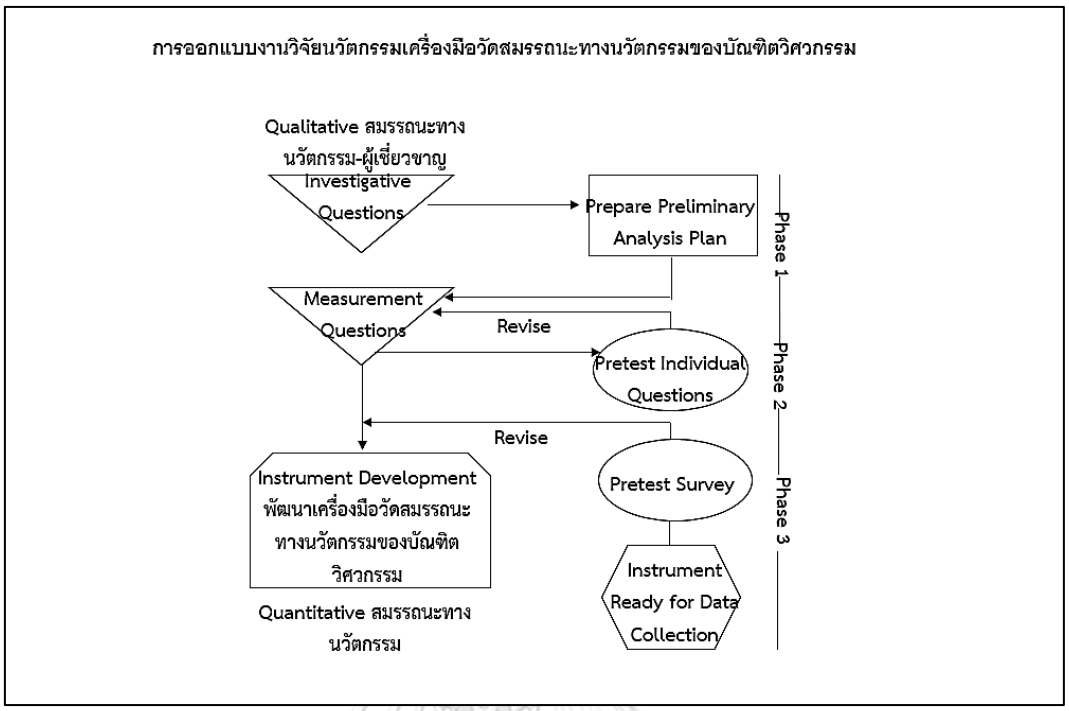


ภาพที่ 3-3: แบบแผนการวิจัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

การออกแบบเครื่องมือวิจัย (Overall Flowchart for Instrument Design)

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวิจัยในภาพรวม โดยคำนึงวัตถุประสงค์ในหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยแบ่งไป 3 ส่วน (Phase) ซึ่งส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 เป็นการหาองค์ประกอบของปัจจัยการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมด้วยการผสานวิธีวิจัย ในส่วนที่ 3 เป็นการพัฒนาและทดสอบเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่พร้อมใช้วัดกับตัวอย่างบุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขาที่สนใจทำงานในบทบาทงานทางนวัตกรรมตรงความต้องการของธุรกิจภาคอุตสาหกรรม ตามภาพที่ 3-4 การออกแบบงานวิจัย



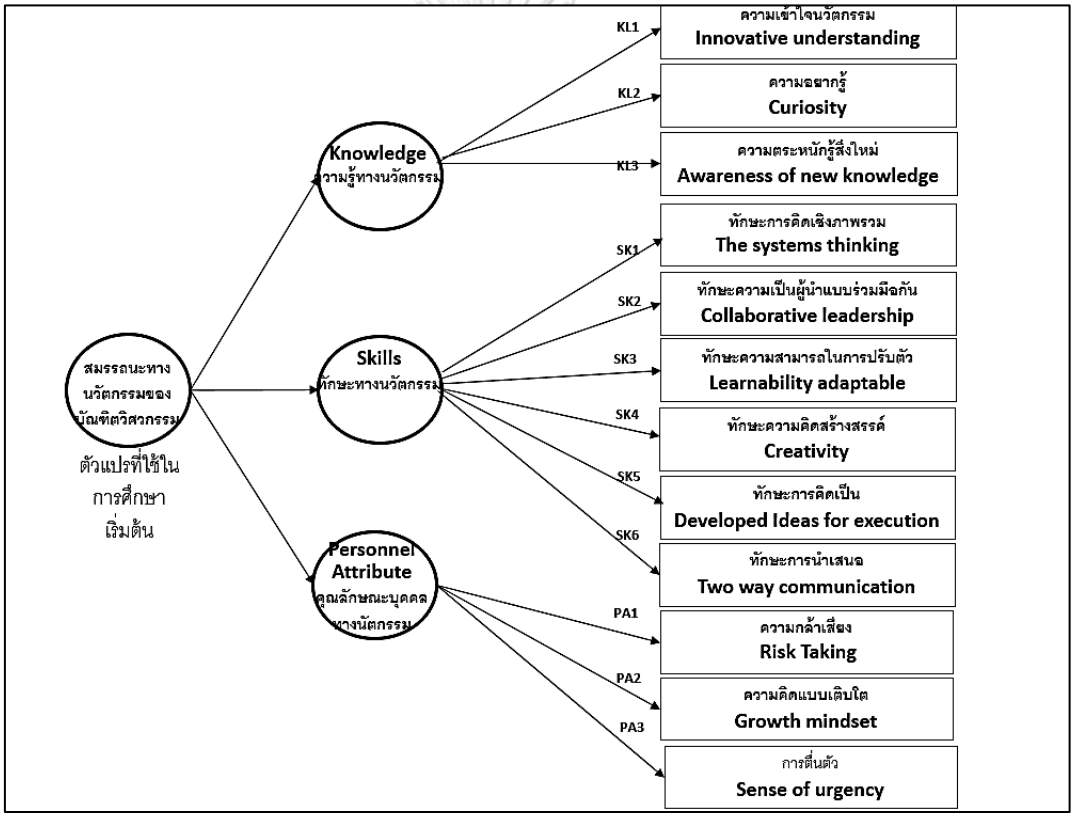
ภาพที่ 3-4 : การออกแบบงานวิจัย (นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม)

กลุ่มประชากร (Population) และ ตัวอย่าง (Sampling) ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายตัวแปร ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ แนวคิดการใช้ขนาดตัวอย่างของคอมเลย์และลี (Comrey & Lee, 1992) ตามกฎหัวแม่มือ หรือกฎอย่างง่าย (Rule of thumb) ควรมีขนาดตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 300 ตัวอย่าง ประชากรคือบัณฑิตวิศวกรรมไทย เป็นบุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขา เนื่องจากบัณฑิตวิศวกรรมได้ผ่านการฝึกงานทางด้านวิศวกรรมก่อนที่จะสำเร็จการศึกษาสำหรับการประกอบวิชาชีพ ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยพิจารณาการเลือกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือบุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขาที่สนใจทำงานในบทบาทงานด้านนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม

กำหนดพื้นที่การวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บัณฑิตวิศวกรรมเฉพาะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และบริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่ที่มีผลงานนวัตกรรมเฉพาะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพราะเป็นศูนย์รวมของแหล่งงานด้านนวัตกรรมที่สำคัญ

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเริ่มต้น อ้างอิงจากผลการวิจัยในวิชาวิจัยธุรกิจของผู้วิจัยภาคการศึกษาต้นปีการศึกษา 2561 ในการหาปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล ที่มาจากการ

ทบทวนวรรณกรรมทักษะในศตวรรษที่ 21 มาจัดองค์ประกอบใหม่ พบว่า สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลประกอบด้วย ความรู้ทางนวัตกรรม ทักษะทางนวัตกรรม และคุณลักษณะทางนวัตกรรม โดยใช้ตัวแปร 12 ตัว (รายละเอียดเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ข) ดังนี้ 1. ความรู้ทางนวัตกรรมได้แก่ (1)ความเข้าใจนวัตกรรม (2)ความอยากรู้ (3)ความตระหนักรู้สิ่งใหม่ 2.ทักษะทางนวัตกรรม ได้แก่ (4)ทักษะการคิดเชิงภาพรวม (5)ทักษะความเป็นผู้นำแบบร่วมมือกัน (6)ทักษะเรียนรู้ในการปรับตัว (7)ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (8)ทักษะการคิดเป็น (9)ทักษะการนำเสนอ และ 3.คุณลักษณะบุคคลทางนวัตกรรม ได้แก่ (10)ความกล้าเสี่ยง (11)ความคิดแบบเติบโต (12)การตื่นตัว ตามภาพที่ 3-5 โดยนำองค์ประกอบสมรรถนะทางนวัตกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา จำนวน 12 ท่าน เพื่อเพิ่มเติมแก้ไขปัจจัยตัวชี้วัด (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ก)



ภาพที่ 3-5 : ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาเริ่มต้น

3.3.1 คำถามการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตรงตามความต้องการของธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยด้วยเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงาน เกิดเป็นคำถามการวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 3 ข้อ

คำถามที่ 1 (RQ1) อะไรคือสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการในสมรรถนะทั่วไปทางนวัตกรรมและสมรรถนะทางบทบาทของกระบวนการนวัตกรรม
คำถามที่ 2 (RQ2) อะไรคือสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เหมาะในแต่ละบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมอย่างไร
คำถามที่ 3 (RQ3) อะไรคือการคัดเลือกของธุรกิจเพื่อให้ได้ผู้มีสมรรถนะทางนวัตกรรม

บนพื้นฐานของการทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุปได้ว่า การวัดนวัตกรรมเริ่มต้นอย่างจริงจังในช่วงปี 1970 ส่วนใหญ่เป็นองค์กรที่มีความสนใจในการพัฒนาความสามารถในการสร้างมูลค่าของพนักงาน เทคนิคการวัดในช่วงต้นนี้จึงมุ่งเน้นไปที่แนวคิดว่าพฤติกรรมทางนวัตกรรมคือนวัตกรรมและตัววัดเหล่านี้พยายามที่จะกำหนดพฤติกรรมที่เป็นนวัตกรรมภายในบริบทหรือโดเมนที่เฉพาะเจาะจง เรียกว่าการวัดผลตามพฤติกรรมโดยใช้ปัจจัยความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา ความเป็นผู้นำ ความสัมพันธ์ของกลุ่มคนทำงาน ในช่วงต้นปี 2000 การวัดเน้นไปที่แนวคิดพฤติกรรมการทำงานทางนวัตกรรมมีทั้งแบบหลากหลายและเฉพาะโดเมน ในปี 2008 เกิดแนวคิดพฤติกรรมของผู้ประกอบการที่มีนวัตกรรมโดยใช้ปัจจัยการตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง การสร้างเครือข่ายความคิด และการคิดร่วมกัน ในปี 2013 มุ่งเน้นไปที่บทบาทใหม่ของวิศวกรสำหรับการพัฒนานวัตกรรม เทคโนโลยีและผู้ประกอบการ โดยใช้ปัจจัยการวัดคุณลักษณะบุคลิกภาพที่สำคัญ (Williamson et al., 2013) ต่อมาในปี 2016 การประเมินโดยใช้ปัจจัยทางพฤติกรรม คุณลักษณะความรู้ ทัศนคติ และทักษะ เพื่อวัดทักษะทางนวัตกรรมของวิศวกรรมโดยเชื่อมระหว่างทักษะความคิดสร้างสรรค์กับทักษะการเป็นผู้ประกอบการในหลักสูตรวิศวกรรมทุกสาขา (Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017) นอกจากนี้การวัดทักษะของนักเรียนที่อาจส่งผลกระทบต่อทักษะแรงงานในประเทศไทยโดยประยุกต์ใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะทางพฤติกรรม และทักษะทางสติปัญญา (Pholphirul, 2017) อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าว ยังไม่พบการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของผู้สมัครเข้าทำงานที่เกี่ยวข้องกับบทบาทในกระบวนการนวัตกรรมในองค์กรซึ่งนำไปสู่สมมติฐานของการศึกษานี้

H1. สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยปัจจัยทางสมรรถนะที่ใช้วัด

นอกจากนี้ ปัจจัยจากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวควรได้รับการระบุสมรรถนะทางนวัตกรรมในการจัดกลุ่มให้เหมาะสมกับระเบียบวิธีวิจัย (Ratanopas, 2014) ในเชิงบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมเพื่อตรวจสอบการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมอย่างถูกต้อง จึงนำไปสู่สมมติฐานที่สองและสามในการศึกษาครั้งนี้:

H2. สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่วัดโดยการจัดกลุ่มมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับบทบาทในกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม

H3. ผลการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบทบาทของกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยศึกษาระดับของการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมจากระดับมหภาพ (Macro) ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม ระดับองค์กร (Organization) ที่เป็นสมรรถนะของบุคลากรทำงานเกี่ยวข้องด้านกระบวนการนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม และระดับบุคคล (Individual) ที่เป็นสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ดูภาพที่ Figure 1 - Conceptual Framework for Assessing the Innovative Competency of Engineering Graduates) ซึ่งในแต่ละระดับนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดในการดำเนินการโดยใช้การทบทวนวรรณกรรม ทฤษฎี ขนาดตัวอย่าง วิธีการทางสถิติ และผลที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อให้ได้ นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ตามภาพที่ 3-6 ที่เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ในกรอบแนวคิด Innovation Competency Assessment ตามภาพที่ 3-6

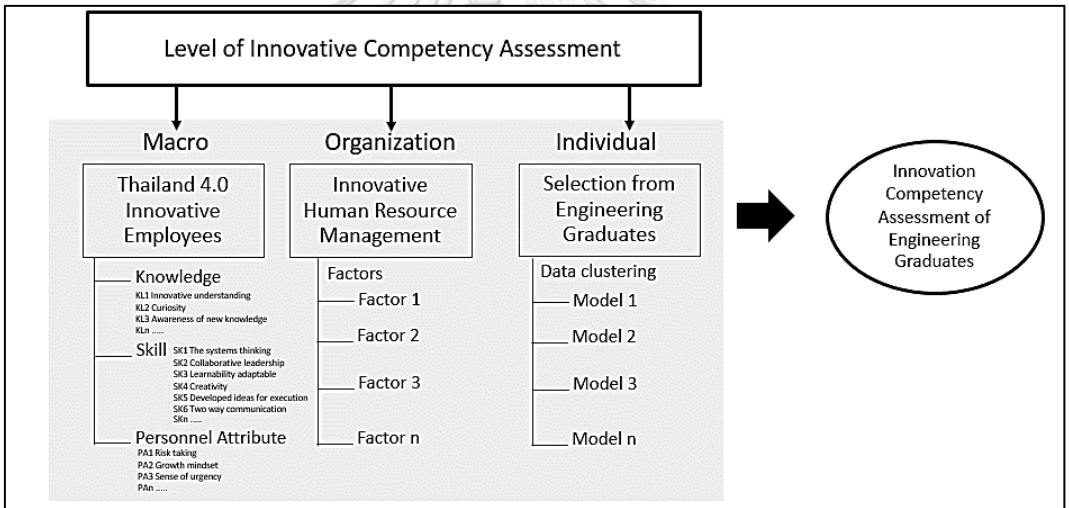


Figure 1 -Conceptual Framework for Assessing the Innovative Competency of Engineering Graduates

Sample size	*Specialist/Experts = 12*	*Engineering Employees in innovative work Try out = 30*	*Bachelor of Engineering ≥ 300*
Statistic	*Qualitative: Content analysis IOC*	*Quantitative: Cronbach's Alpha Coefficient*	*Quantitative: EFA & CFA Cluster analysis*
Output	***Factors***	***Instrument***	***Proposed Model***
Theory	*Competency*	*Human Resource*	*Assessment*
LR	*Thailand 4.0 policy 21st century skills OECD innovation GII, ILO, World Bank*	*The Innovator's DNA CIS, PICS Labor mismatch Innovative Jobs*	*Model of innovation process, A to F Model Assessment Center Measurement tools*

ภาพที่ 3-6 : กรอบแนวคิดในการวิจัย

เป้าหมายการของการสร้างเครื่องมือวัด

แนวคิดการวัดของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2557) กล่าวถึง การวัดเป็นกระบวนการกำหนดค่าคุณลักษณะโดยใช้วิธีการเชื่อมโยงโครงสร้างคุณลักษณะเชิงนามธรรมของสิ่งที่ต้องการวัดไปสู่ตัวบ่งชี้เชิงประจักษ์ที่ใช้บ่งบอกค่าของคุณลักษณะเชิงนามธรรมที่เก็บรวบรวมได้ นิยมใช้แบบทดสอบที่เป็นชุดของคำถามกระตุ้นให้ผู้ตอบทำการตอบสนองซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดเป็นอย่างมาก เพราะข้อมูลจากการตอบสนองจะถูกนำมาตรวจให้คะแนนตามสเกลที่กำหนดไว้เป็นกฎเกณฑ์ ผลจากการวัดจึงทำให้ได้ค่าเชิงปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดนั้น การวัดคุณลักษณะภายในของบุคคลจะมีความเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อ ผู้วัดจะต้องมีความเข้าใจที่ชัดเจนในเรื่องที่ต้องการวัดโดยอาศัยแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัด เพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์ของสิ่งนั้นสู่รูปธรรมของข้อมูลหลักฐานที่ต้องการเก็บรวบรวมสำหรับบ่งชี้คุณลักษณะที่ต้องการวัดนั้นว่าควรวัดสิ่งนั้นด้วยเครื่องมืออะไร รูปแบบคำถามชนิดใด จึงจะสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดและเหมาะสมกับผู้ให้ข้อมูล จากนั้นจึงกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละคุณลักษณะในรูปของพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ และร่างคำถามตามพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ของแต่ละคุณลักษณะที่ต้องการวัด สร้างเป็นเครื่องมือ แปลความหมายของข้อมูลเชิงพฤติกรรมที่ได้มา โดยรวมคะแนนประมวลผล เพื่อสรุปถึงสิ่งที่ต้องการวัด ผลของการวัดสามารถแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน หรือบรรทัดฐานของกลุ่ม

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นการศึกษาความแปรปรวนของตัวแปรโดยใช้เครื่องมือ เป็นสิ่งแทนหรือ ตัวช่วย การวัดตัวแปรเชิงนามธรรมอาศัยการให้นิยามที่ตรงประเด็นครอบคลุมและชัดเจน ทั้งนิยามเชิงมโนทัศน์และนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีที่ข้องเกี่ยวเป็นแนวทางกำหนดตัวบ่งชี้คุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งคุณภาพการวัด หรือเครื่องมือวัดของตัวแปรจะต้องมีความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยเน้นการศึกษาโมเดลธุรกิจเชิงกระบวนการนวัตกรรมด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ทางการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมเข้าสู่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมตามที่ตลาดแรงงานต้องการในสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล ตามแนวทางที่รัฐบาลวางแผนเรื่อง ขับเคลื่อนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 12 สู่อนาคตประเทศไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) เน้นแผนงาน คนไทยในศตวรรษที่ 21 ให้มีศักยภาพทุนมนุษย์ การศึกษาครั้งนี้จึงอ้างอิงหลักการของ (Boxall & Purcell, 2015) ที่ว่าองค์กรจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่น (organization flexibility) ในการบริหารทรัพยากรมนุษย์มากยิ่งขึ้น ในสภาวะที่เป็นพลวัตแห่งการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม

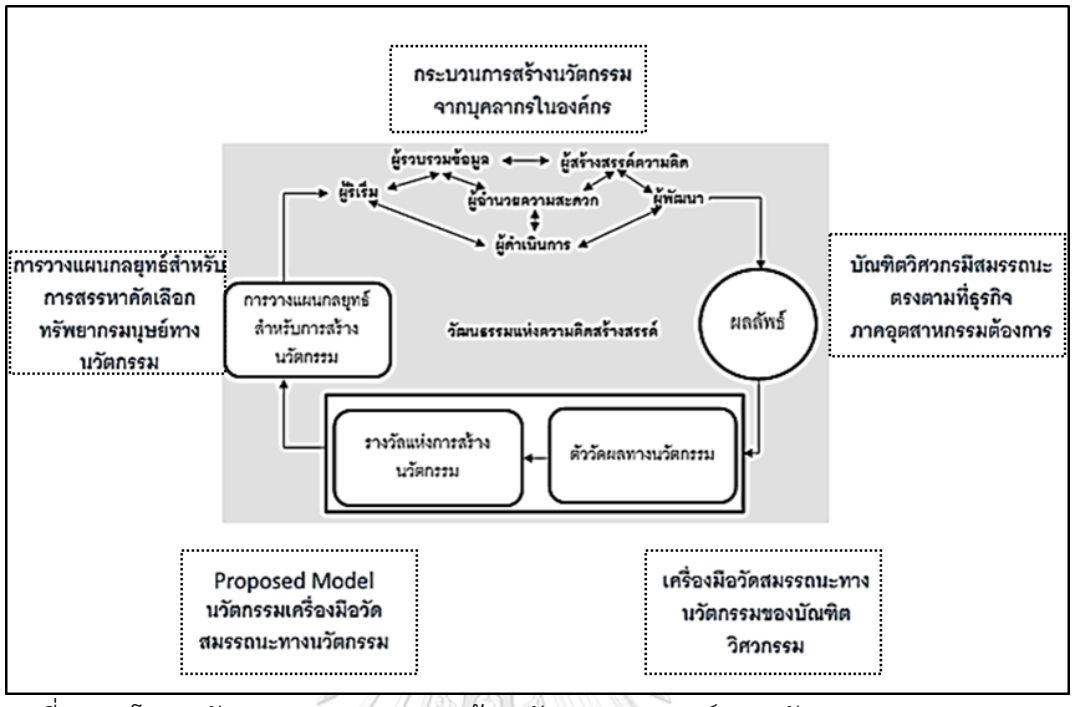
ในการบริหารทรัพยากรมนุษย์เพื่อให้เกิดกระบวนการนวัตกรรมจากบุคลากรในองค์กร การที่บุคคลรู้ถึงความเก่งความถนัดและความไม่เก่งความไม่ถนัดในแต่ละบทบาท (Role) ที่แตกต่างกัน

เกี่ยวกับงานระหว่างกันของคนในองค์กร จะช่วยทำให้คนในองค์กรมีความเก่งมากขึ้น และมีความเป็นทีมมากขึ้นซึ่งสามารถเริ่มโดยการให้คนในองค์กรรู้และกล้ายอมรับถึงความไม่รู้ ความไม่เก่ง ความไม่มีความสามารถในเรื่องใดบ้าง เพื่อทำให้คนในองค์กรมองได้ว่า ความเก่งความไม่เก่ง เป็นเรื่องที่คู่กันในตัวบุคคลหนึ่ง องค์กรจะประสบความสำเร็จกลายเป็นผู้นำด้านนวัตกรรม มิใช่ว่าจะต้องมีคนเก่งที่สุดในทุกสมรรถนะและเก่งในทุกบทบาทเสมอไป การทำงานเป็นทีมนวัตกรรมอย่างแท้จริง ต้องมีการสื่อสารระหว่างคนในทีมงาน เพื่อร่วมกันทำงาน ร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเปิดใจกัน ให้ความไว้วางใจกัน เรียนรู้ระหว่างกัน เห็นมุมมองที่แตกต่างกัน จึงสามารถสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรมที่ดีออกมาเพราะองค์กรรู้จักนำความสามารถที่ต่างกัน นำความเก่งที่ต่างกัน มาผสมผสานกันให้เกิดแนวคิดหรือผลิตภัณฑ์ทางนวัตกรรมก่อให้เกิดการดำเนินงานที่นำไปสู่ความสำเร็จขององค์กรนวัตกรรม (มงคลชัย วิริยะพินิจ, 2556)

จากการทบทวนวรรณกรรมตาม แนวคิด A -to- F โมเดลของ Trias De Bes and Kotler (2011) ผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้สำหรับรูปแบบการศึกษาในรายละเอียดต่อไปนี้

3.3.2 โมเดลในการศึกษาครั้งนี้

ดัดแปลงจากแนวคิด ระบบการสร้างนวัตกรรมแบบองค์รวม ของ Trias De Bes and Kotler (2011) หน้า 19 ภายใต้สภาวะที่เป็นวัฒนธรรมแห่งความความคิดสร้างสรรค์ที่มีการวางแผนกลยุทธ์สำหรับการสร้างนวัตกรรมด้านการคัดเลือกทรัพยากรมนุษย์ทางนวัตกรรม ตรงตามความต้องการของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมที่มุ่งเน้นกระบวนการนวัตกรรมจากบุคลากรในองค์กร ให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นบัณฑิตวิศวกรรมผู้มีสมรรถนะตรงตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ โดยใช้ตัววัดผลทางนวัตกรรมด้วยเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จนได้รางวัลแห่งการสร้างนวัตกรรมด้วยการนำเสนอ Proposed Model นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม เพื่อให้ได้กรอบแนวคิด กระบวนการคัดเลือก (Selection Process) ที่เป็น กระบวนการจัดการของบริษัท (Firm Management Process) ตามภาพที่ 3-7 ผู้วิจัยได้ทำการดัดแปลงเพิ่มเติมโดยใช้สัญลักษณ์กล่องข้อความจุดประเพื่อให้เข้าใจแนวความคิด A–to-Fโมเดล (Trias De Bes & Kotler, 2011) กับการวิจัยนี้



ภาพที่ 3-7 : โมเดลดัดแปลงจากระบบการสร้างนวัตกรรมแบบองค์รวม (ดัดแปลงจาก(Trias De Bes & Kotler, 2011)

3.3.3 บทบาทของโมเดลกระบวนการนวัตกรรม

ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างองค์กรแห่งหนึ่ง ที่ดำเนินธุรกิจภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย ด้วยการศึกษาแบบการสังเกต (Observation) กับพนักงานที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมทำงานเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมในองค์กรในการทำวิจัยธุรกิจภาคการศึกษาต้นปีการศึกษา2561 โดยดัดแปลงจาก The 6I's of innovation (Trias De Bes & Kotler, 2011) (ภาพที่ 3-8) ซึ่งมีบทบาทในแต่ละวิศวกรดังนี้

1) บทบาทริเริ่ม คือ ผู้ริเริ่มให้เกิดกระบวนการสร้างสิ่งใหม่ มักทำหน้าที่ริเริ่มโครงการใหม่ (Startup) ค้นหาเทคโนโลยีใหม่โดยการสร้างความคิด ความสนใจเกี่ยวกับสิ่งใหม่ ด้วยการหว่านความคิดลงไปในทีมงาน (Seeding technology) และเป็นผู้ริเริ่มการประดิษฐ์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้น

2) บทบาทวางแผนข้อมูลกลยุทธ์ ทำหน้าที่พัฒนาธุรกิจหรือผลิตภัณฑ์ โดยมีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วางแผนกลยุทธ์ให้เกิดแผนงานการสร้างสรรค์สิ่งใหม่

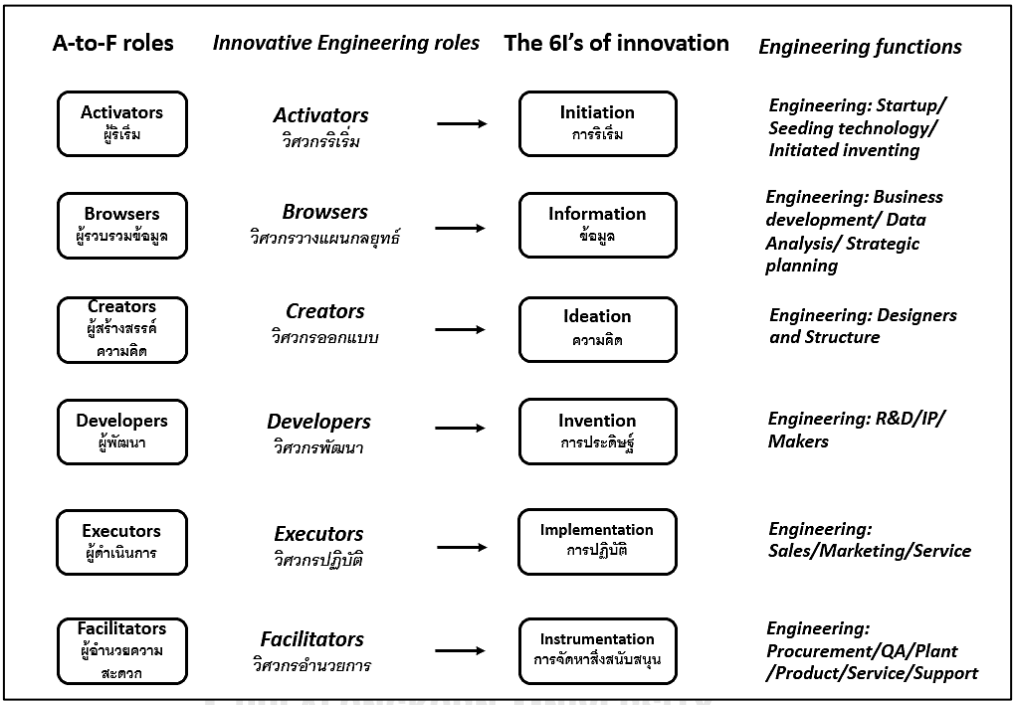
3) บทบาทออกแบบ เป็นผู้มีความคิดในการออกแบบโครงสร้างการทำงานของสิ่งใหม่

4) บทบาทพัฒนา เป็นผู้ทำงานด้านการวิจัยและพัฒนา คิดค้นให้เกิดการสร้างทรัพย์สินทางปัญญาให้กับองค์กร โดยประดิษฐ์ หรือสร้างสิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจริง

5) บทบาทปฏิบัติ เป็นผู้นำสิ่งใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาแล้วนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในเชิงพาณิชย์ ทางการขาย การตลาด และการบริการ หรือในเชิงการดำเนินการเพื่อสังคม

6) บทบาทอำนวยการ เป็นผู้จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก ในกระบวนการสร้างนวัตกรรม ทั้งในรูปแบบการส่งเสริม สนับสนุนในด้านต่างๆ เช่น งบประมาณ คุณภาพ การผลิตสินค้า การให้บริการแก่ทีมงาน เป็นต้น

ตามภาพ ที่ 3-8 บทบาทของบุคลากรด้านนวัตกรรม ผู้วิจัยได้ทำการดัดแปลงเพิ่มเติมจาก The 6I's of innovation (Trias De Bes & Kotler, 2011) เพื่อใช้ในการสร้างแบบสอบถามวัดสมรรถนะในการวิจัยนี้



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3-8 : บทบาทนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ดัดแปลงจาก The 6I's of innovation (Trias De Bes & Kotler, 2011)

3.3.4 บทบาทการทำงานตามกระบวนการนวัตกรรม

ผู้วิจัยดัดแปลงจาก A-to-F Model (Trias De Bes & Kotler, 2011) จากการใช้ตัวอย่างของพนักงานที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งที่ดำเนินธุรกิจด้านอุตสาหกรรมในประเทศไทย ด้วยการศึกษาแบบการสังเกต (Observation) กับตัวอย่างในช่วงการทำวิจัยธุรกิจ พบว่ามีความเป็นพลวัตรของปฏิสัมพันธ์ในแต่ละบทบาทของพนักงานที่ช่วยทำให้เกิดกระบวนการนวัตกรรมภายใต้สภาวะทางวัฒนธรรมแห่งการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในการทำงาน ผู้วิจัยได้ทำการดัดแปลงเพิ่มเติมจาก The 6I's of innovation (Trias De Bes & Kotler, 2011) เพื่อใช้ในการสร้างแบบสอบถาม และการจัดการด้านการคัดเลือกบุคคล ในส่วนการจัดการทรัพยากรมนุษย์

ของบริษัท (Human Resource Management) ด้านอื่นๆ เป็นตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) และดัดแปลงจาก A-to-F Model (Trias De Bes & Kotler, 2011) พบว่าการสร้างสิ่งใหม่ในโครงการนวัตกรรม ประกอบด้วยทีมทำงานของพนักงานที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมในหลากหลายบทบาท ซึ่งแต่ละหน้าที่มีการทำงานที่ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และบุคลิกลักษณะบุคคลที่เป็นปัจจัยสำคัญ ขององค์ประกอบด้านสมรรถนะ ทางนวัตกรรมเพื่อการทำงานที่สร้างสรรค์นวัตกรรมให้เกิดขึ้นในขอบเขตการทำงานร่วมกัน

ดังนั้นปัจจัยหรือตัวแปรด้านสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคล และโมเดลกระบวนการนวัตกรรมที่ดัดแปลงจาก A-to-F Model (Trias De Bes & Kotler, 2011) ซึ่งแนวความคิดมาจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาแบบการสังเกต (Observation) ของพนักงานที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งที่ดำเนินการด้านนวัตกรรมในช่วงการทำวิจัยธุรกิจของผู้วิจัย อาจนำมาใช้เป็นขั้นตอนเริ่มต้นในงานวิจัย ด้านการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตามบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการ

3.4 ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัยTIM

ตามแนวทางการจัดการเทคโนโลยีนวัตกรรม หรือ Technology Innovation Management (TIM) ได้แก่ เทคโนโลยี (Technology) คือ เทคโนโลยีที่ใช้สร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม นวัตกรรม (Innovation) คือ นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคล การจัดการ (Management) คือ การบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์และองค์กรด้านนวัตกรรม มีขั้นตอน ตามตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-4 ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัยตามแนวทาง TIM

ขั้นตอน	แนวทาง
1	แบบแผนงานวิจัย และการออกแบบงานวิจัย
2	วิธีรวบรวมข้อมูล
3	วิธีวิเคราะห์ข้อมูล
4	การพัฒนาเครื่องมือไปทำให้เกิดประโยชน์
5	การทดสอบความเที่ยงตรงความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
6	พัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้สร้างเครื่องมือ
7	นำเทคโนโลยีไปใช้เชิงพาณิชย์

3.4.1 โมเดลการวัดและประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ศิริชัย กาญจนวาสี (2557) กล่าวถึงโมเดลการวัดและประเมินสมรรถนะของบุคลากรวิชาชีพ ผู้วิจัยจึงดัดแปลงแนวคิดโมเดลดังกล่าว ไปสู่การพัฒนาโมเดลและเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยการคัดเลือกผู้มีสมรรถนะที่เหมาะสมกับบทบาทงานด้านนวัตกรรม เพื่อให้ได้บุคลากรที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน มีขั้นตอนและการดำเนินงานดังต่อไปนี้ (ตามภาพที่ 3-9)

1. ศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะทางนวัตกรรมสำหรับบุคลากรที่สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมทุกสาขาที่ทำงานในบทบาทต่างๆด้านนวัตกรรม

1.1 นิยามความหมายของสมรถนะ ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ (2549) กล่าวว่า สมรรถนะ (competency) หมายถึง ความรู้ ทักษะและคุณลักษณะบุคคลที่แสดงถึงความสามารถของพฤติกรรมที่เด่นชัดได้เหมาะสมกับการทำงานตามมาตรฐานจนเกิดความสำเร็จในการทำงาน

1.2 สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตามบทบาทงานด้านนวัตกรรม ซึ่งสมรรถนะสำคัญที่ส่งผลต่อผลสำเร็จของการทำงานในองค์กรประกอบด้วย

1.2.1 สมรรถนะหลัก (core competency) เป็นสมรรถนะร่วมกันขององค์กรบุคคลที่สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมทุกสาขาพึงมี ซึ่งมีความสอดคล้องกับบทบาทงานด้านนวัตกรรมเพื่อบรรลุเป้าหมายขององค์กรนวัตกรรมร่วมกัน และเป็นสมรรถนะหลักของวิศวกรไทย (required core competency) ที่กำหนดไว้ใน พ.ร.บ.สภาวิศวกร พ.ศ. 2542 ของประเทศไทย (ระเบียบสภาวิศวกร, 2542) โดยการรับรองปริญญาโดยการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ตามเกณฑ์ผลลัพธ์ (Outcome based) ที่ดำเนินการโดยหน่วยงาน การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์, พ.ศ. 2559 (Thailand Accreditation Body for Engineering Education : TABEE) ตารางที่ 3-5 (สภาวิศวกร: COE, 2559)

1.2.2 สมรรถนะเฉพาะบทบาท (role competency) เป็นสมรรถนะเฉพาะของแต่ละบทบาทที่บัณฑิตวิศวกรรมพึงมีเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานตามภารกิจของบทบาทตามนวัตกรรมให้บรรลุผล รายละเอียดตามตารางที่ 3-6 ดัดแปลงจาก A-to-F model นวัตกรรม 6Is (Trias De Bes & Kotler, 2011)

2. กำหนดนิยาม และพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมสำคัญ ในการสื่อสารสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมให้เกิดความเข้าใจร่วมกันในองค์กร อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือสำหรับประเมินทรัพยากรบุคคลในองค์กร มีความจำเป็นต้องกำหนดนิยาม เพื่อระบุถึงองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรม และพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมตามบทบาทที่ชัดเจน เพื่อใช้ในการประเมินระดับคุณค่าของสมรรถนะทางนวัตกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

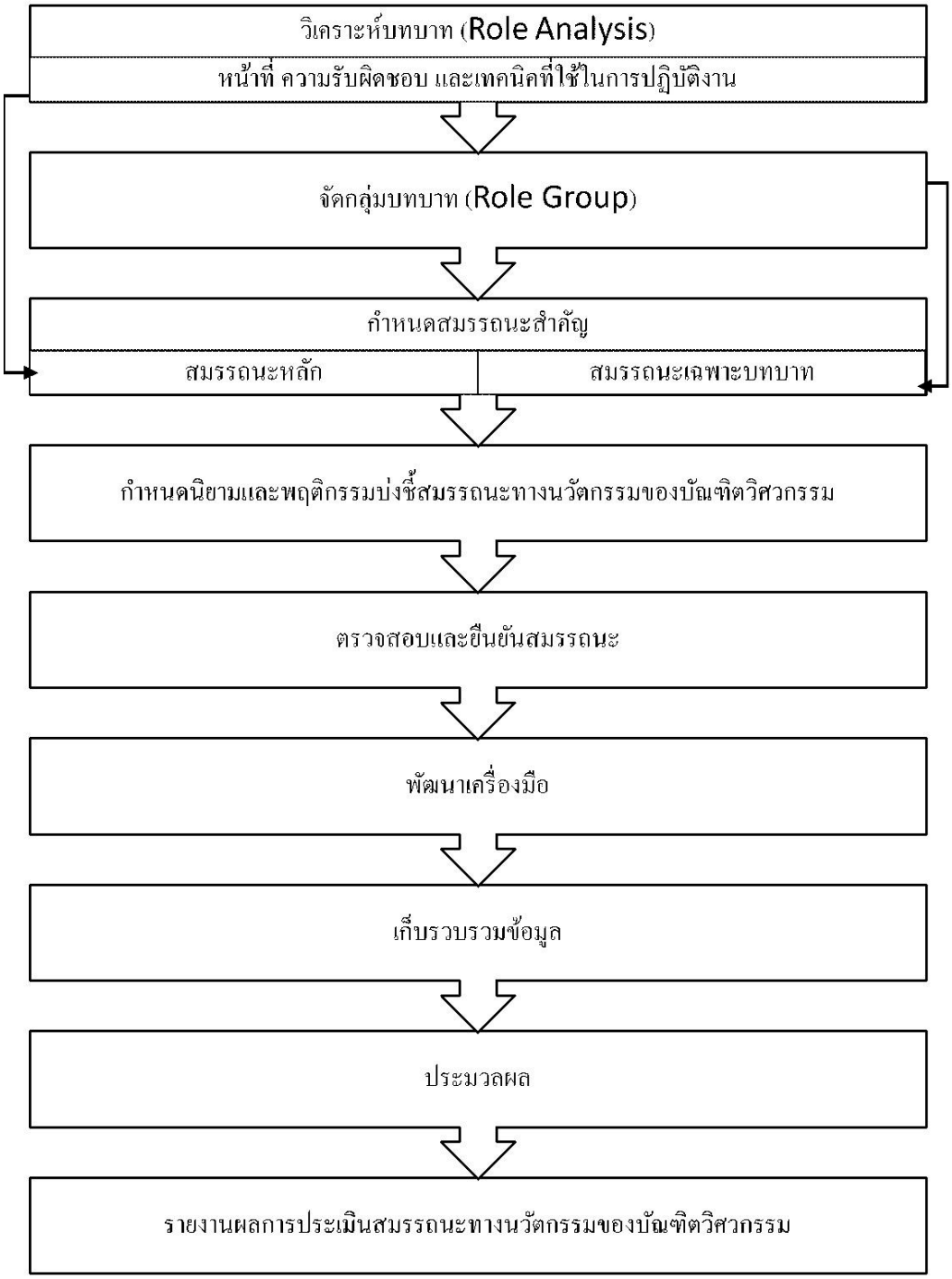
3. ตรวจสอบและยืนยันสมรรถนะ จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้บริหารที่มีผลงานอันเป็นที่ยอมรับและถือว่าเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จขององค์กรในบทบาทงานด้านนวัตกรรมควรเป็นผู้ตรวจสอบและยืนยันระดับความสำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

4. พัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จากนิยามและพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่ผ่านการตรวจสอบยืนยันแล้ว สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับทำการประเมินสมรรถนะตามเกณฑ์หรือมาตรฐานขององค์กรกำหนดไว้

5. เก็บรวบรวมข้อมูล นำเครื่องมือที่พัฒนาไปใช้วัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมและประเมินสมรรถนะหลัก และสมรรถนะเฉพาะบทบาทงานด้านนวัตกรรม ตามมาตรฐานขององค์กร

6. กำหนดเกณฑ์การประเมิน กระบวนการตัดสินคุณค่าของผลที่ได้จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จำเป็นต้องใช้ข้อเท็จจริงตามพฤติกรรมบ่งชี้ของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตามบทบาทงานด้านนวัตกรรม เพื่อทำการเปรียบเทียบกับลักษณะที่ถือว่าเป็นคุณภาพ ความเหมาะสม หรือความสำเร็จตามมาตรฐานของบทบาทงานด้านนวัตกรรม คุณภาพของแต่ละบทบาทงานด้านนวัตกรรมอาจได้มาจากคุณลักษณะที่กลุ่มบุคคลทำงานด้านนวัตกรรมยึดถือเป็นบรรทัดฐาน หรือปกติวิสัย (Norms) หรือคุณลักษณะอันเป็นที่ยอมรับทางวิชาชีพวิศวกรรมหรือตกลงร่วมกันเป็นเกณฑ์หรือมาตรฐาน (standards) ซึ่งเกณฑ์ หมายถึง มาตรฐานที่เป็นความสำเร็จของการทำงานหรือผลของการทำงานตามบทบาท เป็นคุณภาพของการปฏิบัติงาน ได้แก่ เกณฑ์สัมพัทธ์ (Relative Criteria) เป็นเกณฑ์ที่พัฒนามาจากประสบการณ์ในการเปรียบเทียบผลการทำงานระหว่างทำ หรือทำแล้ว หรือทำตามปกติวิสัย เกณฑ์สมบูรณ์ (Absolute Criteria) เป็นเกณฑ์ที่พัฒนามาจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีเหตุผลยอมรับจากผู้ที่เกี่ยวข้อง

7. ประมวลผล และรายงานผลการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม คำนวณคะแนนตามน้ำหนักความสำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในแต่ละบทบาทของกระบวนการนวัตกรรม รายงานผลไปยังผู้ว่าจ้างและหน่วยงานทรัพยากรมนุษย์ที่เกี่ยวข้องและคัดเลือกบุคลากรที่ผ่านเกณฑ์หรือมาตรฐานในบทบาทตรงตามที่ธุรกิจต้องการ



ภาพที่ 3-9 : โมเดลสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

3.4.2 การพัฒนาแบบวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

โดยการสอบถามความความคิดเห็นของวิศวกรที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านกระบวนการนวัตกรรมที่มีต่อเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จำนวน 1 ฉบับ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาแนวทางหลักการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นจากเอกสารการวัดและประเมินผล

2. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นวิศวกรที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านกระบวนการนวัตกรรมที่มีต่อเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 7 ระดับ ข้อคำถามจำนวน 30 ข้อขึ้นไป โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนดังนี้

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

ระดับ 6 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับมาก

ระดับ 7 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด

ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงปริมาณเพื่อประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขาเป็นผู้สนใจทำงานด้านนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม แบบสอบถามมีทั้งหมด 3 ส่วนได้แก่ 1) ส่วนที่เป็นข้อมูลส่วนตัว (Profile) หรือข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ 2) ส่วนที่เป็นสมรรถนะทั่วไป หรือสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม และ 3) ส่วนที่เป็นบทบาททางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม หรือสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การวิจัยเชิงปริมาณ กำหนดสเกลของแบบสอบถาม ได้แก่

- สเกลแบ่งกลุ่ม (Nominal Scales) สามารถหาความถี่ ร้อยละและฐานนิยม (Mode)
- สเกลอันดับ (Ordinal Scales) สามารถหาความถี่ร้อยละ ฐานนิยม และค่ามัธยฐานได้
- สเกลแบบช่วง (Interval Scale) คะแนนแสดงความสำคัญ 7 อันดับ ที่เรียกว่า Likert scale คือ 7 มีค่าเท่ากับเห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 1 มีค่าเท่ากับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง สเกล Likert scale สามารถหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอื่นๆได้สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อดังนี้

1.00 - 1.50 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.51 - 2.50 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับน้อย

2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย

3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับปานกลาง

4.51 - 5.50 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

5.51 – 6.50 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับมาก

6.51 – 7.00 หมายถึง เหมาะสม / เห็นด้วย / สอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด

3. นำค่าที่วัดได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ดูรายละเอียดตามภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้และการประเมินที่ถูกต้อง นำค่าที่ได้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (Index of Item Objectives Congruence) โดยพิจารณาตามเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมสอดคล้องของแบบสอบถามความคิดเห็นโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คำนวณค่าตามสูตร ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

4. หากผลที่ได้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วงระหว่าง 6.51 – 7.00 มากที่สุด หรือคิดเป็นร้อยละ 80-100 นำแบบมาทดสอบกับตัวอย่างพนักงานที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านกระบวนนวัตกรรมจำนวน 30 ท่าน เมื่อได้ผลทั้ง Factor analysis (EFA & CFA) และ Cluster analysis ที่มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น จึงนำไปวัดกับ ตัวอย่างบัณฑิตวิศวกรรมไทยซึ่งเป็นผู้ที่สนใจงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมจำนวนตั้งแต่ 300 คนขึ้นไป ในบริษัทขนาดกลางและขนาดใหญ่จำนวนตั้งแต่ 5 บริษัทขึ้นไป

5. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ทำการจัดกลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster analysis) เมื่อได้ผลการศึกษาที่สมบูรณ์ จะนำเสนอโมเดลแก่ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเป็นไปได้ของนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ซึ่งนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะนี้เป็นรูปแบบใหม่ของการคัดเลือกบุคคลที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถเชิงแข่งขันให้กับธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยทั้งในด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ และการบริหารจัดการในรูปแบบนวัตกรรมทางธุรกิจ (Business Innovation)

6. ข้อแนะนำ การใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมาในงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จากวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าบนสเกลการวัดระดับสมรรถนะรายบุคคล การนำงานวิจัยนี้ไปต่อยอดใช้จริงในธุรกิจ ผลของการวัดควรได้รับคำแนะนำด้านการแปลความหมายจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการประเมินสมรรถนะหลักของธุรกิจภาคอุตสาหกรรม

การตรวจสอบเครื่องมือวัด

อย่างไรก็ตามการตรวจสอบเครื่องมือวัดสามารถทำได้จากการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม และการตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมหลังจากการทดลองใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ และวิเคราะห์ผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพิจารณาจาก แนวคิดของ Lawshe (1975) เสนอดัชนีความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ข้อคำถามมุ่งวัดกับสมรรถนะ ตามสูตรคำนวณค่าอัตราส่วนความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถาม (Content Validity Ratio) และดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของเครื่องมือ (Content Validity Index)

Content Validity Ratio

$$CVR_i = \left(n_e - \frac{N}{2}\right) / \text{N/2}$$

เมื่อ CVR_i = อัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถามข้อที่ i
n_e= จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ตัดสินว่าข้อคำถามข้อที่ i สอดคล้องกับสมรรถนะ
N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

Content Validity Index

$$\text{CVI} = \frac{\sum_{i=1}^{k} CRV_i}{\text{k}}$$

เมื่อ CVI = ดัชนีความตรงตามเนื้อเรื่องของเครื่องมือ
CRV_i = อัตราส่วนความตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถาม
k = จำนวนข้อคำถาม

ภาพที่ 3-10 : ดัชนีความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ข้อคำถามมุ่งวัดกับสมรรถนะ

2. การตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมหลังจากการทดลองใช้เครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อคำถาม (Item Analysis)

ระดับความยากของข้อคำถาม (Difficult Level, p)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ R = จำนวนผู้ตอบถูก
N = จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

อำนาจจำแนกของข้อคำถาม (Discrimination Index, r)

$$r = P_H - P_L$$

เมื่อ P_H= สัดส่วนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
P_L = สัดส่วนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

*แบ่งตามคะแนนสูง-ต่ำ โดยใช้เทคนิค **27%** หรือ **50%***

โดยที่ เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพ
$0.2 \leq p \leq 0.8$
$r \geq 0.2$

การวิเคราะห์เครื่องมือ (Test Analysis)

ความเที่ยงของเครื่องมือ (Test Analysis)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_x^2}\right]$$

เมื่อ k = จำนวนข้อคำถาม
s_i^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
s_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ภาพที่ 3-11 : การตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะ

3. การปรับปรุงข้อคำถามและชุดของเครื่องมือสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับหน่วยงานทรัพยากรมนุษย์และองค์กร

การสร้างนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

การคัดสรรบุคลากรให้เหมาะกับงาน คนส่วนใหญ่มักพูดว่า เลือกคนให้เหมาะกับตำแหน่งงาน (Put the right man in the right job) ซึ่งอาจเหมาะสมกับตำแหน่งงานที่เป็นรูปแบบการทำงานปกติ เป็นตำแหน่งงานรูปแบบการทำงานประจำ มีการระบุหน้าที่งานชัดเจนของบุคคลที่ต้องทำงานในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง อย่างไรก็ตามสภาพการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันที่มีความเป็นพลวัตร มีการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคมตลอดเวลา สะท้อนถึงงานอนาคตในบทบาทต่างๆ ของบุคลากรที่มีรูปแบบแตกต่างจากงานในอดีตที่เน้นการแข่งขันด้วยนวัตกรรมแทนการขับเคลื่อนด้วยแรงงาน ทำให้ตลาดแรงงานเกิดชื่อตำแหน่งงานใหม่ที่แตกต่างจากตำแหน่งงานในอดีต หรือไม่มีตำแหน่งงานที่ระบุชัดแจ้งในหน้าที่งาน ทำให้กระบวนการคัดเลือกบุคคลที่เหมาะกับกระบวนการนวัตกรรมขององค์กรจึงมีความสำคัญยิ่ง

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการใช้เทคโนโลยีที่มีส่วนช่วยให้การทำงานด้านทรัพยากรมนุษย์และองค์กรที่เน้นการทำงานแบบเชิงรุกและเชิงกลยุทธ์เพื่อให้ได้เครื่องมือวัดสรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เที่ยงตรงสำหรับการคัดเลือกบุคคลให้เหมาะกับบทบาทในการทำงานด้านนวัตกรรม ที่เรียกว่า Put the right man in the right role หมายถึง เลือกคนให้เหมาะกับบทบาทที่ทำ เพื่อให้องค์กรมีกระบวนการนวัตกรรมเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของบุคลากรตามสมรรถนะที่เหมาะสมกับบทบาทที่ได้รับมอบหมาย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะสร้างเครื่องมือวัดเพื่อคัดเลือกบุคลากรด้วยเครื่องมือเดียวจากข้อมูลคุณสมบัติของบัณฑิตวิศวกรรมให้ตรงกับธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการเพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย แต่ยังคำนึงถึงเรื่อง ความเที่ยงตรง (Validity) ของนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จึงเลือกใช้เทคโนโลยี การวิเคราะห์ทรัพยากรมนุษย์ แอพพลิเคชั่นเพื่อทำนายความสามารถด้านวิศวกรรมสำหรับการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรม (HR Analytics) สำหรับการศึกษานี้

บทที่ 4
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยพัฒนา

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยพัฒนา ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Creswell & Clark, 2017) โดยเป็นเทคนิควิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์แบบผสานวิธีระหว่างวิธีการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเข้าด้วยกัน ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนเพื่อค้นหาตัวแปรที่เป็นสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีประสบการณ์ทำงานโดยใช้วิธีการดำเนินการให้ได้ผลลัพธ์ในการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ตามวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งหาปัจจัยที่เป็นสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่องค์กรไทยต้องการ ซึ่งนำไปสู่นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยใช้การวิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะทางนวัตกรรมด้วยการวิจัยผสานวิธีแบบการสำรวจเชิงขั้นตอนจากการศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ตัวอย่าง และการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรทำงานด้านนวัตกรรมจำนวน 305 ตัวอย่าง งานวิจัยครั้งนี้ ใช้ข้อมูล ประชากร และตัวอย่างในการดำเนินการวิจัยเป็น บัณฑิตวิศวกรรม หรือ ผู้ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม จากจำนวนปัจจัยในแบบสอบถามจำนวน 24 ข้อหลัก ใช้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 305 รายในการศึกษา โดยมีเกณฑ์เลือกตัวอย่างจากบุคคลที่จบการศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยใช้ตัวอย่างเจาะจงเลือกผู้ทำงานที่จบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ หรือ บัณฑิตวิศวกรรม Judgment (Purposive) และ Snowball จากผู้จบการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ทั้งอาชีพวิศวกรรม และ อาชีพอื่นๆ ตามวิธี ที่มา และวิธีการ ด้วยกระบวนการเลือกตัวอย่างเพื่อหาปัจจัยสร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะบุคคลด้านนวัตกรรม ในการวิจัยธุรกิจนี้ 1 Case คือ 1 คนเป็นคนไทยที่จบการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประมวลผลข้อมูล ผู้วิจัยทำแบบสอบถามที่รวบรวมได้มาดำเนินการดังนี้

1. การตรวจสอบข้อมูล (Editing) ผู้วิจัยตรวจดูความสมบูรณ์ของการตอบแบบสอบถามและแยกแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออก คิดเป็นแบบสอบถามที่สมบูรณ์สำหรับประมวลผลประมาณร้อยละ 95% ส่วนนี้ดำเนินการในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562

2. การลงรหัส (Coding) นำแบบสอบถามที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้วมาลงรหัสตามที่ได้กำหนดรหัสไว้ล่วงหน้าสำหรับแบบสอบถามที่เป็นปลายปิด (Close-ended) ส่วนแบบสอบถามที่เป็นปลายเปิด (Open-ended) ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มคำตอบแล้วจึงนับคะแนนใส่รหัส งานนี้ดำเนินการในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

3. การประมวลผลข้อมูล ข้อมูลที่ลงรหัสแล้วได้นำมาบันทึกโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลข้อมูลซึ่งใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistic Package for Social Sciences หรือ SPSS) โดยการแจกแจงความถี่ของทุกตัวแปรแล้วคำนวณค่าร้อยละ (Percentage) สำหรับตัวแปรเชิงปริมาณที่วัดได้ (Quantitative variable) ใช้ค่าสถิติเชิงบรรยาย (Descriptive statistics) และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ส่วนตัวแปรเชิงคุณภาพหรือบรรยาย (Qualitative/ Descriptive variable) ใช้ฐานนิยม (Mode) ดำเนินการในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562

4. การวิเคราะห์ข้อมูล มีวิธีการดังนี้ การวิเคราะห์ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรมของบุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมในองค์กร ในประเด็นต่างๆ โดยใช้สถิติ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะไม่มีการแบ่งว่าตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล อาทิ ค่าสถิติพื้นฐาน ที่เป็นการวัดระดับความคิดเห็นด้านความสำคัญมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ระดับ 5 ผู้ตอบ “สำคัญอย่างยิ่ง” ระดับ 4 ผู้ตอบ “สำคัญมาก” ระดับ 3 ผู้ตอบ “สำคัญ” ระดับ 2 ผู้ตอบ “ค่อนข้างสำคัญ” ระดับ 1 ผู้ตอบ “ไม่สำคัญ” และการวัดระดับความคิดเห็นด้านการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) ของบัณฑิตวิศวกรรม ซึ่งเป็นตัวอย่างสำหรับการวิจัยนี้ มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ระดับ 7 ผู้ตอบ “มากสุด” ระดับ 6 ผู้ตอบ “เชี่ยวชาญ” หรือมาก ระดับ 5 “สอนงาน” หรือค่อนข้างมาก ระดับ 4 ผู้ตอบ “ใช้งาน” หรือปานกลาง ระดับ 3 ผู้ตอบ “เริ่มต้น” หรือน้อย ระดับ 2 ผู้ตอบ “เรียนรู้” หรือค่อนข้างน้อย ระดับ 1 “น้อยสุด”

5. การตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม และทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลข้อมูล การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน การวิเคราะห์กลุ่มพหุในการวิจัย และนำเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับ ด้วยโปรแกรม Mplus Version 8.3

4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม

การพัฒนาแบบจำลองการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ในการศึกษานี้ใช้ทั้งตัวแปรสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม และตัวแปรสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม ด้วยการทบทวนวรรณกรรมที่เป็นสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมไทย

4.1.1 ตัวแปรสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม

ตัวแปรสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมในการศึกษานี้ใช้ระบบรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ ตามเกณฑ์ผลลัพธ์ (outcome based) หรือ TABEE (Thailand Accreditation Body for Engineering Education) ของสภาวิศวกร ตามที่คณะอนุกรรมการ

รับรองมาตรฐานคุณภาพศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (Thailand Accreditation Board for Engineering Education) ตามข้อตกลง Washington Accord (Ewell, 2001) ซึ่งมีทั้งหมด 11 ผลลัพธ์ของการศึกษาตามเกณฑ์ (สภาวิศวกร: COE, 2559) ที่กำหนดตามเกณฑ์ผลลัพธ์ (outcome based) หรือ TABEE (Thailand Accreditation Body for Engineering Education) ผู้วิจัยพบว่าผลลัพธ์ลำดับที่ 1 หรือ ตัวแปรที่เป็นปัจจัยที่ 1 คือ ความรู้ทางด้านวิศวกรรม และพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถประยุกต์ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม เมื่อนำมาประยุกต์การใช้ปัจจัยดังกล่าวกับข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ของ National Center for O*NET Development (2018) (Council, 2010) หรือ O*NET 23.0 database (O*NET, 2018) (O*NET, 2018) ซึ่งฐานข้อมูลดังกล่าว ได้แยกปัจจัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และวิศวกรรม เป็น 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยความรู้วิทยาศาสตร์ และ 3) ปัจจัยความรู้วิศวกรรม ทำให้การทดสอบตัวแปรสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ในการศึกษานี้มี 13 ตัวแปร การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นหาความสัมพันธ์ที่เป็นตัวแปรสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมมีความเชื่อมโยงกับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม (Work Style in Innovation) จึงใช้ตัวแปร นวัตกรรม ที่เป็นปัจจัย รูปแบบการทำงานในฐานข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ของ O*NET 23.0 database O*NET (2018) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะด้านการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมตามมาตรฐานของอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (TABEE) กับ ลักษณะรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม (Work Styles in Innovation) ในงานวิจัยครั้งนี้ (Peterson et al., 2001)

คุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรในประเทศไทยตามที่คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (Rules and Procedures for Accreditation of Engineering, 2016) หรือที่เรียกว่า TABEE ระเบียบสภาวิศวกร (2542) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการรับรองหลักสูตรวิศวกรรมการศึกษาเพื่อประเมินและยกระดับคุณภาพของ ผลการเรียนรู้ด้านการศึกษา ตามวัตถุประสงค์ของเกณฑ์ (สภาวิศวกร: COE, 2559) เพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพและคุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมอาจเผชิญกับการจับคู่งานและความท้าทายในการสร้างสรรค์งานนวัตกรรมที่อาจส่งผลต่อความสามารถขององค์กรในการรักษาความสามารถในตลาดด้านนวัตกรรม (Kraisuth & Panjakajornsak, 2018) อ้างถึง Ratanopas (2014) กล่าวว่ารูปแบบสมรรถนะประกอบด้วยสองกลุ่มได้แก่สมรรถนะทั่วไป และสมรรถนะเฉพาะ โดยที่ความสามารถที่ใช้ในการทำงานตามแต่ละรูปแบบสามารถใช้การระบุปัจจัยสำคัญที่เป็นความสำเร็จเพื่อใช้ขับเคลื่อนประสิทธิภาพในองค์กร (Lucia & Lepsinger, 1999) นอกจากนี้มีงานวิจัยจากต่างประเทศจำนวนมากที่ใช้การระบุคุณลักษณะที่สำคัญทางวิศวกรรมที่ส่งผลต่อความสำเร็จขององค์กรโดยรวมถึง

ฐานข้อมูลที่ใช้ชุดตัวแปรจำนวนมากเพื่ออธิบายลักษณะงานและทักษะของผู้ปฏิบัติงานตามที่องค์กรต้องการ (O*NET, 2018)

อ้างถึง อนุกรมวิธานอาชีพ (O*NET, 2018) กล่าวถึง Occupation Taxonomy ที่เรียกว่า รูปแบบการทำงาน หรือสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม (Work Style in Innovation) ที่พนักงานบริษัทแสดงออกให้เห็นเชิงการประพฤติตนในด้านนวัตกรรม สิ่งนี้เรียกว่าพฤติกรรมนวัตกรรมหรือลักษณะที่เป็นการทำงานด้านนวัตกรรม (O*NET, 2018) ปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการทำงานในนวัตกรรมจะเชื่อมโยงวิศวกรที่มีคุณสมบัติและบ่งบอกถึงความสามารถเชิงนวัตกรรม (Kraisuth & Panjakajornsak, 2018) กลยุทธ์นวัตกรรมช่วยทำให้เกิดการตอบสนองต่อความผันผวนของตลาดและทางเศรษฐกิจที่มีความไม่แน่นอนสูงขึ้นได้ทำให้องค์กรตระหนักถึงความสำคัญด้านการปฏิบัติงานของแต่ละบุคคล ของทีม และขององค์กร (Bach & Edwards, 2005) ฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์รูปแบบการทำงาน หรือสไตล์การทำงานในนวัตกรรม (Work Style in Innovation) ฐานข้อมูลดังกล่าวควรมีการศึกษาเรื่องนวัตกรรมในการประกอบอาชีพอย่างเหมาะสมตามที่องค์กรให้ความสำคัญกับด้านนวัตกรรม (Council, 2010)

การศึกษาของ Khan, Aslam, and Riaz (2012) พบว่าพฤติกรรมการทำงานที่เป็นงานด้านนวัตกรรมของผู้จัดการธนาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเอกชนเมื่อเทียบกับภาครัฐมีคะแนนความเป็นผู้นำในระดับสูงด้านโมเดลการปรับตัว การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการทำงานที่สร้างสรรค์ สามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าองค์กรเอกชนมีการส่งเสริมด้านนวัตกรรม นอกจากนี้การใช้นวัตกรรมเป็นแนวทางของโมเดลการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะส่วนบุคคลที่สามารถส่งผลกระทบต่อการทำงานของพนักงาน (O*NET, 2018)โดยรวมแล้วการสนับสนุนสไตล์การทำงานในนวัตกรรมโดยอิงโมเดลนวัตกรรมที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และการคิดทางเลือกที่หลากหลายเพื่อพัฒนาความคิดใหม่และหาคำตอบแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงานได้ (O*NET, 2018) องค์กรอาจใช้ปัจจัยความสามารถของทรัพยากรมนุษย์ด้านพฤติกรรมที่ก่อให้ให้เกิดการทำงานร่วมกันด้านนวัตกรรม ซึ่งพฤติกรรมด้านนวัตกรรมสามารถทำนายผลงานในอนาคต โดยขึ้นอยู่กับแต่ละรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม (Jeffer H Dyer et al., 2011) ทั้งนี้คุณลักษณะสำคัญของพฤติกรรมที่ส่งผลต่อกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม คุณลักษณะดังกล่าวควรมีการกำหนดระดับการปฏิบัติงานของพนักงาน รวมถึงปัจจัยของคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพวิศวกรรมและที่ไม่ใช่วิศวกรรม (Kraisuth & Panjakajornsak, 2018) ดังนั้นกระบวนการนวัตกรรมจึงเป็นเรื่องยากที่องค์กรจะมองในด้านการทำงานของทีม หรือมองในด้านบุคคล หรือมองในด้านองค์กร เพื่อระบุตัวบ่งชี้ที่มีประสิทธิภาพ (Trias De Bes & Kotler, 2011) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์ของคุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรที่สัมพันธ์กับนวัตกรรมในองค์กร

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของคุณสมบัติที่สำคัญของวิศวกรและการทำงานรูปแบบนวัตกรรม พบว่ามีการให้คำอธิบายด้านปัจจัยต่างๆในผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมที่แตกต่างกันตามแต่ละงานวิจัย (Khan et al., 2012) ดังนั้นคำถามที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้จึงเน้นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการประกอบอาชีพทางวิศวกรรมและมุ่งเน้นปัจจัยที่เป็นสมรรถนะการทำงานในรูปแบบนวัตกรรม การวิจัยมีประเด็นที่สำคัญคือการพิสูจน์ว่าปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์ต่อการออกแบบการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมได้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรที่ประกอบด้วย 11 คุณลักษณะที่สำคัญ ที่เรียกว่า TABEE ตามที่คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ของ สภาวิศวกร: COE (2559) ได้รับรองหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตในแต่ละสาขาว่ามีการจัดการมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ตามเกณฑ์ผลลัพธ์ (Outcome based) ของข้อตกลง Washington Accord ว่ามีระบบและกระบวนการที่เหมาะสมในการพัฒนาสู่การเป็นสมาชิก (Full Signatory) ต่อไป Washington Accord เป็นข้อตกลงร่วมกันระดับสากลระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ เช่น ABET (สหรัฐอเมริกา) ECUK (สหราชอาณาจักร) JABEE (ญี่ปุ่น) ABEEK (เกาหลี) ฯลฯ ที่ให้เป็นกรอบคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์สำหรับการเคลื่อนย้ายวิศวกรในระดับนานาชาติ เมื่อหน่วยงานที่ได้รับการตอบรับในการเข้าร่วมเป็นสมาชิกในข้อตกลง Washington Accord แล้ว ทำให้หลักสูตรที่ได้รับการรับรองเป็นที่ยอมรับว่าหลักสูตรนั้นมีมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์และคุณภาพการศึกษาจากประเทศสมาชิกกลุ่ม Washington Accord และผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้ความสามารถทางวิศวกรรมที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมข้ามชาติ ซึ่งคุณลักษณะสำคัญของวิศวกรที่ประกอบด้วย 11 ปัจจัยนี้เป็นคุณลักษณะทั่วไปของวิศวกร (ระเบียบสภาวิศวกร, 2542)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัจจัยที่สนับสนุนรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม ของการวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวแปรที่อ้างอิงถึงการอธิบายในแต่ละระดับอาชีพของฐานข้อมูล O * NET 23.0 โดยมีการปรับปรุงข้อมูลที่ทันสมัยของหน่วยงาน Office of Management and Budget (OMB) เพื่อให้เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการให้คะแนน O * NET โดยกำหนดระดับของคะแนนความสำคัญ และระดับของรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรมตาม (O*NET, 2018) ซึ่งรูปแบบการทำงานที่ถูกกำหนดในงานวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการทำงานที่แสดงถึงคุณลักษณะส่วนบุคคลที่สามารถส่งผลกระทบต่อวิธีการทำงานของบุคคลที่แสดงอย่างเห็นเด่นชัดประกอบด้วย 16 รูปแบบการทำงาน (Work Styles) ที่ถูกกำหนดให้เป็นลักษณะส่วนบุคคลได้แก่ การมุ่งผลสำเร็จ/ความพยายาม (Achievement/Effort) การปรับตัว/ความยืดหยุ่น (Adaptability/Flexibility) การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ใส่ใจในรายละเอียด (Attention to Detail) ห่วงใยผู้อื่น (Concern for Others) การให้ความร่วมมือ (Cooperation)

การเชื่อถือ (Dependability) อิสรภาพ (Independence) ความคิดริเริ่ม (Initiative) นวัตกรรม (Innovation) ความซื่อสัตย์สุจริต (Integrity) ความเป็นผู้นำ (Leadership) วิริยะ (Persistence) การควบคุมตนเอง (Self-Control) ความรับผิดชอบทางสังคม (Social Orientation) และการอดทนต่อความเครียด (Stress Tolerance) นอกจากนี้เพื่อทำความเข้าใจถึงคุณลักษณะสมรรถนะของวิศวกรที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม การศึกษาปัจจุบันจึงใช้มาตรฐานของการวัดระดับสมรรถนะของฐานข้อมูล O * NET 23.0 (O*NET, 2018) ที่เป็นรูปแบบการทำงานหรือสไตล์การทำงานของแต่ละบุคคล ในแต่ละตัวแปรจะถูกวัดด้วยลิเคิร์ทสเกล (Likert Scale) ซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับ แทน 5 ความสำคัญ ได้แก่ (1) สำหรับ “ไม่สำคัญ” (2) สำหรับ “ค่อนข้างสำคัญ” (3) สำหรับ “สำคัญ” (4) สำหรับ “สำคัญมาก” และ (5) สำหรับ “สำคัญมากที่สุด” นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวยังรวมถึงข้อมูลการสำรวจระดับความสามารถด้านนวัตกรรมที่รวบรวมในเดือนสิงหาคม 2561

ตารางที่ 4-1: สมรรถนะหลักของบุคคลที่สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรม (สภาวิศวกร: COE, 2559)

TABEE	คำอธิบาย	สมรรถนะ
วิทยาศาสตร์	การใช้หลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์และวิธีการในการแก้ไขปัญหา	ความรู้
คณิตศาสตร์	การใช้ความรู้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา	ความรู้
วิศวกรรมและเทคโนโลยี	ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิศวกรรมและเทคโนโลยีในทางปฏิบัติ ซึ่งรวมถึงการใช้หลักการเทคนิคขั้นตอนและอุปกรณ์ในการออกแบบและผลิตสินค้าและบริการต่าง ๆ	ความรู้
การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม	ใช้ตรรกะและเหตุผลในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการแก้ไขทางเลือกข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหา (Critical Thinking)	ทักษะ
การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบ	การสร้างหรือปรับอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ (Technology Design)	ทักษะ
การพิจารณาตรวจสอบการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน	ระบุปัญหาที่ซับซ้อนและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาและประเมินทางเลือกและใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหา (Investigate in complex problem solving)	ทักษะ
การใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่ทันสมัย	ความสามารถในการคิดที่แตกต่าง (Originality) อย่างชาญฉลาดด้านหัวข้อหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา	ความสามารถ
การทำงานร่วมกันเป็นทีม	การสนับสนุนและสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกัน ความเคารพและความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม	กิจกรรมทำงาน
การติดต่อสื่อสาร	การสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กร สามารถเป็นตัวแทนองค์กร ติดต่อกับลูกค้ารัฐบาลภาครัฐ และแหล่งข้อมูลภายนอกอื่น ๆ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยวิธีการเขียนจดหมาย หรือทางโทรศัพท์ หรืออีเมล์ (Communication with persons outside organization)	กิจกรรมทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

TABEE	คำอธิบาย	สมรรถนะ
กิจกรรมที่คำนึงด้านสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม	ความสามารถในการเลือกได้อย่างรวดเร็วระหว่างสองด้านหรือมากกว่า ในการตอบสนอง ด้วยความรวดเร็วอย่างถูกต้อง เช่น การเลือกตอบสนองด้านสังคม ด้านสภาพแวดล้อม ด้านความยั่งยืน ด้านความเป็นมืออาชีพวิศวกรรม (Response orientation)	ความสามารถ
จรรยาบรรณวิชาชีพ	ความรู้เกี่ยวกับปรัชญาและศาสนาต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงหลักการพื้นฐานของคุณค่าจริยธรรม วิถีการคิด ประเพณีการปฏิบัติ และผลกระทบต่อวัฒนธรรม	ความรู้
การบริหารงานและการลงทุน	การกำหนดวิธีการที่จะใช้จ่ายงบประมาณ ทรัพยากร เพื่อให้งานเสร็จ และการทำบัญชีสำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อการจัดการทรัพยากร	ทักษะ
การเรียนรู้ตลอดชีพ	ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความรู้ ของข้อมูลใหม่ สำหรับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจทั้งในปัจจุบันและในอนาคต โดยเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น	ทักษะ

ตารางที่ 4-2 : ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร TABEE และ ตัวแปร O*NET ที่จัดหมวดหมู่ด้านอาชีพ

ตัวแปร TABEE	คำอธิบาย TABEE	ตัวแปร O*NET	คำอธิบาย O*NET
ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ (Knowledge of mathematics, science and engineering)	ความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ธรรมชาติวิศวกรรม (Ability to apply knowledge of mathematics, natural sciences, engineering)	คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิทยาศาสตร์ (Science) วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (Engineering & Technology)	การใช้คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์วิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา (Using mathematics, science, engineering and technology to solve problems)
การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม (Engineering problems analysis)	ความสามารถในการระบุกำหนด ทบทวนงานวิจัยวรรณคดีแก้ปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนถึงข้อสรุปที่พิสูจน์ได้ (Ability to identify, formulate, research literature review, solve, and analyze complex engineering problems reaching substantiated conclusions)	การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)	การใช้ตรรกะและการใช้เหตุผลเพื่อระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของทางเลือกทางเลือกข้อสรุปหรือแนวทางการแก้ไขปัญหา (Using logic and reasoning to identify the strengths and weaknesses of alternative solution, conclusions or approaches to problems)
การออกแบบและพัฒนาเพื่อหา	สามารถหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน และออกแบบ	การออกแบบเทคโนโลยี	การสร้างหรือปรับอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร TABEE	คำอธิบาย TABEE	ตัวแปร O*NET	คำอธิบาย O*NET
คำตอบของปัญหา (Design and Development finding Solutions for Complex Engineering Problems)	ระบบงานหรือกระบวนการทางวิศวกรรมตามความต้องการและข้อกำหนดงานโดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านสังคม ความปลอดภัย การอนามัยและสิ่งแวดล้อม หรือมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ (Ability to design and find solutions for complex engineering problems and design systems, components or processes that meet specified needs with appropriate consideration)	(Technology Design)	ต้องการของผู้ใช้ (Generating or adapting equipment and technology to serve user needs)
การพิจารณาตรวจสอบ (Investigation)	สามารถตรวจสอบ วินิจฉัย ประเมินผลงานและปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนซึ่งครอบคลุมถึงการตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์การแปลความหมายข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลข่าวสารเพื่อให้ได้ผลสรุปที่ถูกต้องตามหลักเหตุผล (Ability to conduct investigations, diagnosis, and evaluation of complex engineering problems using research-based knowledge and research methods)	การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Problem Solving)	ความสามารถที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และไม่ชัดเจนในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและเป็นจริง (Developed capacities used to solve novel, ill-defined problems in complex, real-world settings)
การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย (Modern Tool Usage)	สามารถสร้าง เลือก แลประยุกต์ใช้เทคนิควิธี ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและทันสมัย โดยคำนึงถึงข้อกำหนดและข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์นั้น (Ability to create, select and apply	ความริเริ่ม (Originality)	ความสามารถที่จะเกิดขึ้นกับความคิดที่แตกต่างหรือคิดอย่างฉลาดเกี่ยวกับหัวข้อหรือสถานการณ์ที่กำหนดหรือเพื่อพัฒนาวิธีการสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา (The ability to come up with unusual or clever ideas about a given topic or

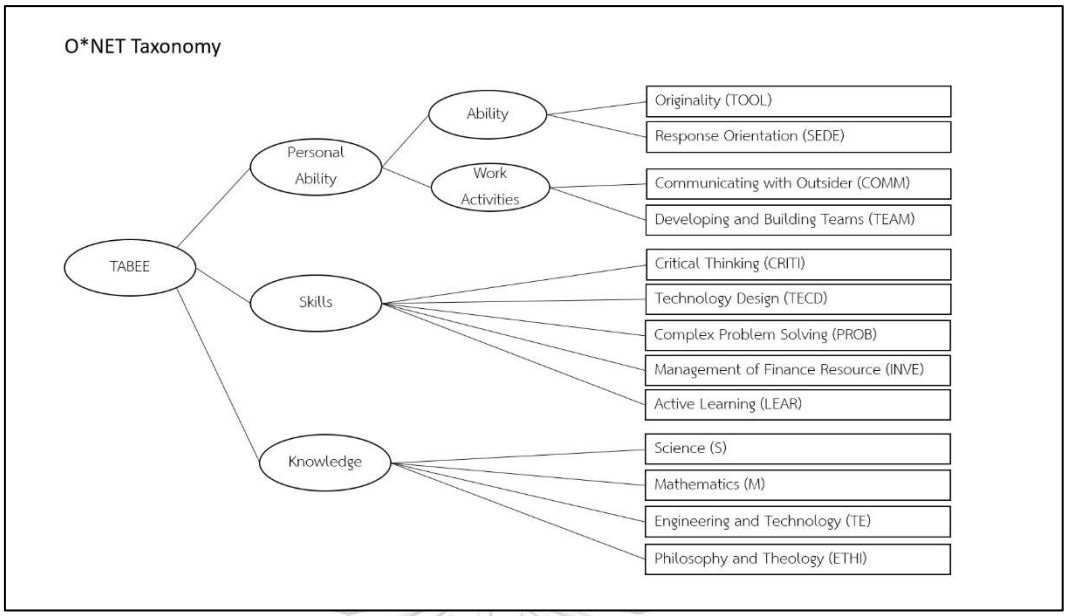
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร TABEE	คำอธิบาย TABEE	ตัวแปร O*NET	คำอธิบาย O*NET
	appropriate techniques, resources, and modern engineering and IT tools)		situation, or to develop creative ways to solve a problem)
การทำงานร่วมกันเป็นทีม(Individual and Team Work)	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลายในสหสาขาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานในฐานะสมาชิกของกลุ่มและผู้นำกลุ่มได้ (Function effectively a member of teams consisting of diverse members and in multi-disciplinary settings)	การพัฒนาและสร้างทีมงาน (Developing and Building Teams)	สนับสนุนและสร้างความไว้วางใจ ความเคารพและความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีมด้านทรัพยากรบุคคลและการจัดการองค์กร (Encouraging and building mutual trust, respect, and cooperation among team members; human resource and organization management)
การติดต่อสื่อสาร (Communication)	สามารถติดต่อสื่อสารในงานวิศวกรรม วิชาชีพอื่น และบุคคลทั่วไปได้อย่าง มีประสิทธิผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนรายงาน การเสนอผลงาน การเขียนและ อ่านแบบทางวิศวกรรม ตลอดจนสามารถออกคำสั่งและรับคำสั่งงานได้อย่างชัดเจน (Communicate effectively with the community and with society)	การสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กร (Communicating with Persons Outside Organization)	การสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กร (Communicating with people outside the organization)
กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม (Society, Environment, Sustainability, and Engineering Profession)	มีความเข้าใจและความรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน (Understand and be responsible for engineering professional practice to societal and environmental contexts and evaluate the	การปรับตัวต่อการตอบสนอง (Response Orientation)	ความสามารถในการเลือกอย่างรวดเร็วมากกว่าสองเรื่องเพื่อตอบสนองมากกว่าสองสัญญาณที่แตกต่างกัน (The ability to choose quickly between two or more movements in response to two or more different signals)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร TABEE	คำอธิบาย TABEE	ตัวแปร O*NET	คำอธิบาย O*NET
	sustainability and impact of professional engineering work)		
จรรยาบรรณวิชาชีพ (Ethics)	มีความเข้าใจและยึดมั่นในจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ และยึดถือตามกรอบมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ (Apply ethical principles and commit to professional ethics and responsibilities and norms or codes of engineering practice)	11. ปรัชญาและเทววิทยา (Philosophy and Theology)	ความรู้เกี่ยวกับระบบปรัชญาและศาสนาที่แตกต่างกัน เช่นหลักการพื้นฐานค่านิยมจริยธรรม (Knowledge of different philosophical systems and religions such as basic principles, values, ethics)
การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน (Project Management and Finance)	มีความรู้และความเข้าใจในด้านเศรษฐศาสตร์ การลงทุนและการบริหารงานวิศวกรรมโดยคำนึงถึงความเสี่ยงและการเปลี่ยนแปลง (Demonstrate knowledge and understanding of the principles of economics, investment, and engineering management under consideration of risk and Uncertainties)	12. การจัดการทรัพยากรทางการเงิน (Management of Financial Resources)	การกำหนดว่าจะใช้เงินอย่างไรเพื่อให้งานเสร็จและการทำบัญชีสำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น (Determining how money will be spent to get the work done, and accounting for these expenditures)
การเรียนรู้ตลอดชีพ (Lifelong Learning)	ตระหนักถึงความจำเป็นและมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองตลอดชีพ (Recognize the need for, and have the preparation and ability to engage)	13. การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active Learning)	การทำความเข้าใจความหมายของข้อมูลใหม่สำหรับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในปัจจุบันและอนาคต (Understanding the implications of new information for both current and future problem-solving and decision-making)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4-1 : ความสัมพันธ์ของตัวแปร TABEE กับ Work Style in Innovation (The relationship of TABEE variables)

4.1.2 ตัวแปรสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

นวัตกรรมกลายเป็นสิ่งสำคัญสำหรับองค์กรที่ต้องการการเติบโตและพัฒนาโดยอาศัยกลยุทธ์ทางด้านเทคโนโลยี ดังนั้นสมรรถนะของบุคคลที่สร้างนวัตกรรมอาจมาจากบุคคลหลากหลายหน้าที่หรือลากหลายบทบาท บุคคลดังกล่าวสามารถทำงานสร้างสรรค์นวัตกรรมร่วมกันได้อย่างเหมาะสมและมีจุดมุ่งหมายไปสู่ความสำเร็จ ทำให้บริษัทควรมีโครงสร้างหรือแผนงานที่เป็นระบบเนื่องจากเป็นการสร้างความสามารถของบุคลากรด้านนวัตกรรม หรือองค์กรสนับสนุนให้เกิดนวัตกรรมกับทุกระดับหรือทุกบทบาทในองค์กร

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Philip Kotler และ Fernando Trias de Bes สองผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาดและนวัตกรรมระดับโลกได้เสนอ A ถึง F โมเดล (A-to-F Model) ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนานวัตกรรมที่มีประสิทธิผล อธิบายการสร้างสรรค์ พัฒนา และนำความคิดที่เกิดขึ้นจากคนหรือกลุ่มคนที่แตกต่างโดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดการปฏิบัติได้ในเชิงพาณิชย์ (Trias De Bes & Kotler, 2011) ดังนั้น A ถึง F โมเดล จึงเป็นโมเดลที่มีความคิดยืดหยุ่น และเป็นแนวคิดที่สามารถปรับใช้กับสภาพแวดล้อมรอบตัวที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ บริษัทหรือองค์กรต่างๆ สามารถนำมาใช้เรียนรู้ถึงวิธีการสร้างกระบวนการนวัตกรรมที่นำไปปฏิบัติได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ ยั่งยืน และเกิดผลที่มากขึ้น การใช้โมเดลนี้ประกอบด้วยตัวแปรของ A ถึง F โมเดล ประกอบด้วย 6 ตัวแปร หรือ 6I’s ได้แก่ ผู้ริเริ่ม (Activator หรือ Initiative) ผู้ค้นหาข้อมูล (Browser หรือ Information) ผู้สร้างสรรค์ (Creator หรือ Ideation) ผู้พัฒนา (Developer หรือ Invention) ผู้ปฏิบัติ (Executor หรือ

Implementation) และผู้สนับสนุน (Facilitator หรือ Integration) (Trias De Bes & Kotler, 2011) แต่เมื่อนำปัจจัยมาทดสอบโดยใช้ secondary data ของ O*NET 23.0 database ด้วยวิธีการหาความสัมพันธ์ของสไตล์การทำงาน (Work Style) ด้านนวัตกรรม (Innovation) กับ สไตล์การทำงานด้านต่างๆ ในฐานข้อมูล O*NET 23.0 database พบว่า สไตล์การทำงานที่มีความสัมพันธ์กับสไตล์การทำงานนวัตกรรม (Work Style in Innovation) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ (1) Achievement/ Effort (2) Analytical Thinking (2) Independence (3) Initiative (4) Leadership และ (5) Persistence ซึ่งการใช้ฐานข้อมูลทุติยภูมิครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนด 6 ตัวแปรดังกล่าว เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อเป็นตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม และพบว่า มีความหมายที่คล้ายคลึงกับ ตัวแปรของ A ถึง F โมเดล ที่มี 6 ตัวแปร หรือ 6I's นวัตกรรม การศึกษาการใช้ฐานข้อมูลทุติยภูมิเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะเฉพาะบทบาทในกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม (โมเดล A-to-F) (Trias De Bes & Kotler, 2011) กับลักษณะส่วนบุคคลทางนวัตกรรม (Work Styles in Innovation) (O*NET, 2018) สรุปตามตารางที่ 4-3 และ ตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-3 : ประเภทของรูปแบบการทำงานนวัตกรรม Work Styles ที่อธิบายถึงลักษณะส่วนบุคคลที่สามารถส่งผลกระทบต่อการทำงานของคนได้ดีเพียงใด

ตัวแปรรูปแบบการทำงาน (Work Style)	คำอธิบาย (Description)
นวัตกรรม (Innovation)	งานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ และต้องใช้การคิดเพื่อหาทางเลือกโดยพัฒนาความคิดใหม่และหาคำตอบแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่พนักงานของบริษัท ทำงานในรูปแบบนวัตกรรมหรือพฤติกรรมที่เป็นนวัตกรรม (Job requires creativity and alternative thinking to develop new ideas for and answers to work-related problems & represents the way a company's employees behave in innovation or innovative behavior of working innovation)

ตารางที่ 4-4 : สมรรถนะเฉพาะบทบาทด้านนวัตกรรม ดัดแปลงจาก A-to-F model (Trias De Bes & Kotler, 2011)

A-to-F Model	สมรรถนะเฉพาะ	คำอธิบาย
ผู้ริเริ่มโครงการ (Activator)	ริเริ่มสิ่งใหม่ หรือมีความคิดริเริ่ม	ผู้ที่เริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ ภารกิจคือการเริ่มต้นกระบวนการ
ผู้ค้นหาข้อมูล (Browser)	แสวงหาข้อมูลความรู้เพื่อนำมาคิดวิเคราะห์	ผู้เชี่ยวชาญในการค้นหาข้อมูล หน้าที่งานไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตสิ่งใหม่ ๆ แต่มีหน้าที่ต้องจัดหาข้อมูลให้กับสมาชิก ภารกิจคือการตรวจสอบตลอดทั้งกระบวนการและเพื่อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งใน

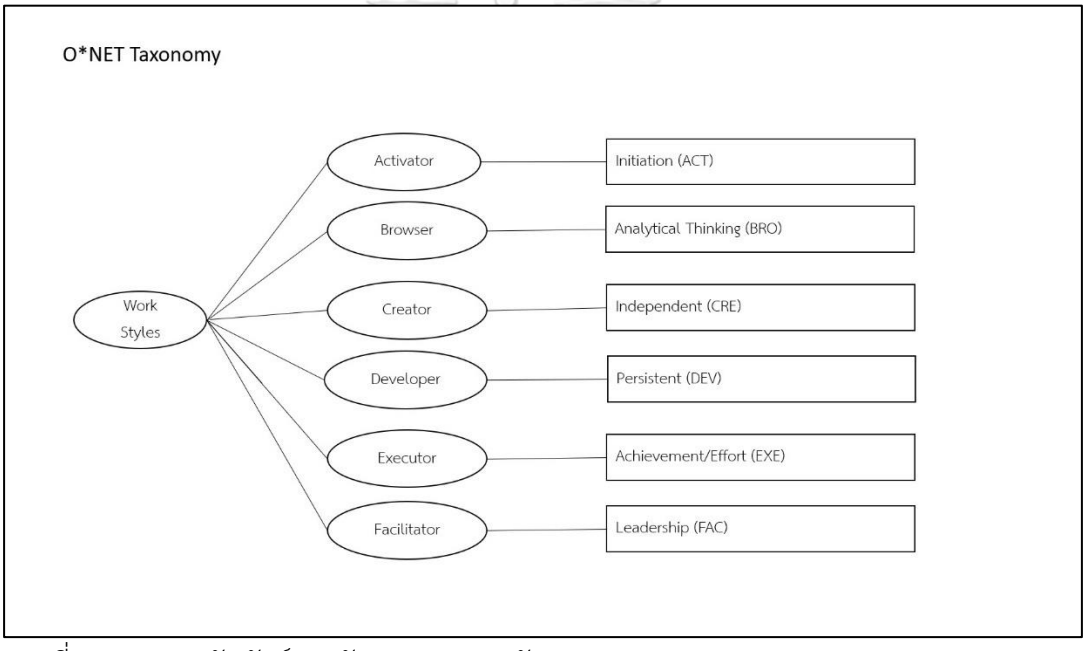
A-to-F Model	สมรรถนะเฉพาะ	คำอธิบาย
		การเริ่มต้นกระบวนการและการประยุกต์ใช้แนวคิดใหม่
ผู้สร้างสรรค์ (Creator)	คิดสร้างสรรค์ให้เกิดความคิดวิธีการและแนวทางมีอิสระในการทำงานให้สำเร็จ	ผู้ที่สร้างความคิดให้กับคนในกลุ่ม หน้าที่คือการให้แนวคิดและความเป็นไปได้ของสิ่งใหม่ และค้นหาแนวทางใหม่ ในทุกขั้นตอน
ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ (Developer)	พัฒนาความคิดให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ได้จริง มีความเพียรพยามประดิษฐ์	ผู้เชี่ยวชาญในการเปลี่ยนความคิดเป็นผลิตภัณฑ์และบริการ ให้กลายเป็นสิ่งที่ "จับต้อง" โดยทำแนวคิดให้มีรูปแบบและพัฒนาแผนทางการตลาด สร้างแนวคิดให้เกิดขึ้น พัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ หน้าที่คือการเปลี่ยนความคิดให้เป็นการคิดค้นวิธีการในระยะเวลาอันสั้น
ผู้นำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง (Executor)	ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ในองค์กรและตลาด มีความพยายามทำให้สำเร็จ	ผู้ดูแลงานที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติและการดำเนินการ หน้าที่คือพยายามนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การปฏิบัติ คือการนำนวัตกรรมที่อยู่ระหว่างการพัฒนาไปสู่องค์กร และตลาด
ผู้อำนวยการ (Facilitator)	ผู้สนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงาน มีความเป็นผู้นำ	ผู้อนุมัติรายการค่าใช้จ่ายในเรื่องใหม่ๆ และการลงทุนที่จำเป็นสำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เป็นผู้จัดการกระบวนการเพื่อป้องกันการติดขัด ภารกิจคือสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ตารางที่ 4-5 : ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร A-to-Fและ ตัวแปร O*NET ที่จัดหมวดหมู่ด้านอาชีพ

ตัวแปร A-to-F	คำอธิบาย A-to-F	ตัวแปร O*NET	คำอธิบาย O*NET
ผู้ริเริ่มโครงการ (Activator)	ริเริ่มสิ่งใหม่ หรือมีความคิดริเริ่ม	ความคิดริเริ่ม (Initiative)	งานที่ต้องการความเต็มใจที่จะรับผิดชอบและความท้าทาย (Job requires a willingness to take on responsibilities and challenges)
ผู้ค้นหาข้อมูล (Browser)	แสวงหาข้อมูลความรู้เพื่อนำมาคิดวิเคราะห์	การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking)	งานที่ต้องการการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้ตรรกะเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงาน (Job requires analyzing information and using logic to address work-related issues and problems)
ผู้สร้างสรรค์ (Creator)	คิดสร้างสรรค์ให้เกิดความคิดวิธีการและแนวทางมีอิสระในการทำงานให้สำเร็จ	ความเป็นอิสระ (Independence)	งานที่ต้องการการพัฒนาวิธีการของตัวเองในการทำสิ่งต่างๆ แนะนำตัวเองด้วยการควบคุมน้อยหรือไม่มีเลย และเลือกในสิ่งที่ตนเองต้องการ (Job requires developing one's own ways of doing things, guiding oneself with little or no supervision, and depending on oneself to get things done)
ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ (Developer)	พัฒนาความคิดให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ได้จริง มีความพยามประดิษฐ์	ความเพียร (Persistence)	งานที่ต้องอาศัยความอดทนในการเผชิญกับอุปสรรค (Job requires persistence in the face of obstacles)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปร A-to-F	คำอธิบาย A-to-F	ตัวแปร O*NET	คำอธิบาย O*NET
ผู้ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่นำไปสู่การปฏิบัติ (Executor)	ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ในองค์กรและตลาด มีความพยายามทำให้สำเร็จ	ความสำเร็จ/ความพยายาม (Achievement/ Effort)	งานที่ต้องมีการสร้างและรักษาเป้าหมายความสำเร็จที่ท้าทายเป็นการส่วนตัวและมุ่งสู่งานการเรียนรู้ (Job requires establishing and maintaining personally challenging achievement goals and exerting toward mastering tasks)
ผู้อำนวยการสนับสนุน (Facilitator)	ผู้สนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงาน มีความเป็นผู้นำ	ความเป็นผู้นำ (Leadership)	งานที่ต้องการความเต็มใจที่จะเป็นผู้นำดูแลและเสนอความคิดเห็นและทิศทาง (Job requires a willingness to lead, take charge, and offer opinions and direction)



ภาพที่ 4-2 : ความสัมพันธ์ของตัวแปร A-to-F กับ Work Style in Innovation (The relationship of A-to-F variables

4.2 การพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

เหตุผลที่ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ O*NET 23.0 database ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้จากแหล่งข้อมูลหลักของการประกอบอาชีพภายใต้การสนับสนุนของกระทรวงแรงงานสหรัฐ / การจ้างงานและการฝึกอบรม (USDOL / ETA) ผ่านการมอบให้กระทรวงพาณิชย์นอร์ธแคโรไลน่า การศึกษาพบว่าข้อมูล O * NET ถูกใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้ช่วยให้ทั้งพนักงาน หรือ

แรงงานหางานเหมาะสมตามอาชีพ รวมทั้งนายจ้างสามารถค้นหาแรงงานที่มีทักษะที่จำเป็นต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันในตลาด (Cifuentes, Boyer, Lombardi, & Punnett, 2010)

จุดแข็งของการวิจัยครั้งนี้ใช้ฐานข้อมูล O * NET เพราะเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับการวิจัยในระดับสากล โดยเฉพาะด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เป็นปัจจัยในการประกอบอาชีพ และข้อมูล O*NET ได้รับการยอมรับว่าเป็นฐานข้อมูลทุติยภูมิที่มีประสิทธิภาพมากสำหรับการศึกษาแนวคิดของคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับอาชีพ (Cifuentes et al., 2010) ผู้วิจัยนำปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรม จึงเพิ่มเนื้อหาที่เป็น 11 ปัจจัยของ TABEE พบว่า ผลการวิจัยสามารถอธิบายอย่างชัดเจน ทั้งในเชิงตัวเลข และการสรุปผลตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ข้อมูลควรมีการพิจารณาในเรื่องการใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นการวิจัยเชิงสำรวจด้านข้อมูล ไม่ใช่ในระดับบุคคล ดังนั้นแบบจำลองการวิเคราะห์ครั้งนี้จึงไม่สามารถสรุปผลในระดับบุคคลได้เพราะไม่สามารถวิเคราะห์คะแนนที่เป็นประสิทธิภาพระดับบุคคลได้ เนื่องจากข้อมูลเป็นความลับไม่มีการเปิดเผยข้อมูลการวิจัยในระดับตัวบุคคล นอกจากนี้ข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานอาจไม่เหมาะสมที่จะตัดสินถึงผลลัพธ์ที่เป็นประสิทธิภาพในระดับบุคคล รวมทั้งแบบสำรวจความคิดเห็นความสำคัญด้านรูปแบบการทำงาน (work style) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนวัตกรรม ซึ่งอาชีพวิศวกรรมของฐานข้อมูล O * NET นั้น อาจมีประเด็นด้านความเหมาะสมของผลลัพธ์ที่อาจมีความแตกต่างจากข้อมูลตัวอย่างในประเทศไทย เพราะการใช้ตัวบ่งชี้ด้านสมรรถนะทางวิศวกรรมของ TABEE ที่องค์กรไทยต้องการ รวมทั้งบุคคลผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมควรมีการส่งเสริมความเข้าใจบทบาทของกรอบการทำงานด้านวิศวกรรม ประเด็นนี้จึงนำไปสู่การวิจัยเชิงสำรวจเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำงานเชิงนวัตกรรมและประสิทธิภาพการทำงานของวิศวกรไทยที่ใช้แนวทางของคุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรในประเทศไทยตามที่คณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (Rules and Procedures for Accreditation of Engineering) หรือที่เรียกว่า TABEE ที่อ้างอิงตามหลัก ABET และสมาชิกในข้อตกลง Washington Accord

4.2.1 การพัฒนาแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณจากข้อมูลทุติยภูมิ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ โดยจุดมุ่งหมายของวิจัยครั้งนี้การมุ่งเน้นไปที่ความสามารถเชิงนวัตกรรมของวิศวกรสำหรับการวิจัยนี้คือการศึกษานำร่องในการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของคำนิยามของคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (TABEE) และในด้านนวัตกรรมจากฐานข้อมูลออนไลน์ของเครือข่ายข้อมูลด้านอาชีพในสหรัฐอเมริกา (O*NET)

ระเบียบวิธีการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีไม่ใช่ความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่างสำหรับการรวบรวมข้อมูลด้านสมรรถนะในแต่ละอาชีพ ข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูล O*NET Occupation Taxonomy (O*NET, 2018) ครอบคลุมงานที่ดำเนินการในสหรัฐอเมริกาและกำหนดชุดของอาชีพด้านวิศวกรรมและที่ไม่ใช่วิศวกรรมที่รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจบนอินเทอร์เน็ต กลุ่มตัวอย่างมาจากอาชีพ และหรือรายชื่อของสมาชิกในสมาคมของ O*NET ซึ่งถูกระบุตำแหน่งงาน (Cifuentes et al., 2010) วิธีการสุ่มตัวอย่างนี้มีความเหมาะสมเนื่องจากตัวอย่างมีคุณลักษณะเฉพาะที่เป็นเกณฑ์สำหรับการตีความข้อมูลที่มีความหมายเหมาะสม งานวิจัยนี้ใช้ชุดข้อมูลของ (O*NET, 2018) ประกอบด้วย 967 อาชีพเพื่อใช้ในการจัดอันดับการประเมินผลการทำงานด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถที่เป็นกิจกรรมการทำงานและรูปแบบการทำงาน การใช้แบบสอบถามและมาตราส่วนการจัดอันดับนี้สะท้อนให้เห็นถึงวิธีการที่ถูกยอมรับอย่างกว้างขวางที่สุดในการวิเคราะห์อาชีพด้านการทำงาน ตัวชี้วัดการประกอบอาชีพหรือตำแหน่ง แหล่งข้อมูลมาจากผู้ดำรงตำแหน่ง และผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีพ สำหรับการศึกษาในปัจจุบันข้อมูลจะถูกวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้การวิเคราะห์หาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) และนำเสนอในรูปตารางประกอบการบรรยาย

ส่วนที่ 2 ปัจจัยสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้งสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะใช้การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ส่วนที่ 3 การทดสอบสมมติฐานการวิจัย ใช้การทดสอบค่าที (t-test) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เพื่อนำปัจจัยไปวิเคราะห์องค์ประกอบกับตัวอย่างจริง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยงานวิศวกรรม 65 งานและงานที่ไม่เกี่ยวกับวิศวกรรม 902 งานในหลากหลายอาชีพ จาก 65 อาชีพด้านวิศวกรรม เป็นข้อมูลที่ไม่มีการระบุข้อมูลรายผู้ตอบด้านเพศ ด้านเชื้อชาติหรือชาติพันธุ์ได้เนื่องจากแบบสอบถาม O * NET ไม่มีการรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม หรือมีข้อมูลด้านส่วนบุคคลน้อย เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลไม่มีการระบุตัวตน เช่น ชื่อ ข้อมูลส่วนตัว หรือ ข้อมูลสถานที่ทำงาน ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลระดับบุคคล และไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือมอบให้กับการใช้งานของบุคคลทั่วไปได้ (O*NET, 2018)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่

ด้านประสบการณ์ทำงานในอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ตัวอย่างส่วนมากมีประสบการณ์ทำงานในอาชีพมากกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 82 รองลงมาประสบการณ์ทำงานใน

อาชีพ 5 ถึง 9 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.6 และประสบการณ์ทำงานในอาชีพน้อยสุด น้อยกว่า 1 ปี คิดเป็นร้อยละ 0.08

ด้านอายุงานในหน้าที่งานปัจจุบัน พบว่า ตัวอย่างของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากอายุงานในหน้าที่งานปัจจุบันมากกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 45.3% รองลงมาอายุงานในหน้าที่งานปัจจุบัน 1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.4 อายุงานในหน้าที่งานปัจจุบัน 6-9 ปี คิดเป็นร้อยละ15.4 และอายุงานในหน้าที่งานปัจจุบันน้อยสุด น้อยกว่า 1 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.2

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสมรรถนะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่

การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อใช้ระบุมิติหรือโครงสร้างพื้นฐานในข้อมูลและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อค้นหาชุดตัวแปรใหม่ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) จากการใช้แหล่งข้อมูลทุติยภูมิงานวิศวกรรม จำนวน 65 งาน ว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่สำคัญในสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกร โดยผู้ตอบให้คะแนนความสำคัญของนวัตกรรม (Important) 5 คะแนน (Likert scale 1 ไม่สำคัญถึง 5 สำคัญที่สุด) และให้คะแนนระดับความสามารถ (Level) 7 คะแนน (Likert scale 1 น้อยที่สุดถึง 5 มากที่สุด)

สมรรถนะทั่วไป (TABEE)

X1 = TOOL = Originality

X2 = SEDE = Response Orientation

X3 = TEAM = Developing and Building Teams

X4 = COMM = Communicating with Outsider

X5 = CRIT = Critical Thinking

X6 = TECD = Technology Design

X7 = PROB = Complex Problem Solving

X8 = INVE = Management of Financial Resource

X9 = LEAR = Active Learning

X10 = S = Science

X11 = M = Mathematics

X12 = ET = Engineering and Technology

X13 = ETHI = Philosophy and Theology

สมรรถนะเฉพาะ (A-to-F)

X14 = ACT = Initiation

X15 = BRE = Analytical Thinking

X16 = CRE = Independent

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

X17 = DEV = Persistence

X18 = EXE = Achievement/ Effort

X19 = FAC = Leadership

ผู้วิจัยต้องการใช้การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรก่อนใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) คือ คะแนนเฉลี่ย คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสำคัญ และระดับคะแนน แต่ละด้านหรือแต่ละตัวแปร

ตารางที่ 4-6 : สมรรถนะทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	Std. deviation
Innovation	65	3.83	0.40
X1	65	3.57	0.59
X2	65	1.13	1.16
X3	65	3.56	0.78
X4	65	4.05	0.84
X5	65	4.03	0.44
X6	65	2.43	0.99
X7	65	3.82	0.48
X8	65	2.02	0.88
X9	65	3.79	0.56
X10	65	3.29	1.11
X11	65	**4.83**	0.90
X12	65	**5.28**	1.13
X13	65	0.75	0.46
Valid N (listwise)	65		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับนวัตกรรม คะแนนเฉลี่ย 3.83 คะแนน ให้ระดับความสามารถ X12 วิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technology) มากที่สุด เพราะมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.28 คะแนน รองลงมาเป็น X11 คณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 4.83 คะแนน และให้ X13 จรรยาบรรณวิชาชีพ (Philosophy and Theology) ต่ำสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 0.75 คะแนน

ตารางที่ 4-7 : สมรรถนะเฉพาะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	Std. deviation
Innovation	65	3.83	0.40
X14	65	**4.02**	0.23
X15	65	3.81	0.32
X16	65	3.93	0.31
X17	65	**3.65**	0.36
X18	65	3.84	0.26
X19	65	**4.33**	0.32
Valid N (listwise)	65		

พบว่า กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับนวัตกรรม คะแนนเฉลี่ย 3.83 คะแนน ให้ระดับความสามารถ X19 ผู้สนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงาน (Leadership) มากที่สุด เพราะมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.33 คะแนน รองลงมาเป็น X14 ผู้ริเริ่มโครงการ (Initiation) ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 4.02 คะแนน และให้ X17 ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ (Persistence) ต่ำสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.65 คะแนน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัย เพื่อตรวจสอบความสำคัญทุกด้านปัจจัย หรือทุกตัวแปร มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยศึกษาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการทดสอบสมมิตฐาน

ตารางที่ 4-8 : สมรรถนะทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

Hypothesis	Relationship with Innovation	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation	Decision
H1	Originality	0.59	0.000	0.524**	Support
H2	Response Orientation	1.16	0.001	-0.395**	Support
H3	Developing and Building Teams	0.78	0.111	0.199	Not support
H4	Communicating with Outsider	0.84	0.039	0.257*	Support
H5	Critical Thinking	1.44	0.033	0.264*	Support
H6	Technology Design	0.99	0.000	0.505**	Support
H7	Complex Problem Solving	0.48	0.011	0.313*	Support
H8	Mgt. of Financial Resources	0.88	0.010	0.319**	Support
H9	Active Learning	0.56	0.011	0.313*	Support
H10	Science	1.11	0.134	0.188	Not Support
H11	Mathematics	0.90	0.000	0.467**	Support
H12	Engineering and Technology	1.13	0.000	0.51**	Support
H13	Philosophy and Theology	0.46	0.303	0.13	Not Support

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed) *0.05 level (2-tailed)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในตาราง 4-8 จะพบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในตารางที่ 4-8 ระบุว่าตัวแปร X1-X13 มีความสัมพันธ์มากกว่าที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนั้นตัวแปร

H1: X1 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .524

H2: X2 และ Innovation มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .395

H4: X4 และ Innovation มีความสัมพันธ์กัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .257

H5: X5 และ Innovation มีความสัมพันธ์กัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .264

H6: X6 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .505

H7: X7 และ Innovation มีความสัมพันธ์กัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .313

H8: X8 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .319

H9: X9 และ Innovation มีความสัมพันธ์กัน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .313

H10: X10 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .467

H11: X11 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .510

ตารางที่ 4-9 : สมรรถนะเฉพาะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

Hypothesis	Relationship with Innovation	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation	Decision
H14	Initiation	0.23	0.002	0.381**	Support
H15	Analytical Thinking	0.32	0.000	0.489**	Support
H16	Independent	0.31	0.025	0.279*	Support
H17	Persistent	0.36	0.000	0.471**	Support
H18	Achievement /Effort	0.26	0.000	0.425**	Support
H19	Leadership	0.32	0.9001	-0.016	Not Support

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed) *0.05 level (2-tailed)

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในตาราง 4-9 จะพบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในตารางที่ 4-9 ระบุว่าตัวแปร X14-X19 มีความสัมพันธ์มากกว่าที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนั้นตัวแปร

H14: X14 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .381

H15: X15 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .489

H16: X16 และ Innovation มีความสัมพันธ์กัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .279

H17: X17 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .471

H18: X18 และ Innovation มีความสัมพันธ์กันมาก สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .425

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย ใช้การทดสอบค่าที (t-test) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เพื่อนำปัจจัยไปวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยผู้วิจัยตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 19 ตัว ได้แก่ 13 ตัวแปร สมรรถนะทั่วไป และ 6 ตัวแปร สมรรถนะเฉพาะ ดังนี้

H_0: ตัวแปรสมรรถนะทั่วไปทั้ง 13 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: ตัวแปรสมรรถนะทั่วไปมีความสัมพันธ์กัน

จากโปรแกรม SPSS ให้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4-10 และตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-10 : สมรรถนะทั่วไปจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่า KMO and Bartlett's Test

Kaiser – Meyer - Olkin	Measure of Sampling Adequacy.	.900
Bartlett's Test of	Approx. Chi – Square	729.723
Sphericity	df	78
	Sig.	.000

ในที่นี้ได้ค่า KMO = .900 มีค่าใกล้ 1 จึงสรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 729.723 และค่า Sig. = .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงสรุปว่า H_1 จริง นั่นคือ ตัวแปร (X1, X2, ... ,X11) มีความสัมพันธ์กัน ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่อไปกับกลุ่มตัวอย่างจริงบัณฑิตวิศวกรรมไทย

H_0: ตัวแปรสมรรถนะเฉพาะทั้ง 6 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: ตัวแปรสมรรถนะเฉพาะมีความสัมพันธ์กัน

จากโปรแกรม SPSS ให้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 : สมรรถนะเฉพาะจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิแสดงค่า KMO and Bartlett's Test

Kaiser – Meyer - Olkin	Measure of Sampling Adequacy.	.819
Bartlett's Test of	Approx. Chi – Square	774.697
Sphericity	df	120
	Sig.	.000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในที่นี้ได้ค่า KMO = .819 มีค่าใกล้ 1 จึงสรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 774.697 และค่า Sig. = .000 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงสรุปว่า H_1 จริง นั่นคือ ตัวแปร (X14, X15, ..., X17) มีความสัมพันธ์กัน ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่อไปกับกลุ่มตัวอย่างจริงบัณฑิตวิศวกรรมไทย

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ทำให้มั่นใจได้ถึงการมีอยู่ของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ที่ผู้วิจัยได้สรุปผลของปัจจัยสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะของวิศวกรจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ O*NET ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ล้วนมีความแปรปรวนของปัจจัยเหล่านั้น การใช้ O*NET อาจ

ส่งผลท้าทายให้เกิดวิธีการวิจัยเพื่อตอบสนองความถูกต้องและการวิเคราะห์ปัจจัยต่อไป (Cifuentes et al., 2010) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันนั้นสัมพันธ์กับตัวแปรที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาในปัจจัยที่พบว่า ค่า p-value > .05 ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญของวิศวกรควรมุ่งเน้นที่ความสัมพันธ์กับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม ผลของคะแนนวิทยาศาสตร์ที่พบว่ามีค่าน้อยและไม่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการทำงานในนวัตกรรมแม้ว่าคะแนนวิทยาศาสตร์จะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงระดับของความสามารถทางด้านวิศวกรรมที่อาจเป็นความได้เปรียบสำหรับความรู้และนวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง (Lounsbury, Gibson, Sundstrom, Wilburn, & Loveland, 2004) รวมถึงความสามารถในการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา (Kraisuth & Panjakajornsak, 2018) คำนิยามความหมายวิทยาศาสตร์ของฐานข้อมูลทุติยภูมินี้พบว่าหมายถึงการใช้กฎและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการค้นหาและทดสอบที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Nature Science) นอกจากนี้การพัฒนาและการสร้างทีมงานพบว่าหมายถึงกิจกรรมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรมนุษย์และการจัดการองค์กร จริยธรรมพบว่าหมายถึงรูปแบบที่ประพฤติตามกันสืบทอดจากอดีตจนถึงปัจจุบันที่ไม่เกี่ยวข้องกับใบรับรองการทำงานเฉพาะทาง (Certificate) และความเป็นผู้นำ (Leadership) พบว่าหมายถึงตำแหน่งงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารองค์กร ทั้งสี่ปัจจัยดังกล่าวไม่สนับสนุนรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรมเนื่องค่า p > .05

4.2.2 การพัฒนาแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพจากข้อมูลปฐมภูมิ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก สำหรับขอบเขตการวิจัยที่แคบเฉพาะ (Narrow research scope) และกลุ่มเป้าหมายที่ลักษณะคล้ายคลึงกัน (Homogenous target audience) ใช้ตัวอย่างอย่างน้อย 12 ตัวอย่าง (Guest, Bunce, & Johnson, 2006) งานวิจัยนี้ใช้การวิจัยคุณภาพโดยสัมภาษณ์กับผู้บริหาร 12 ท่าน ที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปีในองค์กรต่างๆได้แก่ บริษัทเอกชน สถาบัน และที่ปรึกษาองค์กรด้านทรัพยากรมนุษย์ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ผู้บริหาร 3 คน ผู้จัดการ 6 คน ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์เชิงลึกผ่านชุดคำถามกึ่งโครงสร้างด้านปัจจัยสมรรถนะทั่วไปที่บัณฑิตวิศวกรรมพึงมีในการทำงานที่เกี่ยวข้องด้านบทบาทวิศวกรรม และปัจจัยสมรรถนะเฉพาะที่บัณฑิตวิศวกรรมทำงานที่เกี่ยวข้องด้านบทบาทนวัตกรรม

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

การสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง (Qualitative: Semi-structured interviewed) ผลจากการศึกษาโดยการใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคเชิงคุณภาพ ได้แก่ การศึกษาเอกสาร การ

สัมภาษณ์เจาะลึก โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสรรหาคัดเลือกในองค์กรเอกชน ผู้ทรงคุณวุฒิ มีประสบการณ์ทำงานนวัตกรรมทั้งไทยและสากล ผลการวิเคราะห์เพื่อประเมินปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบุคคล จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 ท่าน ว่าปัจจัยใด หรือองค์ประกอบใด ที่ให้ความสำคัญอย่างยิ่งว่าบัณฑิตวิศวกรรมที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมต้องพึงมีในนิยามของบริบทไทย ดังนี้

ตารางที่ 4-12 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ด้านบริษัท

บริษัท	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. Food Passion	1
2. I AM Consulting	1
3. Pandora	2
4. PEA	2
5. PTTLNG	1
6. SCG Cement	1
7. SCG Yamato Express	1
8. Solimac Group	1
9. Somboon Group (SBG)	1
รวม	12

พบว่า 12 บริษัทเป็นบริษัทในประเทศไทยที่มีการดำเนินงานธุรกิจภาคอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4-13 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านเพศ

เพศ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. ชาย	8
2. หญิง	4
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย 8 คน รองลงมาเป็นเพศหญิง 12 คน

ตารางที่ 4-14 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านอายุเฉลี่ย

อายุ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. อายุ 30-39 ปี	9
2. อายุ 40-49 ปี	2
3. อายุ 50-59 ปี	1
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่อายุเฉลี่ย 30–39 ปี รองลงมา อายุ 40-49 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-15 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. ปริญญาตรี	5
2. ปริญญาโท	7
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาปริญญาโท 7 ท่าน

ตารางที่ 4-16 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านสาขาการศึกษา

สาขาการศึกษา	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. ปริญญาตรี เทคโนโลยีสารสนเทศน์	1
2. ปริญญาตรี นิเทศบริหารการสื่อสาร	1
3. ปริญญาตรี รัฐศาสตร์	2
4. ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์	2
5. ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์	6
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่จบการศึกษาสาขาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์

ตารางที่ 4-17 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านการรับทุนการศึกษา

ทุนการศึกษา	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เคยรับทุนการศึกษา	4
2. ไม่เคยรับทุนการศึกษา	8
รวม	12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับทุนการศึกษา

ตารางที่ 4-18 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านบทบาทงาน

บทบาทงาน	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. HROD และคัดเลือกบุคคลเข้าทำงาน	5
2. นวัตกรรม และคัดเลือกบุคคลเข้าทำงาน	1
3. บริหาร และคัดเลือกบุคคลเข้าทำงาน	5
4. วางแผน และเสนอแนะคัดเลือก	1
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีบทบาทงานเกี่ยวข้องกับ HROD และคัดเลือกบุคคลเข้าทำงาน

ตารางที่ 4-19 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านตำแหน่งงาน

ตำแหน่งงาน	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. ผู้จัดการสายงาน HROD	4
2. ผู้บริหารและผู้จัดการสาขา HROD	1
3. พนักงานสายงาน HROD	1
4. พนักงานสายงานวางแผนกลยุทธ์	1
5. ผู้บริหารสายงานวิศวกรรมและนวัตกรรม	2
6. ผู้บริหารสายงานขายและการตลาด	1
7. ผู้ช่วยผู้อำนวยการสายงานวิศวกรรม	1
8. ผู้ช่วยหัวหน้าแผนกสายงานนวัตกรรม	1
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นผู้จัดการสายงาน HROD

ตารางที่ 4-20 : ผลการวิจัยส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปด้านอายุงานในองค์กรปัจจุบัน

ตำแหน่งงาน	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. อายุงาน 0-5 ปี	4
2. อายุงาน 6-10 ปี	2
3. อายุงาน 11-15 ปี	4
4. อายุงาน 16-20 ปี	1
5. อายุงาน 31-35 ปี	1
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่อายุงานในองค์กรปัจจุบัน ระหว่าง 0-5 ปี และ อายุงานระหว่าง 6-10 ปี

ตารางที่ 4-21 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้านความสามารถทำงานได้หลากหลายตำแหน่งงาน

สามารถทำงานได้หลากหลายตำแหน่งงาน	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	1
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	5
3. เห็นด้วยมาก	4
4. เห็นด้วยมากที่สุด	2
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยค่อนข้างมากด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้านความสามารถทำงานได้หลากหลายตำแหน่งงาน

ตารางที่ 4-22 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม การจัดกลุ่มงานในรูปแบบ ผู้จัดการ เทคนิค เทคโนโลยี วิศวกร

การจัดกลุ่มงานวิศวกร	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. ไม่เห็นด้วยถ้าเป็นองค์กรที่เน้นนวัตกรรม	1
2. ไม่แน่ใจ	4
3. เห็นด้วย	1
4. เห็นด้วยค่อนข้างน้อย	1
5. เห็นด้วยใช้ได้ขึ้นกับขนาดองค์กร	1
6. เห็นด้วยตามวิชาชีพวิศวกร	1
7. เห็นด้วยแต่ไม่รวมเทคนิค	1
8. เห็นด้วยน้อย	1
9. เห็นด้วยปานกลาง	1
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ในแน่ใจด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม การจัดกลุ่มงานในรูปแบบ ผู้จัดการ เทคนิค เทคโนโลยี วิศวกร

ตารางที่ 4-23 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ตามมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถนะทั่วไป TABEE	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	2
2. เห็นด้วยมาก	5
3. เห็นด้วยมากที่สุด	5
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากถึงมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ตามมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

ตารางที่ 4-24 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

TABEE ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยมาก	6
2. เห็นด้วยมากที่สุด	6
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากถึงมากที่สุดด้านพบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากถึงมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4-25 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม

TABEE การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
2. เห็นด้วยมาก	4
3. เห็นด้วยมากที่สุด	7
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-26 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหา

TABEE ออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหา	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	1
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	5
3. เห็นด้วยมาก	3
4. เห็นด้วยมากที่สุด	3
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยค่อนข้างมากด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหา

ตารางที่ 4-27 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การพิจารณาตรวจสอบ

TABEE การพิจารณาตรวจสอบ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	1
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	5
3. เห็นด้วยมาก	3
4. เห็นด้วยมากที่สุด	3
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยค่อนข้างมากด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การพิจารณาตรวจสอบ

ตารางที่ 4-28 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย

TABEE การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยน้อย	1
2. เห็นด้วยปานกลาง	2
3. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	3
4. เห็นด้วยมาก	4
5. เห็นด้วยมากที่สุด	2
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-29 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การทำงานร่วมกันเป็นทีม

TABEE การทำงานร่วมกันเป็นทีม	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	2
2. เห็นด้วยมาก	2
3. เห็นด้วยมากที่สุด	8
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การทำงานร่วมกันเป็นทีม

ตารางที่ 4-30 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การติดต่อสื่อสาร

TABEE การติดต่อสื่อสาร	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	2
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	3
3. เห็นด้วยมาก	5
4. เห็นด้วยมากที่สุด	2
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การติดต่อสื่อสาร

ตารางที่ 4-31 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม

TABEE สังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนายั่งยืน วิชาชีพ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	2
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	3
3. เห็นด้วยมาก	2
4. เห็นด้วยมากที่สุด	5
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม

ตารางที่ 4-32 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE จรรยาบรรณวิชาชีพ

TABEE จรรยาบรรณวิชาชีพ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
2. เห็นด้วยมาก	1
3. เห็นด้วยมากที่สุด	10
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE จรรยาบรรณวิชาชีพ

ตารางที่ 4-33 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน

TABEE การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	7
2. เห็นด้วยมาก	3
3. เห็นด้วยมากที่สุด	2
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยค่อนข้างมากด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน

ตารางที่ 4-34 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การเรียนรู้ตลอดชีวิต

TABEE การเรียนรู้ตลอดชีวิต	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	2
2. เห็นด้วยมาก	3
3. เห็นด้วยมากที่สุด	7
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE การเรียนรู้ตลอดชีวิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-35 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE ข้อเสนอแนะ

TABEE ข้อเสนอแนะ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. Disruptive พร้อม Diversity	1
2. Passion	1
3. Positive Thinking	1
4. วัดที่วิศวกรแทนการวัดที่สถาบัน	1
5. ปรับตัวเข้ากับวัฒนธรรมองค์กรด้วยGrowth mindset	1
6. การสื่อสารโน้มน้าวให้ผู้อื่นเข้าใจคล้อยตาม	1
7. ภาษาอังกฤษ	1
8. ไม่เสนอแนะเพราะครบถ้วนแล้ว	5
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่เสนอแนะเพิ่มเติมด้านสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ด้าน TABEE เพราะครบถ้วนแล้ว

ตารางที่ 4-36 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม สมาชิกในทีมงานนวัตกรรมในรูปแบบ A ถึง F

สมาชิกในทีมงานนวัตกรรมในรูปแบบ A ถึง F	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	2
2. เห็นด้วยมาก	5
3. เห็นด้วยมากที่สุด	5
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากถึงมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม สมาชิกในทีมงานนวัตกรรมในรูปแบบ A ถึง F

ตารางที่ 4-37 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม วิธีใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม

วิธีใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงาน	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. แทนที่วิธีเดิม 75%	1
2. แทนที่วิธีเดิม 80%	1
3. แทนที่วิธีเดิม 100%	1
4. เพิ่มจากวิธีเดิม 30%	3
5. เพิ่มจากวิธีเดิม 50%	2
6. เพิ่มจากวิธีเดิม 70%	1
7. เพิ่มจากวิธีเดิม 80%	1
8. เพิ่มจากวิธีเดิม 100%	5
รวม	12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม ใช้วิธีรูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรมเพิ่มจากวิธีเดิม 100%

ตารางที่ 4-38 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม วิธีการเดิมในการเลือกเป็นอุปสรรคต่อการเลือกสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม

วิธีการเดิมในการเลือกเป็นอุปสรรค	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เป็น	1

วิธีการเดิมในการเลือกเป็นอุปสรรค	จำนวนผู้สัมภาษณ์
2. เป็นแต่ยังใช้ได้อยู่	1
3. เป็นในช่วงแรกที่ไม่เห็นเด่นชัดครั้งแรกที่เลือก	1
4. เป็นเมื่อเครื่องมือประเมินไม่เหมาะสม	3
5. ไม่เป็นเมื่อใช้ผู้เชี่ยวชาญ ผู้มีประสบการณ์	1
6. ไม่เป็นแต่ไม่เพียงพอ	1
7. ไม่เป็นแต่ยังไม่สามารถตอบโจทย์ได้	1
8. ไม่เป็นแต่ต้องคำนึงด้านอื่นเพิ่ม	1
9. ไม่เป็นเพราะเน้นเลือกคนทำเป็นเคยทำ	1
10. ไม่เป็นเพียงพอในการเลือก	1
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมวิธีการเดิมในการเลือกเป็นอุปสรรคต่อการเลือกสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมไม่เหมาะสม 3 ท่าน

ตารางที่ 4-39 : ผลการวิจัยส่วนที่ 2 แสดงผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม ควรใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม

ควรใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือก	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. ควร	12
2. ไม่ควร	-
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านให้ความคิดเห็นด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมควรใช้รูปแบบ A ถึง F ในการเลือกบัณฑิตวิศวกรรมทำงานด้านนวัตกรรม

ตารางที่ 4-40 : ผลการวิจัยส่วนที่ 2 แสดงผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม รูปแบบ A ถึง F เป็นสมรรถนะเฉพาะในการทำงานด้านนวัตกรรม

รูปแบบ A ถึง F เป็นสมรรถนะเฉพาะ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	1
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
3. เห็นด้วยมาก	8
4. เห็นด้วยมากที่สุด	2
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ A ถึง F เป็นสมรรถนะเฉพาะในการทำงานด้านนวัตกรรม

ตารางที่ 4-41 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้ริเริ่ม (Activator)

การเป็นผู้ริเริ่ม (Activator)	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
2. เห็นด้วยมาก	4
3. เห็นด้วยมากที่สุด	7
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ การเป็นผู้ริเริ่ม (Activator)

ตารางที่ 4-42 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้ค้นหา (Browser)

การเป็นผู้ค้นหา (Browser)	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	2
2. เห็นด้วยมาก	5
3. เห็นด้วยมากที่สุด	5
รวม	12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากถึงมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ การเป็นผู้ค้นหา (Browser)

ตารางที่ 4-43 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้สร้างสรรค์ (Creator)

การเป็นผู้สร้างสรรค์ (Creator)	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
2. เห็นด้วยมาก	3
3. เห็นด้วยมากที่สุด	8
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ การเป็นผู้สร้างสรรค์ (Creator)

ตารางที่ 4-44 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้พัฒนา (Developer)

การเป็นผู้พัฒนา (Developer)	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	3
2. เห็นด้วยมาก	4
3. เห็นด้วยมากที่สุด	5
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ การเป็นผู้พัฒนา (Developer)

ตารางที่ 4-45 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้ลงมือทำ (Executor)

การเป็นผู้ลงมือทำ (Executor)	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
2. เห็นด้วยมาก	3
3. เห็นด้วยมากที่สุด	8
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ การเป็นผู้ลงมือทำ (Executor)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-46 : ผลความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เรื่องสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การเป็นผู้สนับสนุน (Facilitator)

การเป็นผู้สนับสนุน (Facilitator)	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. เห็นด้วยปานกลาง	1
2. เห็นด้วยค่อนข้างมาก	1
3. เห็นด้วยมาก	4
4. เห็นด้วยมากที่สุด	6
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุดด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมรูปแบบ การเป็นผู้ลงมือทำ (Executor)

ตารางที่ 4-47 : ผลข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะ

แสดงผลข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะ	จำนวนผู้สัมภาษณ์
1. Growth mindset lead ไปสู่การจูงใจเต็มใจทำงาน	1
2. Intrapreneur การเป็นผู้ประกอบการในบริษัท	1
3. learning by doing with effort and achievement	1
4. Passion	3
5. แก้ไขอุปสรรคที่เป็นเป็น Mindset การคัดเลือกบุคคล	1
6. จิตสำนึก ทัศนคติ Positive	1
7. นวัตกรรมอาจมีมากกว่า 6 รูปแบบให้มี success case	1
8. ผสมผสานด้านศิลปะ ออกแบบ พร้อมกับวิทยาศาสตร์	1
9. เครื่องมือวัดได้จริงน่าเชื่อถือ Match ทั้งคนเลือกและถูกเลือก	1
10. สื่อสารทั้งในทีมและนอกทีมให้เกิดการจูงใจเต็มใจทำตาม	1
11. ไม่แสดงความคิดเห็น	2
รวม	12

พบว่า ตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ 3 ท่านเสนอแนะ ด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม เรื่อง Passion

ตารางที่ 4-48 : สรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่านที่มีต่อ ปัจจัย TABEE ที่สัมพันธ์กับรูปแบบสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม

Hypothesis	Attributes	No. of Experts	Decision
H1	Originality	12	Supported
H2	Response Orientation	12	Supported
H3	Developing & Building Teams	12	Supported
H4	Communicating with Outsider	12	Supported
H5	Science	12	Supported
H6	Critical Thinking	12	Supported
H7	Technology Design	12	Supported
H8	Complex Problem Solving	12	Supported
H9	Management of Financial Resources	12	Supported
H10	Active Learning	12	Supported
H11	Mathematics	12	Supported
H12	Engineering & Technology	12	Supported
H13	Philosophy & Theology	12	Supported

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านสนับสนุนปัจจัย TABEE สัมพันธ์กับรูปแบบสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม

ตารางที่ 4-49 : สรุปผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่านที่มีต่อ ปัจจัย A ถึง F โมเดล ที่สัมพันธ์กับรูปแบบสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม

Hypothesis	Attributes	No. of Experts	Decision
H14	Originality	12	Supported
H15	Response Orientation	12	Supported
H16	Developing & Building Teams	12	Supported
H17	Communicating with Outsider	12	Supported
H18	Science	12	Supported
H19	Philosophy & Theology	12	Supported

พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านสนับสนุนปัจจัย A ถึง F โมเดล สัมพันธ์กับรูปแบบสไตล์การทำงานด้านนวัตกรรม

ผลการวิจัยทางสถิติของปัจจัยที่ใช้พัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ และการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้างโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ (เอื้อมพร หลินเจริญ, 2555) พบว่ามีปัจจัยสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม (TABEE) และปัจจัยสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (A ถึง F โมเดล) ที่เป็นองค์ประกอบด้านสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในบริบทไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.3 การพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผู้วิจัยใช้วิธีการดำเนินการให้ได้ผลลัพธ์ในการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ได้แก่ การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน โดยใช้เครื่องมือ IOC - Content Analysis การวิเคราะห์ค่า IOC ได้ค่า IOC มากกว่า 6.51 และนำเครื่องมือที่สร้างขึ้น

ไปทดสอบ Try- Out กับกลุ่มตัวอย่างทดลองเพื่อพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมด้วยการทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามการวิจัยเชิงปริมาณที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิศวกรรมที่ทำงานในองค์กรจำนวน 30 คน เพื่อนำมาทดสอบ (Try Out) วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยเป็นประเภทการวัดความเชื่อถือได้ที่วัดความสอดคล้องภายในชุดเดียวกัน (Internal Consistency) ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์โดยวิธีแบบวัดครั้งเดียวด้วยวิธี Cronbach's Alpha Coefficient ได้ค่า 0.934 จากการทดสอบเครื่องมือแล้วนำเครื่องมือที่ทดสอบมาพิจารณาปรับปรุงให้เป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ ชัดเจน ถูกต้องครบถ้วนตรงกับวัตถุประสงค์การวิจัย จึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป การพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมด้วยแบบสอบถามการวิจัยเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาตัวชี้วัดถึงการรับรู้ความสามารถของตนเอง ทั้งสมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรมและสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทย

การตรวจสอบเครื่องมือวัดที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรม ใช้การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถามและเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ และวิเคราะห์ผลการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ การวิจัยครั้งนี้ผ่านเกณฑ์พิจารณาตามแนวคิดของ Lawshe (1975) เรื่องดัชนีความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ข้อคำถามมุ่งวัดกับสมรรถนะ ตามสูตรคำนวณได้ค่าอัตราส่วนความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของข้อคำถาม (Content Validity Ratio) และดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องของเครื่องมือ (Content Validity Index) (รายละเอียดภาคผนวก ก) ตามที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบ Try- Out กับบริษัทตัวอย่างทดลอง หลังจากนั้นตรวจสอบเครื่องมือวัด Content Validity Ratio & Content Validity Index Items Analysis & Test Analysis และวิเคราะห์ผลของค่าที่ได้มีความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ข้อคำถามมุ่งวัดกับสมรรถนะความเที่ยงของเครื่องมือ

อ้างอิงจาก (Bandura, 1999) นักจิตวิทยาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทางสังคมที่มีอิทธิพลต่อได้ให้ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) หมายถึงความเชื่อในความสามารถของคนหนึ่งในการจัดระเบียบและดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติที่จำเป็นในการจัดการสถานการณ์ที่คาดหวัง การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นประเด็นที่สำคัญสำหรับกลุ่มนักจิตวิทยาและนักการศึกษาและอาจมีผลกระทบของสภาวะทางจิตใจที่เกิดจากแรงจูงใจส่งผลต่อพฤติกรรมของบุคคลแต่ละคน รวมถึงความเชื่อของแต่ละบุคคลในความสามารถของแต่ละคนที่จะประสบความสำเร็จ ซึ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองมีบทบาทสำคัญในการคิดและความรู้สึกของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังช่วยให้บุคคลนั้นสามารถสรรค์สร้างและกำหนดประเภทของเป้าหมายที่ตั้งไว้และวิธีการที่จะทำให้ไปถึงเป้าหมายเหล่านั้น

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยตรวจสอบเครื่องมือในการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเอง เช่นเดียวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองตามทฤษฎีของ (Bandura, 1999) เนื่องจากการรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นเรื่องเกี่ยวกับความเชื่อของบุคคลในความสามารถของบุคคลนั้นซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ การรับรู้ความสามารถของตนเองมีบทบาทสำคัญในการทำงานไม่เพียงส่งผลกระทบต่อความรู้สึก แต่ยังเป็นความเชื่อของคนหนึ่งเกี่ยวกับความสามารถในการปฏิบัติตน ความเชื่อที่มีประสิทธิภาพของตนเองสามารถมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในสถานที่ทำงาน มีแนวโน้มใช้ความพยายามเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในตนเอง

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงประยุกต์ใช้การวัดความสามารถของตนเอง ตามทฤษฎีของ Bandura (1999) สำหรับการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 สมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม และส่วนที่ 3 สมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4-50 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม การให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ความยินยอม	จำนวน	ร้อยละ
ยินยอม	30	100
ไม่ยินยอม	0	0
รวม	30	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4-51 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.)

การศึกษา วศ.บ.	จำนวน	ร้อยละ
ใช่	30	100
ไม่ใช่	0	0
รวม	30	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคน จบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4-52 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	26	86.7
หญิง	4	13.3
รวม	30	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก เป็นเพศชาย จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.7 และเพศ หญิง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.3

ตารางที่ 4-53 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 20 ปี	-	-
20-29 ปี	12	40.0
30-39 ปี	13	43.3
40-49 ปี	5	16.7
50-59 ปี	-	-
มากกว่า 60 ปีขึ้นไป	-	-
รวม	30	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก อายุ 30–39 ปี จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 43.3 รองลงมาอายุ 20-29 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และน้อยสุดอายุ 40-49 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.7

ตารางที่ 4-54 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วุฒิการศึกษาสูงสุด

วุฒิการศึกษาสูงสุด	จำนวน	ร้อยละ
ด้านวิศวกรรม	27	90
ด้านอื่นๆที่ไม่ใช่วิศวกรรม	3	10
รวม	30	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามวุฒิการศึกษาสูงสุดด้านวิศวกรรม จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90 และน้อยสุดด้านอื่นๆ ที่ไม่ใช่วิศวกรรม จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10

ตารางที่ 4-55 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา

ประสบการณ์ทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 1 ปี	3	10.0
1-5 ปี	1	3.3
6-10 ปี	8	26.7
11-15 ปี	10	33.3
16-20 ปี	4	13.3
มากกว่า 20 ปีขึ้นไป	4	13.3
รวม	30	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา 11-15 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3 รองลงมา ประสบการณ์ทำงาน 6-10 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7 และน้อยสุด ประสบการณ์ทำงาน 1-5 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3

ตารางที่ 4-56 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม

ตำแหน่งงานวิศวกรรม	จำนวน	ร้อยละ
เกี่ยวข้อง	21	70
ไม่เกี่ยวข้อง	9	30
รวม	30	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70

ตารางที่ 4-57 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม

ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 1 ปี	7	23.3
1-5 ปี	11	36.7

ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม	จำนวน	ร้อยละ
6-10 ปี	8	26.7
11-15 ปี	3	10.0
16-20 ปี	-	-
มากกว่า 20 ปีขึ้นไป	1	3.3
รวม	30	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม 1-5 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.7 รองลงมา 6-10 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7 น้อยกว่า 1 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.3 และน้อยสุด มากกว่า 20 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3

ส่วนที่ 2 สมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม

การแปลความหมายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) **กรณีมาตรประมาณค่า 5 ระดับ** (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545) ดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่ามากกว่า 1.75 หมายถึงมีความแตกต่างกันมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างค่า 1.25 – 1.75 หมายถึงมีความแตกต่างค่อนข้างมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าน้อยกว่า 1.25 หมายถึงมีความแตกต่างกันน้อยหรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-58 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ตัวแปร Coding	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสำคัญ		
		($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
TOOL	การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม	4.43	0.50	มาก
SEDE	กิจกรรมสังคมสิ่งแวดล้อมการพัฒนาที่ยั่งยืนวิชาชีพวิศวกรรม	4.07	0.74	มาก
COMM	การติดต่อสื่อสาร	4.27	0.74	มาก
TEAM	การทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.57	0.50	มากที่สุด
CRTI	การคิดเชิงวิพากษ์	3.80	0.85	มาก
TECD	การออกแบบเทคโนโลยี	4.23	0.73	มาก
PROB	การพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน	3.73	0.87	มาก
INVE	การบริหารงานและการลงทุน	4.10	0.85	มาก
LEAR	การเรียนรู้ตลอดชีพ	4.40	0.81	มาก
STEM	ความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	3.87	1.04	มาก
ETHI	จรรยาบรรณวิชาชีพ	4.07	0.91	มาก
รวม		4.14	0.78	มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

พบว่า ความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ การทำงานร่วมกันเป็นทีม รองลงมาได้แก่ ด้านการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน และด้านการคิดเชิงวิพากษ์ ตามลำดับ และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 11 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=.78) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่าง Try-Out มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

การแปลความหมายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) **กรณีมาตรประมาณค่า 7 ระดับ** (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545) ดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่ามากกว่า 3.40 หมายถึง มีความแตกต่างกันมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างค่า 2.60 - 3.40 หมายถึง มีความแตกต่างค่อนข้างมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าน้อยกว่า 2.60 หมายถึงมีความแตกต่างกันน้อยหรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-59 : จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
ด้านการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม			4.66	1.25	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	30	4.70	1.21	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการทำงานได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	30	4.60	1.19	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านสามารถพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการแก้ไขปัญหา	30	4.67	1.35	ค่อนข้างมาก
ด้านกิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม			4.26	1.36	ปานกลาง
1.	ท่านเข้าใจการรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมกับบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม	30	4.33	1.47	ปานกลาง
2.	ท่านสามารถใช้วิชาชีพวิศวกรรมโดยตระหนักถึงบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	30	4.37	1.16	ปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
3.	ท่านสามารถประเมินผลกระทบการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมต่อสังคมสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน	30	4.07	1.46	ปานกลาง
ด้านการติดต่อสื่อสาร			4.91	1.34	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	30	4.93	1.39	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถเป็นตัวแทนองค์กร ในการติดต่อกับบุคคลภายนอกองค์กร	30	4.90	1.32	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านสามารถใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมเช่นการเขียนจดหมาย ทางโทรศัพท์ หรืออีเมล์ เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	30	4.90	1.32	ค่อนข้างมาก
ด้านการทำงานร่วมกันเป็นทีม			5.10	1.32	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถพัฒนาทีมพร้อมกับการสนับสนุนการทำงานเป็นทีม	30	4.97	1.38	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกัน หรือความเคารพต่อสมาชิกในทีม	30	5.23	1.28	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านสามารถสร้างความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม	30	5.10	1.30	ค่อนข้างมาก
ด้านการคิดเชิงวิพากษ์			4.81	1.25	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ไขปัญหา	30	4.70	1.32	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถใช้ตรรกะในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการต่างๆเพื่อหาพิจารณาแนวทางในการแก้ไขปัญหา	30	4.67	1.18	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านสามารถใช้เหตุผลในการประเมินเพื่อหาข้อสรุป หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม	30	5.07	1.26	ค่อนข้างมาก
ด้านการออกแบบเทคโนโลยี			4.22	1.39	ปานกลาง
1.	ท่านสามารถออกแบบเทคโนโลยีที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	30	4.37	1.43	ปานกลาง
2.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการผลิตของแผนงานทางเทคนิคที่มีความแม่นยำ พิมพ์เขียว ภาพร่าง และแบบจำลองต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	30	4.07	1.34	ปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
3.	ท่านเข้าใจหลักการทางเทคนิค และสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทำงานจริง	30	4.23	1.41	ปานกลาง
ด้านการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน			4.72	1.14	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้	30	4.63	1.16	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	30	4.73	1.17	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านสามารถประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบได้	30	4.80	1.10	ค่อนข้างมาก
ด้านการบริหารงานและการลงทุน			4.35	1.35	ปานกลาง
1.	ท่านสามารถจัดการทรัพยากรโดยกำหนดวิธีการที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานสำเร็จอย่างเหมาะสมคุ้มค่า	30	4.43	1.28	ปานกลาง
2.	ท่านสามารถตรวจสอบเพื่อควบคุมทรัพยากรหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น	30	4.40	1.30	ปานกลาง
3.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับหลักการธุรกิจและการจัดการ ด้านการจัดสรรทรัพยากร ทรัพยากรมนุษย์ การผลิต การวางแผน และการประสานงาน เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์	30	4.23	1.48	ปานกลาง
ด้านการเรียนรู้ตลอดชีพ			5.10	1.22	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นเพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ	30	5.17	1.39	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านเข้าใจและสามารถตีความข้อมูลหรือความรู้ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจทั้งปัจจุบันและอนาคต	30	4.87	1.14	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านตระหนักถึงความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิต	30	5.27	1.14	ค่อนข้างมาก
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์			4.82	1.16	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านมีความรู้คณิตศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน	29	4.90	1.11	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านมีความรู้วิทยาศาสตร์เพียงพอต่อทำงาน	29	4.72	1.19	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านมีความรู้วิศวกรรมศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน	29	4.83	1.17	ค่อนข้างมาก
ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ			4.68	1.13	ค่อนข้างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
1.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ หลักการพื้นฐานทางจริยธรรม และแนวปฏิบัติ ที่คำนึงถึงผลกระทบต่อมนุษย์ และสังคม	30	4.73	1.17	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพในการทำงานด้านวิศวกรรม	30	4.67	1.03	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ และสามารถประยุกต์ใช้ในวัฒนธรรมที่แตกต่างและหลากหลายได้	30	4.63	1.19	ค่อนข้างมาก
รวม			4.69	1.27	ค่อนข้างมาก

พบว่า ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านการทำงานร่วมกันเป็นทีม ด้านการเรียนรู้ตลอดชีพ รองลงมาได้แก่ ด้านการติดต่อสื่อสาร และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการออกแบบเทคโนโลยี

และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 11 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=1.27) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่าง Try-Out มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

ส่วนที่ 3 สมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม

การแปลความหมายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) **กรณีมาตรประมาณค่า 5 ระดับ** (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545) ดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่ามากกว่า 1.75 หมายถึง มีความแตกต่างกันมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างค่า 1.25 – 1.75 หมายถึง มีความแตกต่างค่อนข้างมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าน้อยกว่า 1.25 หมายถึงมีความแตกต่างกันน้อยหรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-60 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ตัวแปร Coding	ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสำคัญ		
		($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
ACT	การคิดริเริ่ม	3.83	1.02	มาก
BRO	การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์	3.87	0.78	มาก
CRE	การคิดสร้างสรรค์	4.03	1.13	มาก
DEV	การพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์	3.80	0.81	มาก
EXC	การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง	3.83	0.91	มาก
FAC	การสนับสนุนอำนวยการ	3.77	0.82	มาก
รวม		3.86	0.91	มาก

พบว่า ความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ การทำงานร่วมกันเป็นทีม รองลงมาได้แก่ ด้านการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน และด้านการคิดเชิงวิพากษ์ ตามลำดับ และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 6 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=0.91) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่าง Try-Out มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

การแปลความหมายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) **กรณีมาตรประมาณค่า 7 ระดับ** (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545) ดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่ามากกว่า 3.40 หมายถึง มีความแตกต่างกันมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าระหว่าง 2.60 - 3.40 หมายถึง มีความแตกต่างค่อนข้างมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าน้อยกว่า 2.60 หมายถึงมีความแตกต่างกันน้อยหรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4-61 : จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะเฉพาะ

ข้อ	ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสามารถ			
		N	($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
ACT ด้านการคิดริเริ่ม			4.60	1.41	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถเริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ	30	4.20	1.52	ปานกลาง
2.	ท่านสามารถริเริ่มรูปแบบใหม่ในการทำงาน	30	4.57	1.41	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านเต็มใจรับหน้าที่งานที่ท้าทาย	30	5.03	1.30	ค่อนข้างมาก
BRO ด้านการค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์			4.71	1.32	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถวิเคราะห์และเลือกข้อมูลเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	30	4.73	1.39	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถค้นหาข้อมูล จัดหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนร่วมงานได้	30	4.70	1.32	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านติดตามความรู้ หรือข้อมูลที่ทันสมัยอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานทั้งกระบวนการให้กับเพื่อนร่วมงานได้	30	4.70	1.26	ค่อนข้างมาก
CRE ด้านการคิดสร้างสรรค์			4.57	1.21	ค่อนข้างมาก
1.	ท่านสามารถสร้างหรือให้แนวคิดกับทีมงานโดยค้นหาแนวทางในทุกขั้นตอนของความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่	29	4.66	1.23	ค่อนข้างมาก
2.	ท่านสามารถคิดทางเลือกที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาแนวคิดใหม่ เพื่อตอบปัญหาที่เกี่ยวกับงาน	29	4.59	1.09	ค่อนข้างมาก
3.	ท่านสามารถพัฒนา ออกแบบ หรือประยุกต์สร้างสิ่งใหม่ จากความคิด ความสัมพันธ์ จนเป็นระบบหรือผลิตภัณฑ์ ตามที่บริษัทต้องการ	29	4.45	1.30	ค่อนข้างมาก
DEV ด้านการพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์			4.27	1.33	ปานกลาง
1.	ท่านสามารถพัฒนา คิดค้น ไปสู่การประดิษฐ์ หรือการสร้างนวัตกรรมให้องค์กรได้	30	4.10	1.32	ปานกลาง
2.	ท่านแสดงออกได้อย่างอิสระด้านแนวคิด เพื่อพัฒนางาน	30	4.37	1.35	ปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสามารถ			
		N	($\overline{X}$)	(S.D)	แปลผล
3.	ท่านสามารถเปลี่ยนความคิด หรือวิธีการ ให้เป็นสิ่งที่ "จับต้อง" (ผลิตภัณฑ์และบริการ) ได้	30	4.33	1.32	ปานกลาง
EXC ด้านการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง			4.36	1.47	ปานกลาง
1.	ท่านใช้ความพยายามที่จะนำสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมที่อยู่ระหว่างการพัฒนาไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง และสร้างมูลค่าให้กับบริษัท	29	4.24	1.43	ปานกลาง
2.	ท่านเข้าใจหลักการ วิธีการ กลยุทธ์ทางการขาย และการตลาด	29	4.38	1.59	ปานกลาง
3.	ท่านมีความทุ่มเทเพื่อนำนวัตกรรมไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ได้จริง	29	4.45	1.38	ค่อนข้างมาก
FAC ด้านการสนับสนุนอำนวยการ					
1.	ท่านสามารถคุมค่าใช้จ่าย การลงทุนที่จำเป็น ในเรื่องใหม่ สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เพื่อสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม		4.21	1.41	ปานกลาง
2.	ท่านเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานและสามารถหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้งานเป็นไปอย่างราบรื่น	30	4.00	1.41	ปานกลาง
3.	ท่านเต็มใจที่จะให้ข้อคิดเห็นและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน และรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ	30	4.27	1.39	ปานกลาง
รวม			4.45	1.36	ค่อนข้างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านการค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์ รองลงมาได้แก่ ด้านการการคิดริเริ่ม และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการสนับสนุนอำนวยการ และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 6 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=1.36) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อย หมายความว่ากลุ่มตัวอย่าง Try-Out มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกกัน หรือใกล้เคียงกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมได้ตามวัตถุประสงค์คือองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรใน

บริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม ประกอบด้วย สมรรถนะทั่วไปตามบทบาทวิศวกรรม และสมรรถนะเฉพาะตามบทบาทนวัตกรรม ดังตารางที่ 4-65 และตารางที่ 4-66

ตารางที่ 4-62 : สมรรถนะทั่วไปสำหรับใช้ในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

รหัส (code)	สมรรถนะทั่วไป (General Competency)	คุณลักษณะส่วนบุคคล (personal attributes)		ทักษะ (skill)	ความรู้ (Knowledge)
		ความสามารถ (ability)	ความสามารถในงาน (work activity)		
TOOL	การใช้เครื่องมือที่ทันสมัย Modern Tool Usage	x			
SEDE	กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน Society, Environment, Sustainability, and Engineering Profession	x			
COMM	การติดต่อสื่อสาร Communication		x		
TEAM	การทำงานร่วมกันเป็นทีม Individual and Team Work		x		
CRTI	การคิดเชิงวิพากษ์ Engineering Problems Analysis			x	
TECD	การออกแบบเทคโนโลยี Design and Development finding Solutions for Complex Engineering Problems			x	
PROB	การพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน Investigation			x	
INVE	การบริหารงานและการลงทุน Project Management and Finance			x	
LEAR	การเรียนรู้ตลอดชีพ Lifelong Learning			x	
STEM	ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ Knowledge of Mathematics, Sciences and Engineering				x
ETHI	จรรยาบรรณวิชาชีพ Ethics				x

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-63 : สมรรถนะเฉพาะสำหรับใช้ในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

รหัส	สมรรถนะเฉพาะ (Specific Competency)	รูปแบบการทำงาน (work style) ที่มีความสัมพันธ์กับ นวัตกรรม (Innovation)					
		ริเริ่ม Activators	ค้นหา Browsers	สร้างสรรค์ Creators	พัฒนา Developers	ลงมือ Executors	ส่งเสริม Facilitators
ACT	การคิดริเริ่ม Initiation	X					
ARO	การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์ Information		X				
CRE	การคิดสร้างสรรค์ Ideation			x			
DEV	การพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ Invention				x		
EXC	การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง Implementation					x	
FAC	การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง Instrumentation						x

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.5 การประเมินความพึงพอใจแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ 1 (น้อยสุด) ถึง 5 (มากสุด) โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม Try – out จำนวน 30 คน ต่อ 5 บริษัท (ตามตารางที่ 4-64) การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมต้องมีคะแนนเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไป

ตารางที่ 4-64 : ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลความพึงพอใจโดยรวมต่อแบบสอบถาม

ความพึงพอใจ	จำนวน	ร้อยละ
1	0	0.0
2	1	3.3
3	9	30.0
4	12	40.0
5	8	26.7
รวม	30	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ความพึงพอใจโดยรวมต่อแบบสอบถาม ให้คะแนน 4 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา ให้คะแนน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ให้คะแนน 5 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.7 และน้อยสุด ให้คะแนน 1 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 สรุปคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถาม ให้คะแนนเฉลี่ย 3.9 หรือ เฉลี่ย 78 คะแนน ผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือ 3.00 คะแนน จึงดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติตามความเป็นจริงของข้อมูลได้มากที่สุดโดยเทคนิคโมเดลสมารโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างสามารถทำการวิเคราะห์ได้ด้วยโปรแกรม LISRL AMOS MPlus (ดำรงค์ เบญจคีรี วสันต์ ฉายรัศมี, 2560) ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Mplus ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ดีโปรแกรมหนึ่งในปัจจุบันที่มีศักยภาพสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติตามความเป็นจริงของข้อมูลได้ดี (Muthén & Muthén, 2008)

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมกับการงานวิจัยครั้งนี้

1. การวิจัยที่มุ่งบรรยายประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ ตัวแปรวัดในระดับ nominal, ordinal scale การแจกแจงความถี่ สัดส่วนหรือร้อยละ ฐานนิยม Bar chart Pie chart เป็นต้น ตัวแปรวัดในระดับ Interval Ratio scale $\bar{x}$ S.D. Variance C.V. เป็นต้น และบรรยายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบต่างๆ โดยขึ้นอยู่กับระดับการวัดของตัวแปร

2. การวิจัยที่มุ่งทดสอบหรือเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างประชากร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ Z-test, t-test, F-test

3. การวิจัยที่มุ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ Simple Correlation และ Multiple correlation

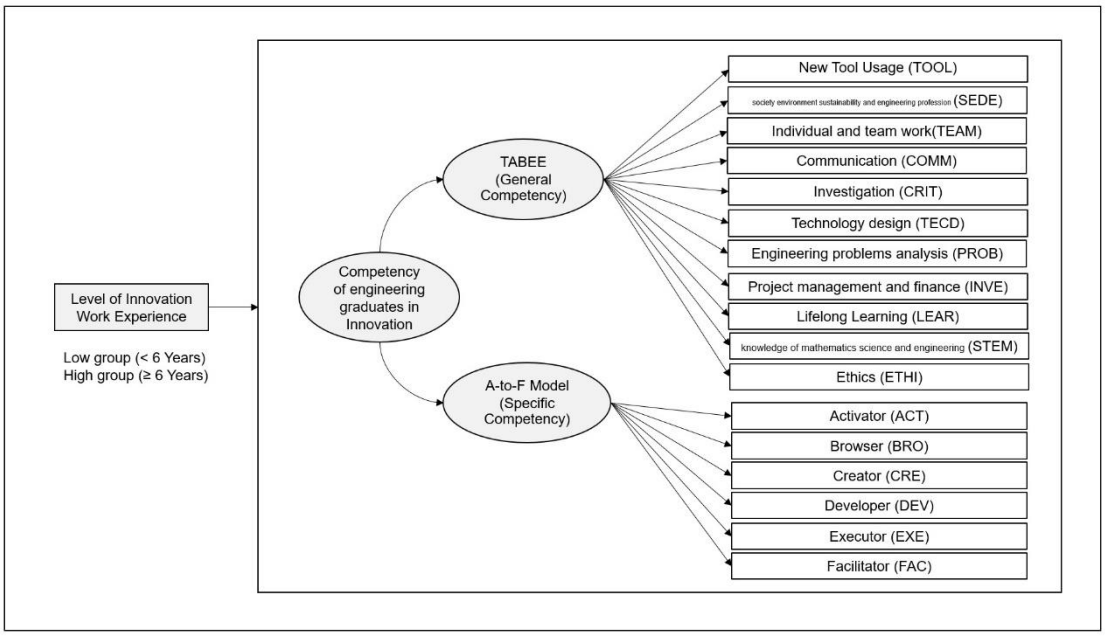
4. การวิจัยที่มุ่งจัดระบบหรือโครงสร้างความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ Exploratory Factor Analysis (EFA) Confirmatory Factor Analysis (CFA) Cluster Analysis (CA)

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัยโดยการสร้างกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) คือแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการวิจัยซึ่งนักวิจัยสร้างโดยใช้ความรู้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือโมเดลการวิจัย (Research Model) คือแบบจำลองที่นักวิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในรูปของแผนภาพหรือสัญลักษณ์ก็ได้นำไปสู่การกำหนดสมมิตฐานวิจัย และแหล่งที่มาของกรอบแนวคิดในการวิจัยจากความรู้ประสบการณ์ของนักวิจัย จากการศึกษาเอกสารแนวคิดทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว จากการศึกษานำร่องจากความคิดสร้างสรรค์ของนักวิจัย Rules of thumb (Hair Jr, Black, Babin, & Anderson, 2010) นำไปสู่การสร้างโมเดลการวิจัยเพื่อบรรยายและทำความเข้าใจคุณสมบัติของโมเดลที่จะสามารถสรุปอ้างอิงไปสู่ประชากรได้อย่างถูกต้อง โดยตรวจสอบโมเดลการวิจัยว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับทฤษฎีเพื่อให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมโดยผู้วิจัยพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะความเป็นบัณฑิตวิศวกรรมแบบ 2 องค์ประกอบได้แก่ สมรรถนะทั่วไปตามเกณฑ์ผลลัพธ์ของระบบรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ของสภาวิศวกร Thailand Accreditation Body for Engineering Education และสมรรถนะเฉพาะตามที่ภาคธุรกิจต้องการโดยอิงทฤษฎี A ถึง F โมเดล ของ Trias De Bes and Kotler (2011) โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบด้านสมรรถนะทั่วไปและองค์ประกอบด้านสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม การใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิง

ประจักษ์ และเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีระดับประสบการณ์ทำงานด้านนวัตกรรมแตกต่างกัน

4.3.1 กรอบแนวคิดนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม

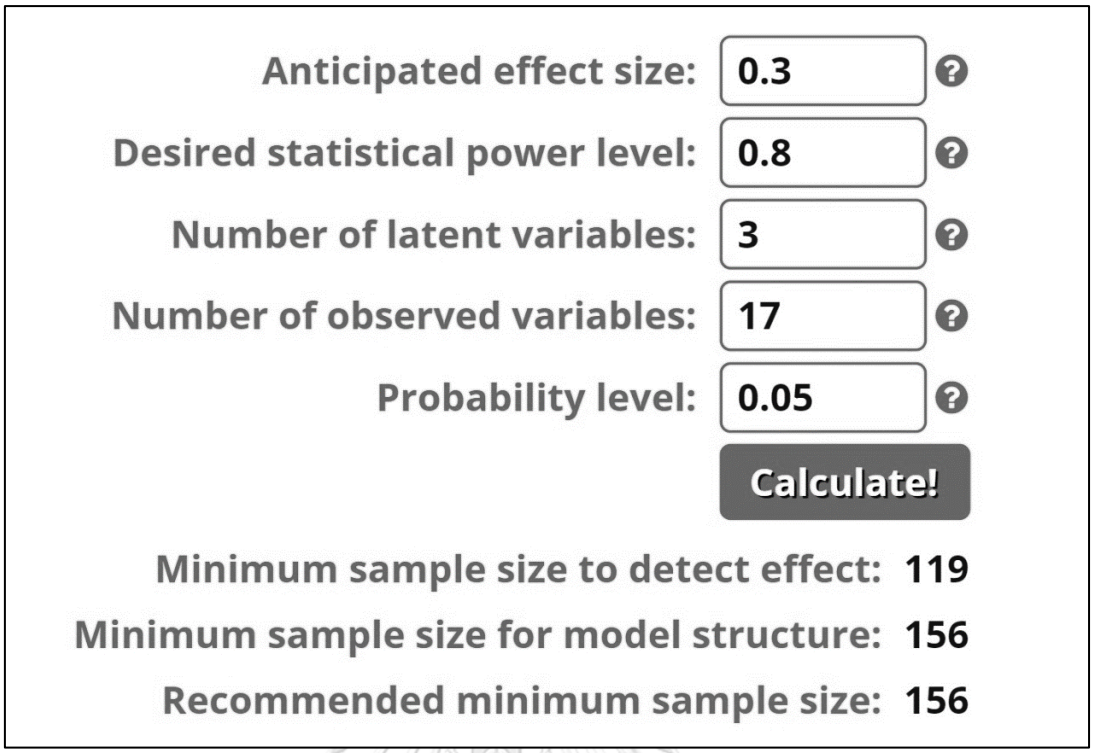
ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมทำงานได้ตามบทบาทที่ภาคธุรกิจต้องการ ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการดำเนินการให้เพื่อให้ได้โมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม กรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการวิจัยซึ่งนักวิจัยสร้างโดยใช้ความรู้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



แผนภาพที่ 4-3 : รูปแบบโมเดลกรอบแนวคิดในการวิจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการทดสอบกับบุคคลที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมทุกสาขาจำนวน 305 คน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้อ้างถึงการคำนวนตามหลักการของ ของ Soper (2018) อัตราส่วนระหว่างหน่วยตัวอย่างต่อจำนวนพารามิเตอร์ การคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับโมเดลสมการโครงสร้างนี้จะคำนวณขนาดตัวอย่างที่จำเป็นสำหรับการศึกษาที่ใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) ตามจำนวนตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงในรูปแบบการหาขนาดอิทธิพล (effect size) ของงานวิจัย และความน่าจะเป็นและอำนาจทางสถิติที่ต้องการ ดังภาพที่ 4-4 ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่แนะนำคือ 156 ตัวอย่าง



แผนภาพที่ 4-4 : การคำนวนตามหลักการของ ของ (Soper, 2018) อัตราส่วนระหว่างหน่วยตัวอย่างต่อจำนวนพารามิเตอร์ (website: https://www.danielsoper.com/statcalc/calculator)

4.3.2 สรุปองค์ประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาดัชนีชี้วัดปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยนำผลการศึกษาเชิงคุณภาพไปทำการออกแบบสอบถามโดยสร้างข้อคำถามขึ้นที่สะท้อนความสอดคล้องกับเนื้อหาตามนิยามที่ได้จากผลการศึกษา และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินข้อคำถามให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ทำการตรวจสอบข้อคำถาม และผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิจึงได้แบบสอบถามเชิงปริมาณที่มีคุณภาพสำหรับการนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างทดลอง (Try-out 30 คน) ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทดลอครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันขององค์ประกอบ ทำให้ได้ผลสรุปขององค์ประกอบเพื่อนำไปพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรของบัณฑิตวิศวกรรมตามสมมติฐานการวิจัย (ตารางที่ 4-65)

ตารางที่ 4-65 : สรุปปัจจัยสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมทั้งจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและกลุ่มตัวอย่างทดลอง (Try-out 30 คน)

คำถามแสดงสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม	แบบทดสอบ A ปัจจัย	สมรรถนะ	รหัส (Code)
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์	Knowledge	ทั่วไป	STEM
การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม	Skill	ทั่วไป	PROB
การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบ	Skill	ทั่วไป	TECD
การพิจารณาตรวจสอบ	Skill	ทั่วไป	CRIT
การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย	Personal Ability	ทั่วไป	TOOL
การทำงานร่วมกันเป็นทีม	Personal Ability	ทั่วไป	TEAM
การติดต่อสื่อสาร	Personal Ability	ทั่วไป	COMM
กิจกรรมสังคมสิ่งแวดล้อมการพัฒนาที่ยั่งยืนและวิชาชีพวิศวกรรม	Personal Ability	ทั่วไป	SEDE
จรรยาบรรณวิชาชีพ	Knowledge	ทั่วไป	ETHI
การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน	Skill	ทั่วไป	INVE
การเรียนรู้ตลอดชีพ	Skill	ทั่วไป	LEARN
ผู้ริเริ่มโครงการ	Work Style	เฉพาะ	ACT
ผู้ค้นหาข้อมูล	Work Style	เฉพาะ	BRO
ผู้สร้างสรรค์	Work Style	เฉพาะ	CRE
ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์	Work Style	เฉพาะ	DEV
ผู้ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่นำไปสู่การปฏิบัติ	Work Style	เฉพาะ	EXC
ผู้อำนวยการสนับสนุน	Work Style	เฉพาะ	FAC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่องนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ประกอบด้วยผลการศึกษาด้านความสำคัญที่บัณฑิตวิศวกรรมแสดงความคิดเห็นต่อสมรรถนะทางนวัตกรรมทั่วไปด้านวิศวกรรมและสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม และระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) ของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทางนวัตกรรมทั่วไปด้านวิศวกรรมและสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม

ผลการศึกษาของงานวิจัยครั้งนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้คือ 1) ผู้วิจัยทราบองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม 2) ผู้วิจัยสามารถพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม และ 3) ผู้วิจัยสามารถพัฒนาแบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างบัณฑิตวิศวกรรมไทยที่มีประสบการณ์ทำงานในองค์กรทั้งสิ้น 305 คน ด้วยวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวนของวิธี Soper (2018) และผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อตอบแบบสอบถามที่เป็นเครื่องมือวิจัยด้านนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่รวบรวมได้มาดำเนินการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อคำนวณหาค่าสถิติสำหรับตอบวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยให้ครบถ้วนตามที่ตั้งไว้ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การระบุและกำหนดนิยามสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการแปลความหมายข้อมูลงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การระบุและกำหนดนิยามของตัวแปร สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สูตรการวิเคราะห์โมเดล และการประเมินโมเดล (Goodness of Fit)
- ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การระบุและกำหนดนิยามสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.1 การระบุและกำหนดนิยามของตัวแปร

การระบุและกำหนดนิยามของตัวแปรในแบบสอบถามเพื่อให้คำแนะนำกับผู้ตอบสำหรับการให้คะแนนเมื่ออ่านคำถามที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงาน ความสามารถที่ผู้ตอบทำงานได้ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งคำถามเกี่ยวข้องกับสมรรถนะและงานในปัจจุบันของผู้ตอบแบบสอบถาม (รายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก จ แบบสอบถาม)

- การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม คือ ความสามารถในการคิดที่ผิดปกติหรือฉลาดเกี่ยวกับหัวข้อหรือสถานการณ์ที่กำหนดหรือเพื่อพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา
- กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม คือ ความเข้าใจและความรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถการประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน
- การติดต่อสื่อสาร คือ ความสามารถติดต่อสื่อสารในงานวิศวกรรม หรือ วิชาชีพอื่น และบุคคลทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิผลด้วยวาจาด้วยการเขียนรายงาน การเสนอผลงาน การเขียนและอ่านแบบ ตลอดจนสามารถออกคำสั่งและรับคำสั่งงานได้อย่างชัดเจน
- การทำงานร่วมกันเป็นทีม คือ ความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลายในสหสาขาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานในฐานะสมาชิกของกลุ่มและผู้นำกลุ่มได้
- การคิดเชิงวิพากษ์ คือ การใช้ตรรกะและเหตุผลในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการแก้ไข ทางเลือกข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหา
- การออกแบบเทคโนโลยี คือ การสร้างหรือปรับอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้
- การพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน คือ การระบุปัญหาที่ซับซ้อนและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาและประเมินทางเลือกและใช้เป็นแนวทางแก้ไข
- การบริหารงานและการลงทุน คือ การกำหนดวิธีการ เครื่องมือ ทรัพยากรที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานเสร็จ และการทำบัญชีสำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น
- การเรียนรู้ตลอดชีพ คือ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของข้อมูลใหม่ ๆ สำหรับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจทั้งในปัจจุบันและในอนาคต
- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ คือ ความสามารถประยุกต์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และความรู้เฉพาะทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิศวกรรมเพื่อกำหนดกรอบความคิดของแบบจำลองทางวิศวกรรม หรือนิยามและประยุกต์วิธีการ กระบวนงาน กระบวนการ หรือระบบงานทางวิศวกรรมในการทำงานได้

- จรรยาบรรณวิชาชีพ คือ ความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ ซึ่งรวมถึงหลักการพื้นฐานท่านค่าจริยธรรมวิถีการคิดการปฏิบัติและผลกระทบต่อมนุษย์
- การคิดริเริ่ม คือ งานที่ต้องการความเต็มใจที่จะรับหน้าที่และความท้าทาย มีความพยายาม (Persistence) เริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ ริเริ่มรูปแบบใหม่ในการทำงาน และ เต็มใจรับหน้าที่งานที่ท้าทาย
- การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์ คือ งานที่ต้องการ การวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้ตรรกะเพื่อแก้ปัญหาและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน
- การคิดสร้างสรรค์ คือ ผู้ที่สร้างความคิดให้กับคนในกลุ่ม หน้าที่คือการให้แนวคิดและความเป็นไปได้ของสิ่งใหม่ และค้นหาแนวทางใหม่ ในทุกขั้นตอน
- การพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ คือ ผู้เชี่ยวชาญในการเปลี่ยนความคิดเป็นผลิตภัณฑ์และบริการ ให้กลายเป็นสิ่งที่ "จับต้อง" โดยทำแนวคิดให้มีรูปแบบและพัฒนาแผนการตลาดโดยทั่วไป สร้างแนวคิดให้เกิดขึ้น พัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ หน้าที่คือการใช้ความคิดและเปลี่ยนให้เป็นการคิดค้นวิธีการในระยะเวลาอันสั้น
- การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง คือ งานที่ต้องมีการสร้างและรักษาเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของตัวเองอย่างทุ่มเทความพยายามทำให้สำเร็จ
- การสนับสนุนอำนวยการ คือ ผู้อนุมัติรายการค่าใช้จ่ายในเรื่องใหม่ๆ และการลงทุนที่จำเป็นสำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เป็นผู้จัดการกระบวนการเพื่อป้องกันการติดขัด ภารกิจคือสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
T	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาความมีนัยสำคัญจากการแจกแจงแบบ t (t- distribution)
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาความมีนัยสำคัญจากการแจกแจงแบบ F (F- distribution)
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
SS	แทน	ผลโดยรวมกำลังสอง (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสอง (Mean Square)

Sig แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significances)

* แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

CR แทน ความเชื่อมั่นองค์ประกอบ

AVE แทน Average Variance Extracted

5.1.3 สูตรการวิเคราะห์โมเดล

$$CR = \frac{(\sum\lambda)^2}{(\sum\lambda)^2+\sum e+\sum\theta}$$

(Kline, 2011: 242)

$\sum\lambda$ = ผลรวมค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

$\sum e$ = ผลรวมความแปรปรวนของ error term

$\sum\theta$ = ผลรวมจำนวนความแปรปรวนร่วมที่กำหนดบังคับ

$$AVE = \frac{(\sum\lambda)^2}{(\sum\lambda)^2+\sum e}$$ หรือ

$AVE = \sum\lambda^2/n$

เมื่อ λ คือค่าน้ำหนักองค์ประกอบคือค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับตัวแปรสังเกต

e คือค่าความแปรปรวนของ error

n คือจำนวนตัวแปรสังเกต

5.1.4 การประเมินโมเดล

การประเมินโมเดล (Goodness of Fit) ใช้ผลการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากโปรแกรม Mplus Output เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องดัชนีความสอดคล้องของโมเดล และการแปลความหมายของข้อมูลเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน ดังนี้

1. Chi-Square Test of Model Fit อธิบายค่า Chi-Square เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล โดยดูจาก Value อธิบายถึง Chi-Square (χ^2) ควรพิจารณาจาก Value/ Degrees of freedom หรือ χ^2/df = ควรมีค่าไม่เกิน 2 หรือน้อยกว่า 3:1 (Kline, 2005)

2. P-Value ควรมีค่ามากกว่า 0.01 หรือ มากกว่า 0.05

3. RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) อธิบายค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยดูจาก Estimate อธิบาย RMSEA ควรมีค่าน้อยกว่า 0.07 โดยที่ถ้าค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.000-0.050 หมายถึงโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก ถ้าค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.051-0.080 โมเดลค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถ้าค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.081-0.100 หมายถึงโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เล็กน้อย ถ้าค่าที่ได้มากกว่า 0.100 หมายถึงโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Browne & Cudeck, 1989)

4. ค่า SRMR (Standardized Root Mean Square Residual) Value อธิบายค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือในรูปคะแนนควรมีค่าน้อยกว่า 0.08

5. ค่า CFI/TLI อธิบายดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบต่อดัชนี Tucker-Lewis โดยที่ CFI (Comparative Fit Index) ควรมีค่ามากกว่า 0.95 TLI (Tucker-Lewis Index) ควรมีค่ามากกว่า 0.95 (Hu & Bentler, 1999) (Vandenberg & Lance, 2000) อย่างไรก็ตาม สำหรับ CFI และ TLI ค่ามากกว่า 0.90 อธิบายดัชนีโมเดลสอดคล้อง (Hu & Bentler, 1999)

6. งานวิจัยครั้งนี้มีขนาดตัวอย่าง (Sample size) ตั้งแต่ 250 ตัวอย่างขึ้นไป และมีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ในโมเดล (NI) 12 ถึง 30 ตัวแปร ซึ่งงานวิจัยนี้มีจำนวน 17 ตัวแปรสังเกตได้ ดังนั้น ค่าการประเมินโมเดล (Goodness of Fit) สำหรับการทดสอบครั้งนี้ (Test Guidelines for models with complexity for different NI) มีค่า Chi-Square (X^2) คือ ค่า Sig.p (Hair Jr et al., 2010)

5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษาสูงสุด ประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ใช้การวิเคราะห์หาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) และนำเสนอในรูปตารางประกอบการบรรยาย

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นด้านความสำคัญที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรม และสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ใช้การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นด้านระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) ที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรม และสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ใช้การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploration Factor Analysis: EFA)

ส่วนที่ 4 การทดอบสมมติฐานการวิจัย การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) โดยชุดคำสั่งภาษา Mplus การวิจัยครั้งนี้ใช้ชุดคำสั่ง ดังต่อไปนี้

- คำสั่งสำหรับระบุชื่อเรื่องในการวิเคราะห์ใช้ชุดคำสั่ง TITLE
- คำสั่งสำหรับระบุแหล่งที่เก็บข้อมูล (Directory) ใช้ชุดคำสั่ง DATA

- คำสั่งระบุชื่อและชนิดตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ใช้ชุดคำสั่ง VARIABL
- คำสั่งระบุประเภทการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ และวิธีการประมาณค่าใช้ชุดคำสั่ง ANALYSIS
- คำสั่งบรรยายลักษณะในการระบุโมเดลใช้ชุดคำสั่ง MODEL
- คำสั่งระบุผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการใช้ชุดคำสั่ง OUTPUT
- คำสั่งระบุให้แสดงภาพใช้ชุดคำสั่ง PLOT

5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 305 ตัวอย่าง

ตารางที่ 5-1 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ด้านข้อมูลความพึงพอใจโดยรวมต่อแบบสอบถาม

ความพึงพอใจ (N)	Mean	S.D
305	3.74	0.90

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ความพึงพอใจโดยรวมต่อแบบสอบถาม จำนวน 305 คน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 ผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือ 3.00

5.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะ

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ตัวอย่างที่ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย เพศ อายุ ตัวอย่างที่จบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตใช้การวิเคราะห์ ข้อมูลที่มีคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างบัณฑิตวิศวกรรม เพศ อายุ วุฒิการศึกษาสูงสุด ประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา ตำแหน่งงานปัจจุบันที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านวิศวกรรม ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม โดยหาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) นำเสนอในรูปตารางประกอบความคิดเห็นของตัวอย่างที่มีต่อปัจจัยที่มีความสำคัญสำคัญและระดับความสามารถของสมรรถนะทั่วไปทางนวัตกรรมและสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรม สำหรับการวิจัยนี้ใช้แบบสอบถาม 3 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลส่วนบุคคลมีข้อคำถามจำนวน 7 ข้อ สมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรม (TABEE) ที่บัณฑิตวิศวกรพึงมี จำนวน 11 ข้อหลัก ประกอบด้วยสมรรถนะความรู้ สมรรถนะทักษะ สมรรถนะคุณลักษณะส่วนบุคคล (2) สมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม (WS) ที่เป็นสมรรถนะที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการในบทบาทการทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ทั้ง (2) และ (3) มีลักษณะเป็นมาตรการประเมินความสำคัญของปัจจัย 5 ระดับ สำคัญอย่างยิ่ง (ระดับ5) ถึงไม่สำคัญ (ระดับ1) และมาตรการประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองปัจจัย 7 ระดับ มากสุด (ระดับ7) ถึงน้อยสุด (ระดับ1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 5-2 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ การให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ความยินยอม	จำนวน	ร้อยละ
ยินยอม	431	98
ไม่ยินยอม	7	2
รวม	438	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 431 คน ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย คิดเป็นร้อยละ 98

ตารางที่ 5-3 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ด้านการจบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.)

การศึกษา วศ.บ.	จำนวน	ร้อยละ
ใช่	320	74
ไม่ใช่	111	26
รวม	431	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) จำนวน 320 คน คิดเป็นร้อยละ 74

ตารางที่ 5-4 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละด้านข้อมูลที่มีคุณภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

บัณฑิตวิศวกรรม	จำนวน	ร้อยละ
ข้อมูลที่มีคุณภาพ	305	95
Missing Value	15	5
รวม	320	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ข้อมูลที่มีคุณภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 305 คน คิดเป็นร้อยละ 95

ตารางที่ 5-5 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	250	82
หญิง	55	18
รวม	305	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก เป็นเพศชาย จำนวน 250 คน คิดเป็นร้อยละ 82 และเพศ หญิง จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 18

ตารางที่ 5-6 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ จำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
20-29 ปี	77	25
30-39 ปี	133	44
40-49 ปี	85	28
50-59 ปี	8	3
มากกว่า 60 ปีขึ้นไป	2	0.7
รวม	305	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก อายุ 30–39 ปี จำนวน 133 คน คิดเป็นร้อยละ 43.6 รองลงมาอายุ 40-49 ปี จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 27.9 อายุ 20-29 จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 25.2 อายุ 40-49 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 2.6 และน้อยสุดอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.7

ตารางที่ 5-7 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม วุฒิการศึกษาสูงสุด

วุฒิการศึกษาสูงสุด	จำนวน	ร้อยละ
ด้านวิศวกรรมศาสตร์	284	93
ด้านอื่นๆ	21	7
รวม	305	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามวุฒิการศึกษาสูงสุดด้านวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 284 คน คิดเป็นร้อยละ 93 และด้านอื่นๆ จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5-8 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ จำแนกตามประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา

ประสบการณ์ทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 1 ปี	21	7
1-5 ปี	61	20
6-10 ปี	60	20
11-15 ปี	77	25
16-20 ปี	45	15
มากกว่า 20 ปีขึ้นไป	41	13
รวม	100	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา 11-15 ปี จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 25 รองลงมา ประสบการณ์ทำงาน 1-5 ปี จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 20 รองลงมา ประสบการณ์ทำงาน 6-10 ปี จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และน้อยสุด ประสบการณ์ทำงานน้อยกว่า 1 ปี จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 7

ตารางที่ 5-9 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม

ตำแหน่งงานวิศวกรรม	จำนวน	ร้อยละ
เกี่ยวข้อง	259	85
ไม่เกี่ยวข้อง	46	15
รวม	305	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ตำแหน่งงานปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม จำนวน 259 คน คิดเป็นร้อยละ 85

ตารางที่ 5-10 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม

ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม	จำนวน	ร้อยละ
น้อยกว่า 1 ปี	40	13
1-5 ปี	117	38
6-10 ปี	56	18
11-15 ปี	51	17
16-20 ปี	24	8
มากกว่า 20 ปีขึ้นไป	17	6
รวม	305	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม 1-5 ปี จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 38 รองลงมา ประสบการณ์ทำงาน 6-10 ปี จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 18 ประสบการณ์ทำงาน 11-15 ปี จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 17 และน้อยสุด มากกว่า 20 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นด้านความสำคัญของบัณฑิตวิศวกรรม

ตารางที่ 5-11 : การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกรณีมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลความหมาย
มากกว่า 1.75	มีความแตกต่างกันมาก
1.25 – 1.75	มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
น้อยกว่า 1.25	มีความแตกต่างกันน้อย หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่5-12 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ตัวแปร	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสำคัญ		
		Mean	(S.D)	แปลผล
TOOL	การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม	4.079	0.803	สำคัญมาก
SEDE	กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม	4.020	0.835	สำคัญมาก
COMM	การติดต่อสื่อสาร	4.092	0.738	สำคัญมาก
TEAM	การทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.361	0.675	สำคัญมาก
CRTI	การคิดเชิงวิพากษ์	3.826	0.773	สำคัญมาก
TECD	การออกแบบเทคโนโลยี	4.072	0.808	สำคัญมาก
PROB	การพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน	3.823	0.832	สำคัญมาก
INVE	การบริหารงานและการลงทุน	3.951	0.836	สำคัญมาก
LEARN	การเรียนรู้ตลอดชีพ	4.236	0.817	สำคัญมาก
STEM	ความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	3.997	0.825	สำคัญมาก
ETHI	จรรยาบรรณวิชาชีพ	3.892	0.945	สำคัญมาก
รวม		4.032	0.808	สำคัญมาก

พบว่า ความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นให้ความสำคัญมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ การทำงานร่วมกันเป็นทีม รองลงมาได้แก่ ด้านการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน และด้านการคิดเชิงวิพากษ์ ตามลำดับ และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 11 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=0.808)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5-13 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสำคัญสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ตัวแปร	ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสำคัญ		
		Mean	(S.D)	แปลผล
ACT	การคิดริเริ่ม	4.016	0.784	สำคัญมาก
BRO	การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์	3.918	0.788	สำคัญมาก
CRE	การคิดสร้างสรรค์	3.970	0.800	สำคัญมาก
DEV	การพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์	3.846	0.811	สำคัญมาก
EXC	การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง	3.882	0.819	สำคัญมาก
FAC	การสนับสนุนอำนวยการ	3.777	0.833	สำคัญมาก
รวม		3.902	0.806	สำคัญมาก

พบว่า ความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ การคิดริเริ่ม รองลงมาได้แก่การคิดสร้างสรรค์ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ การสนับสนุนอำนวยการ และพบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวม ทั้ง 6 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=0.806) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่างความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นด้านระดับการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy)

ตารางที่ 5-14 : การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกรณีมาตรประมาณค่า 7 ระดับ (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
มากกว่า 3.40	มีความแตกต่างกันมาก
2.60 - 3.40	มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
น้อยกว่า 2.60	มีความแตกต่างกันน้อย หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่5-15 : จำนวนค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวม

ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ		
	Mean	(S.D)	แปลผล
ด้านการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม	4.420	1.184	ใช้งาน
ด้านกิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืนและวิชาชีพวิศวกรรม	4.457	1.286	ใช้งาน
ด้านการติดต่อสื่อสาร	4.886	1.205	สอนงาน
ด้านการทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.985	1.083	สอนงาน
ด้านการคิดเชิงวิพากษ์	4.809	1.194	สอนงาน
ด้านการออกแบบเทคโนโลยี	3.999	1.457	ใช้งาน
ด้านการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน	4.765	1.212	สอนงาน
ด้านการบริหารงานและการลงทุน	4.431	1.239	ใช้งาน
ด้านการเรียนรู้ตลอดชีพ	**5.145**	1.253	สอนงาน
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์	4.839	1.158	สอนงาน
ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ	4.753	1.253	สอนงาน
รวม	4.681	1.229	สอนงาน

พบว่า ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ ด้านการเรียนรู้ตลอดชีพ รองลงมาได้แก่ด้านการทำงานร่วมกันเป็นทีม ด้านการติดต่อสื่อสาร และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการออกแบบเทคโนโลยี และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 11 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=1.229) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่าง มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5-16: จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	Mean	(S.D)	แปลผล
ด้านการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม					
1.	ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการ	305	4.482	1.147	ใช้งาน

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	Mean	(S.D)	แปลผล
	เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน				
2.	ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการทำงานได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	305	4.456	1.1292	ใช้งาน
3.	ท่านสามารถพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการแก้ไขปัญหา	305	4.321	1.275	ใช้งาน
ด้านกิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม					
1.	ท่านเข้าใจการรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมกับบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม	305	4.564	1.322	สอนงาน
2.	ท่านสามารถใช้วิชาชีพวิศวกรรมโดยตระหนักถึงบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	305	4.554	1.240	สอนงาน
3.	ท่านสามารถประเมินผลกระทบการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมต่อสังคมสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน	305	4.252	1.297	ใช้งาน
ด้านการติดต่อสื่อสาร					
1.	ท่านสามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	305	4.852	1.173	สอนงาน
2.	ท่านสามารถเป็นตัวแทนองค์กร ในการติดต่อกับบุคคลภายนอกองค์กร	305	4.807	1.282	สอนงาน
3.	ท่านสามารถใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมเช่นการเขียนจดหมาย ทางโทรศัพท์ หรืออีเมล์ เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	305	5.000	1.161	สอนงาน
ด้านการทำงานร่วมกันเป็นทีม					
1.	ท่านสามารถพัฒนาทีมพร้อมกับการสนับสนุนการทำงานเป็นทีม	305	4.875	1.075	สอนงาน
2.	ท่านสามารถสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกัน หรือความเคารพต่อสมาชิกในทีม	305	5.079	1.109	สอนงาน
3.	ท่านสามารถสร้างความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม	305	5.000	1.064	สอนงาน
ด้านการคิดเชิงวิพากษ์					
1.	ท่านสามารถคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ไขปัญหา	305	4.669	1.248	สอนงาน
2.	ท่านสามารถใช้ตรรกะในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการต่างๆเพื่อหาพิจารณาแนวทางในการแก้ไขปัญหา	305	4.843	1.190	สอนงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	Mean	(S.D)	แปลผล
3.	ท่านสามารถใช้เหตุผลในการประเมินเพื่อหาข้อสรุป หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม	305	4.915	1.144	สอนงาน
ด้านการออกแบบเทคโนโลยี					
1.	ท่านสามารถออกแบบเทคโนโลยีที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	305	4.007	1.446	ใช้งาน
2.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการผลิตของแผนงานทางเทคนิคที่มีความแม่นยำ พิมพ์เขียว ภาพร่าง และแบบจำลองต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	305	3.892	1.517	ใช้งาน
3.	ท่านเข้าใจหลักการทางเทคนิค และสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทำงานจริง	305	4.098	1.408	ใช้งาน
ด้านการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน					
1.	ท่านสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้	305	4.652	1.218	สอนงาน
2.	ท่านสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	305	4.859	1.213	สอนงาน
3.	ท่านสามารถประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบได้	305	4.784	1.205	สอนงาน
ด้านการบริหารงานและการลงทุน					
1.	ท่านสามารถจัดการทรัพยากรโดยกำหนดวิธีการที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานสำเร็จอย่างเหมาะสมคุ้มค่า	305	4.459	1.208	ใช้งาน
2.	ท่านสามารถตรวจสอบเพื่อควบคุมทรัพยากรหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น	305	4.472	1.189	ใช้งาน
3.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับหลักการธุรกิจและการจัดการ ด้านการจัดสรรทรัพยากร ทรัพยากรมนุษย์ การผลิต การวางแผนและการประสานงาน เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์	305	4.361	1.321	ใช้งาน
ด้านการเรียนรู้ตลอดชีพ					
1.	ท่านเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นเพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ	305	5.131	1.283	สอนงาน
2.	ท่านเข้าใจและสามารถตีความข้อมูลหรือความรู้ใหม่ สำหรับการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจทั้งปัจจุบันและอนาคต	305	4.921	1.198	สอนงาน
3.	ท่านตระหนักถึงความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิต	305	5.384	1.278	สอนงาน
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ด้านคุณลักษณะทั่วไป	ระดับความสามารถ			
		N	Mean	(S.D)	แปลผล
1.	ท่านมีความรู้คณิตศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน	305	4.862	1.170	สอนงาน
2.	ท่านมีความรู้วิทยาศาสตร์เพียงพอต่อทำงาน	305	4.793	1.136	สอนงาน
3.	ท่านมีความรู้วิศวกรรมศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน	305	4.862	1.167	สอนงาน
ด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ					
1.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ หลักการพื้นฐานทางจริยธรรม และแนวปฏิบัติ ที่คำนึงถึงผลกระทบต่อมนุษย์ และสังคม	305	4.849	1.232	สอนงาน
2.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพในการทำงานด้านวิศวกรรม	305	4.767	1.247	สอนงาน
3.	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ และสามารถประยุกต์ใช้ในวัฒนธรรมที่แตกต่างและหลากหลายได้	305	4.643	1.280	สอนงาน
รวม			4.681	1.229	สอนงาน

พบว่า ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับสอนงาน เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านตระหนักถึงความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิตรองลงมาได้แก่ เรียนรู้อย่างกระตือรือร้นเพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการออกแบบเทคโนโลยี

และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 33 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=1.229) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่าง มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5-17: จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะเฉพาะโดยรวม

ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสามารถ		
	Mean	(S.D)	แปลผล
ACT ด้านการคิดริเริ่ม	4.534	1.295	สอนงาน
BRO ด้านการค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์	4.745	1.080	สอนงาน
CRE ด้านการคิดสร้างสรรค์	4.532	1.188	สอนงาน

ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสามารถ		
	Mean	(S.D)	แปลผล
DEV ด้านการพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์	4.309	1.358	ใช้งาน
EXC ด้านการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง	4.224	1.434	สอนงาน
FAC ด้านการสนับสนุนอำนวยการ	4.329	1.322	ใช้งาน
รวม	4.446	1.279	สอนงาน

พบว่า ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม โดยรวมอยู่ในระดับสอนงาน เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านการค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์ รองลงมาได้แก่ ด้านการการคิดริเริ่ม ด้านการคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง

และพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวม ทั้ง 6 ด้าน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=1.279) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5-18: จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีต่อสมรรถนะเฉพาะ โดยรวมและรายตัวแปรด้านคุณลักษณะ

ข้อ	ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสามารถ			
		N	Mean	(S.D)	แปลผล
ACT ด้านการคิดริเริ่ม					
1.	ท่านสามารถเริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ	305	4.203	1.337	ใช้งาน
2.	ท่านสามารถริเริ่มรูปแบบใหม่ในการทำงาน	305	4.449	1.279	ใช้งาน
3.	ท่านเต็มใจรับหน้าที่งานที่ท้าทาย	305	4.951	1.267	สอนงาน
BRO ด้านการค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์					
1.	ท่านสามารถวิเคราะห์และเลือกข้อมูลเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	305	4.718	1.073	สอนงาน
2.	ท่านสามารถค้นหาข้อมูล จัดหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนร่วมงานได้	305	4.803	1.070	สอนงาน
3.	ท่านติดตามความรู้ หรือข้อมูลที่ทันสมัยอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานทั้งกระบวนการให้กับเพื่อนร่วมงานได้	305	4.715	1.098	สอนงาน
CRE ด้านการคิดสร้างสรรค์					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ	ด้านคุณลักษณะเฉพาะ	ระดับความสามารถ			
		N	Mean	(S.D)	แปลผล
1.	ท่านสามารถสร้างหรือให้แนวคิดกับทีมงานโดยค้นหาแนวทางในทุกขั้นตอนของความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่	305	4.538	1.147	สอนงาน
2.	ท่านสามารถคิดทางเลือกที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาแนวคิดใหม่ เพื่อตอบปัญหาที่เกี่ยวกับงาน	305	4.656	1.143	สอนงาน
3.	ท่านสามารถพัฒนา ออกแบบ หรือประยุกต์สร้างสิ่งใหม่ จากความคิด ความสัมพันธ์ จนเป็นระบบหรือผลิตภัณฑ์ ตามที่บริษัทต้องการ	305	4.403	1.274	ใช้งาน
DEV ด้านการพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์					
1.	ท่านสามารถพัฒนา คิดค้น ไปสู่การประดิษฐ์ หรือการสร้างนวัตกรรมให้องค์กรได้	305	4.082	1.349	ใช้งาน
2.	ท่านแสดงออกได้อย่างอิสระด้านแนวคิด เพื่อพัฒนางาน	305	4.544	1.374	สอนงาน
3.	ท่านสามารถเปลี่ยนความคิด หรือวิธีการ ให้เป็นสิ่งที่ "จับต้อง" (ผลิตภัณฑ์และบริการ) ได้	305	4.302	1.350	ใช้งาน
EXC ด้านการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง					
1.	ท่านใช้ความพยายามที่จะนำสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมที่อยู่ระหว่างการพัฒนาไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง และสร้างมูลค่าให้กับบริษัท	305	4.256	1.412	ใช้งาน
2.	ท่านเข้าใจหลักการ วิธีการ กลยุทธ์ทางการขาย และการตลาด	305	4.108	1.462	ใช้งาน
3.	ท่านมีความทุ่มเทเพื่อนำนวัตกรรมไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ได้จริง	305	4.308	1.429	ใช้งาน
FAC ด้านการสนับสนุนอำนวยการ					
1.	ท่านสามารถคุมค่าใช้จ่าย การลงทุนที่จำเป็น ในเรื่องใหม่สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เพื่อสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม	305	4.033	1.383	ใช้งาน
2.	ท่านเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานและสามารถหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้งานเป็นไปอย่างราบรื่น	305	4.311	1.269	ใช้งาน
3.	ท่านเต็มใจที่จะให้ข้อคิดเห็นและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน และรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ	305	4.643	1.313	สอนงาน
รวม			4.446	1.279	สอนงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ระดับความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมต่อสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมโดยรวมอยู่ในระดับสอนงาน เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ ด้านการค้นหาข้อมูลจัดหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนร่วมงานได้ รองลงมาได้แก่ ด้านการวิเคราะห์และเลือกข้อมูลเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ ด้านการเข้าใจหลักการ วิธีการ กลยุทธ์ทางการขาย และการตลาด

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจปัจจัยสมรรถนะทั่วไป

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นตัวบ่งชี้ขององค์ประกอบปัจจัยสมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมทั้ง 33 ตัว ตามตารางที่ 5-19 ดังนี้

H0: ตัวแปรทั้ง 33 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

H1: ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 5-19 : ผลลัพธ์แสดงเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมวิเคราะห์องค์ประกอบ

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.905	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	9,657.748	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	528	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด
Sig.	0.000	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า ค่า KMO = 0.905 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 9,657.748 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X33) มีความสัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 2 ใช้วิธี Principal Component Analysis ทำการวิเคราะห์ปัจจัยโดยการสกัดปัจจัย

ตารางที่ 5-20 : Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	12.104	36.68	36.68	12.104	36.68	36.68
2	4.584	13.89	50.57	4.584	13.89	50.57
3	2.708	8.207	58.777	2.708	8.207	58.777
4	1.867	5.657	64.434	1.867	5.657	64.434
5	1.585	4.802	69.237	1.450	4.266	69.237
6	1.421	4.307	73.544	1.421	4.307	73.544
7	1.124	3.407	76.951	1.124	3.407	76.951
8	1.108	3.357	80.308	1.108	3.357	80.308
9	1.013	3.07	83.378	1.013	3.07	83.378
10	0.818	2.479	85.857			
11	0.596	1.806	87.663			
12	0.355	1.077	88.74			
13	0.311	0.942	89.682			
14	0.301	0.913	90.595			
15	0.273	0.826	91.421			
16	0.259	0.784	92.205			
17	0.247	0.747	92.952			
18	0.219	0.664	93.617			
19	0.204	0.619	94.236			
20	0.194	0.588	94.823			
21	0.181	0.549	95.373			
22	0.176	0.534	95.906			
23	0.164	0.496	96.403			
24	0.16	0.486	96.888			
25	0.147	0.446	97.334			
26	0.141	0.426	97.76			
27	0.128	0.386	98.147			
28	0.125	0.378	98.525			
29	0.12	0.363	98.887			
30	0.109	0.331	99.219			
31	0.096	0.29	99.509			
32	0.088	0.266	99.775			
33	0.074	0.225	100			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อลดจำนวนของตัวแปรลง (Extraction Method: Principal Component Analysis) ดังแสดงใน ตารางที่ 5-20 แสดงการสร้างปัจจัย โดยคำว่า Component หมายถึง ปัจจัย (Factor) เนื่องจากมีตัวแปร 33 ตัว (X1,...,X33) โดยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยจะทำการ standardized ตัวแปร X แต่ละตัว เพื่อทำให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และค่าแปรปรวนเป็น 1 ดังนั้น ค่าแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร X's 33 ตัว และเป็น 33

Component ที่ 1 หรือปัจจัยที่ 1 ซึ่งเป็น linear combination ของตัวแปร X's ทั้ง 33 ตัว มีค่าแปรปรวน 12.104 คิดเป็นร้อยละ 36.68 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 2 หรือปัจจัยที่ 2 มีค่าแปรปรวน 4.584 คิดเป็นร้อยละ 13.89 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 3 หรือปัจจัยที่ 3 มีค่าแปรปรวน 2.708 คิดเป็นร้อยละ 8.207 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 4 หรือปัจจัยที่ 4 มีค่าแปรปรวน 1.867 คิดเป็นร้อยละ 5.657 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 5 หรือปัจจัยที่ 5 มีค่าแปรปรวน 1.450 คิดเป็นร้อยละ 4.266 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 6 หรือปัจจัยที่ 6 มีค่าแปรปรวน 1.421 คิดเป็นร้อยละ 4.307 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 7 หรือปัจจัยที่ 7 มีค่าแปรปรวน 1.124 คิดเป็นร้อยละ 3.407 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 8 หรือปัจจัยที่ 8 มีค่าแปรปรวน 1.108 คิดเป็นร้อยละ 3.357 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Component ที่ 9 หรือปัจจัยที่ 9 มีค่าแปรปรวน 1.013 คิดเป็นร้อยละ 3.070 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

สำหรับ Component ที่ 10 - 33 มีค่าแปรปรวนต่ำกว่า 1 ซึ่งน้อยกว่าค่าแปรปรวนของ X ที่ Standardized แล้ว จึงไม่นำมาพิจารณา ดังนั้นจากตัวแปรเดิม 33 ตัว จะจัดเป็นปัจจัยได้ 10 ปัจจัย โดยทั้ง 9 ปัจจัยมีค่าแปรปรวน 83.38% ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ขั้นที่ 3 การจัดตัวแปร X's ให้อยู่ในปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Factor loading ใน SPSS มีการกำหนดค่าไอแกนเป็น 1 (Default =1) ค่าไอเกนเท่ากับจำนวนตัวแปร จึงเป็นไปไม่ได้ที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 แสดงในตารางที่ 5-21 เมื่อศึกษาจากค่า Factor loading ในตารางที่ 5-21 จะจัดตัวแปรที่มีค่า Factor loading สูง (ใกล้ +1 หรือ ใกล้ -1) ในปัจจัยให้อยู่ในปัจจัยนั้น

ตารางที่ 5-21 : Component Matrix[a]

Code	ปัจจัย	Component								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
CRITI_LV2	X12	0.805								
CRITI_LV3	X14	0.804								
CRITI_LV1	X13	0.797								
PROB_LV3	X21	0.761								
PROB_LV2	X20	0.758								
PROB_LV1	X19	0.752					0.278			
TOOL_LV1	X1		0.977							
TOOL_LV2	X2		0.976							
TOOL_LV3	X3		0.892							
INVE_LV2	X23			0.953						
INVE_LV1	X22			0.940						
INVE_LV3	X24			0.913						
TEAM_LV3	X12	0.338			0.831					
TEAM_LV2	X11	0.304			0.791					
TEAM_LV1	X10	0.344			0.763					
COMM_LV3	X9		0.302		0.599					
COMM_LV1	X7	-0.248	0.442		0.566		0.208			
COMM_LV2	X8		0.463		0.557					
ETHI_LV3	X33					0.949				
ETHI_LV1	X31					0.944				
ETHI_LV2	X32					0.936				
TECD_LV2	X17						0.960			
TECD_LV3	X18	0.243					0.853			
TECD_LV1	X16						0.815			
STEM_LV2	X29							0.893		
STEM_LV1	X28	0.202						0.882		
STEM_LV3	X30							0.855		
SEDE_LV2	X5								0.918	
SEDE_LV1	X4								0.909	
SEDE_LV3	X6								0.86	
LEAR_LV1	X25									0.949
LEAR_LV3	X27									0.921
LEAR_LV2	X26									0.720

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 8 components extracted.

พบว่าในตารางที่ 5-21 ตัวแปร Xi ทุกตัวมีค่า Factor loading ใน Component หรือปัจจัยที่ 1 มากที่สุด แต่เมื่อศึกษารายละเอียดพบว่าตัวแปรบางตัวมีค่า Factor loading ในปัจจัยต่างๆ ใกล้เคียงกัน เช่น ตัวแปร X8 มีค่า Factor loading ในปัจจัย 2 = .463 และในปัจจัยที่ 4 เป็น .557

ซึ่งแตกต่างกันไม่มาก (ไม่พิจารณาถึงเครื่องหมาย) จึงทำให้ไม่ชัดเจนว่าควรจัดตัวแปร X8 อยู่ในปัจจัยที่ 2 หรือ ปัจจัยที่ 4 จึงจะถูกต้อง ในทำนองเดียวกันมีความไม่ชัดเจนในการจัด X ตัวอื่นๆ ว่าควรจะอยู่ในปัจจัยที่เท่าไรจึงจะเหมาะสม และพบว่าไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใดจึงควรทำการหมุนแกนในขั้นที่ 4 ต่อไป

ขั้นที่ 4 ทำการหมุนแกนเพื่อให้สามารถจัดตัวแปร X ให้แก่ปัจจัยต่างๆได้ถูกต้อง เลือกวิธีการหมุนแกน (Factor Rotation) แบบ Oblique Rotation ด้วยวิธี Promax ผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 5-22

จากตารางที่ 5-22 เมื่อศึกษาจากค่า Factor lading ของตัวแปร X แต่ละตัวในปัจจัยต่างๆ ในตารางที่ 5-22 จะพบว่า ค่า Factor loading ของตัวแปร X1, X2, X3 มีค่ามากในปัจจัยที่ 2 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X1, X2, X3 อยู่ในปัจจัยที่ 2 ในทำนองเดียวกัน ค่า Factor loading ของตัวแปร X22, X23, X24 มีค่ามากในปัจจัยที่ 3 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X22, X23, X24 อยู่ในปัจจัยที่ 3 ส่วน ค่า Factor loading ของตัวแปร X31, X32, X33 มีค่ามากในปัจจัยที่ 5 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X31, X32, X33อยู่ในปัจจัยที่ 5 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X16, X17, X18 มีค่ามากในปัจจัยที่ 6 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X16, X17, X18 อยู่ในปัจจัยที่ 6 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X28, X29, X30 มีค่ามากในปัจจัยที่ 7 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X28, X29, X30 อยู่ในปัจจัยที่ 7 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X4, X5, X6 มีค่ามากในปัจจัยที่ 8 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X4, X5, X6 อยู่ในปัจจัยที่ 8 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X1, X2, X3 มีค่ามากในปัจจัยที่ 9 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X1, X2, X3 อยู่ในปัจจัยที่ 9

ไม่สามารถจัดตัวแปร X19, X20, X21 ได้ เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 1 เพราะไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 2,3,5,6,7,8,9 ได้

ไม่สามารถจัดตัวแปร X12, X13, X14 เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 10 เพราะไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 1,2,3,5,6,7,8,9 ได้

ไม่สามารถจัดตัวแปร X10, X11, X12 เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 4 เพราะไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 1,2,3,5,6,7,8,9,10 ได้

ไม่สามารถจัดตัวแปร X7, X8, X9 เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 11 เพราะไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 ได้

ตารางที่ 5-22 : Structure Matrix

Code	ปัจจัย	Component								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROB_LV2	X20	**0.873**		**0.579**	0.430		**0.588**	**0.505**		**0.561**
PROB_LV3	X21	**0.871**		**0.598**	0.451		**0.570**	**0.488**		**0.542**
PROB_LV1	X19	**0.830**		**0.528**	0.434		**0.629**	**0.402**		**0.524**
CRITI_LV2	X12	**0.861**		**0.519**	0.480		0.501	**0.544**		**0.521**
CRITI_LV3	X14	**0.859**		**0.524**	0.480		0.454	**0.549**		**0.511**
CRITI_LV1	X13	**0.823**		**0.502**	0.468		0.462	**0.490**		**0.454**
TOOL_LV2	X2		**0.904**		0.227				0.494	
TOOL_LV1	X1		**0.884**		0.231				0.446	
TOOL_LV3	X3		**0.860**		0.221				0.502	
INVE_LV2	X23	0.567		**0.959**	0.382		0.405	0.327	0.260	0.422
INVE_LV1	X22	0.581		**0.949**	0.356		0.413	0.350		0.429
INVE_LV3	X24	0.585		**0.935**	0.374		0.433	0.308		0.389
TEAM_LV3	X12	**0.603**		**0.452**	**0.818**		0.342	0.366		**0.505**
TEAM_LV2	X11	**0.567**		**0.403**	**0.792**		0.296	0.324	0.232	**0.554**
TEAM_LV1	X10	**0.612**		**0.473**	**0.791**		0.365	0.356		**0.514**
COMM_LV3	X9		**0.599**	0.212	**0.748**		0.443	0.410	0.426	0.266
COMM_LV1	X7		**0.682**		**0.718**		0.471	0.403	0.362	
COMM_LV2	X8		**0.697**		**0.708**		0.437	0.421	0.395	
ETHI_LV3	X33					**0.949**				
ETHI_LV1	X31					**0.941**				
ETHI_LV2	X32					**0.937**				
TECD_LV2	X17	0.504		0.419	0.325		**0.915**	0.386		0.348
TECD_LV3	X18	0.624		0.440	0.389		**0.900**	0.434		0.433
TECD_LV1	X16	0.591		0.489	0.398		**0.870**	0.363		0.424
STEM_LV2	X29	0.552		0.371	0.346		0.432	**0.919**		0.487
STEM_LV3	X30	0.494		0.350	0.440		0.434	**0.899**		0.492
STEM_LV1	X28	0.530		0.338	0.347		0.334	**0.887**		0.455
SEDE_LV2	X5		0.512	0.200	0.315				**0.935**	
SEDE_LV1	X4		0.497	0.243	0.307				**0.928**	
SEDE_LV3	X6		0.492		0.341				**0.895**	
LEAR_LV3	X27	0.522		0.374	0.428		0.364	0.482		**0.924**
LEAR_LV1	X25	0.471		0.369	0.479		0.363	0.459		**0.923**
LEAR_LV2	X26	0.642		0.505	0.540		0.496	0.491		**0.886**

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปตารางที่ 5-22

ปัจจัยTOOL : อาจสื่อถึง การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Modern Tool Usage) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการใช้เครื่องมือทันสมัย** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านคุณลักษณะบุคคล **ประกอบด้วย**

X1: ความสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน

X2: ความสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการทำงานได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

X3: ความสามารถพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการแก้ไขปัญหา

ปัจจัยที่ SEDE: อาจสื่อถึง การเข้าใจความรับผิดชอบกิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืนและวิชาชีพวิศวกรรมเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Society, Environment, Sustainability and Engineering Profession) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านกิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อมการพัฒนาที่ยั่งยืนและวิชาชีพวิศวกรรม** เป็นสมรรถนะสมรรถนะทั่วไปด้านคุณลักษณะบุคคล **ประกอบด้วย**

X4: ความเข้าใจการรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมกับบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม

X5: ความสามารถใช้วิชาชีพวิศวกรรมโดยตระหนักถึงบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

X6: ความสามารถประเมินผลกระทบการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมต่อสังคมสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยที่ COMM: อาจสื่อถึง การติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Communication) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการติดต่อสื่อสาร** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านคุณลักษณะบุคคล **ประกอบด้วย**

X7: ความสามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

X8: ความสามารถเป็นตัวแทนองค์กร ในการติดต่อกับบุคคลภายนอกองค์กร

X9: ความสามารถใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมเช่นการเขียนจดหมาย ทางโทรศัพท์ หรืออีเมล์เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

ปัจจัยที่ TEAM: อาจสื่อถึง การพัฒนาสร้างทีมงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีมเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Individual and team work) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านทีมงาน** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านคุณลักษณะบุคคล **ประกอบด้วย**

X10: ความสามารถพัฒนาทีมพร้อมกับการสนับสนุนการทำงานเป็นทีม

X11: ความสามารถสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกันหรือความเคารพต่อสมาชิกในทีม

X12: ความสามารถสร้างความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม

ปัจจัยที่ CRITI: อาจสื่อถึง การคิดเชิงวิพากษ์ใช้วิเคราะห์แก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Engineer problem analysis) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยการคิดเชิงวิพากษ์** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านทักษะ **ประกอบด้วย**

X13: ความสามารถคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ไขปัญหา

X14: ความสามารถใช้ตรรกะในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการต่างๆเพื่อหาพิจารณาแนวทางในการแก้ไขปัญหา

X15: ความสามารถใช้เหตุผลในการประเมินเพื่อหาข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม

ปัจจัยที่ TECD: อาจสื่อถึงการออกแบบเทคโนโลยีเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Design and development finding solutions for complex engineering problems) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการออกแบบเทคโนโลยี** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านทักษะ **ประกอบด้วย**

X16: ความสามารถออกแบบเทคโนโลยีที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน

X17: ความความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการผลิตของแผนงานทางเทคนิคที่มีความแม่นยำ พิมพ์เขียว ภาพร่าง และแบบจำลองต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน

X18: ความเข้าใจหลักการทางเทคนิค และสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทำงานจริง

ปัจจัยที่ PROB: อาจสื่อถึงการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อนเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Investigation) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านคิดแก้ปัญหา** เป็นสมรรถนะทั่วไปทักษะ **ประกอบด้วย**

X19: ความสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

X20: ความสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ

X21: ความสามารถประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบได้

ปัจจัยที่ INVE : อาจสื่อถึงการการบริหารงบลงทุนเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Project management and finance) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้าน**บริหารการลงทุน** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านทักษะ **ประกอบด้วย**

X22: ความสามารถจัดการทรัพยากรโดยกำหนดวิธีการที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานสำเร็จอย่างเหมาะสมคุ้มค่า

X23: ความสามารถตรวจสอบเพื่อควบคุมทรัพยากรหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

X24: ความรู้เกี่ยวกับหลักการธุรกิจและการจัดการ ด้านการจัดสรรทรัพยากร ทรัพยากรมนุษย์ การผลิต การวางแผน และการประสานงาน เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์

ปัจจัยที่ LEAR: เรียนรู้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของข้อมูลใหม่ ๆ อย่างกระตือรือร้นสำหรับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจทั้งในปัจจุบันและในอนาคต (Lifelong learning) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านเรียนรู้ตลอดชีพ** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านทักษะ **ประกอบด้วย**

X25: ความสามารถเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นเพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

X26: ความสามารถเข้าใจและสามารถตีความข้อมูลหรือความรู้ใหม่ สำหรับการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจทั้งปัจจุบันและอนาคต

X27: ความตระหนักถึงความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิต

ปัจจัยที่ STEM: ความสามารถประยุกต์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และความรู้เฉพาะทางวิศวกรรมเพื่อกำหนดกรอบความคิดของแบบจำลองทางวิศวกรรม หรือนิยามและประยุกต์วิธีการ กระบวนงาน กระบวนการ หรือระบบงานทางวิศวกรรมในการทำงานได้ (Knowledge of mathematics, science and engineering) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสต์** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านความรู้ **ประกอบด้วย**

X28: ความรู้คณิตศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน

X29: ความรู้วิทยาศาสตร์เพียงพอต่อทำงาน

X30: ความรู้วิศวกรรมศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน

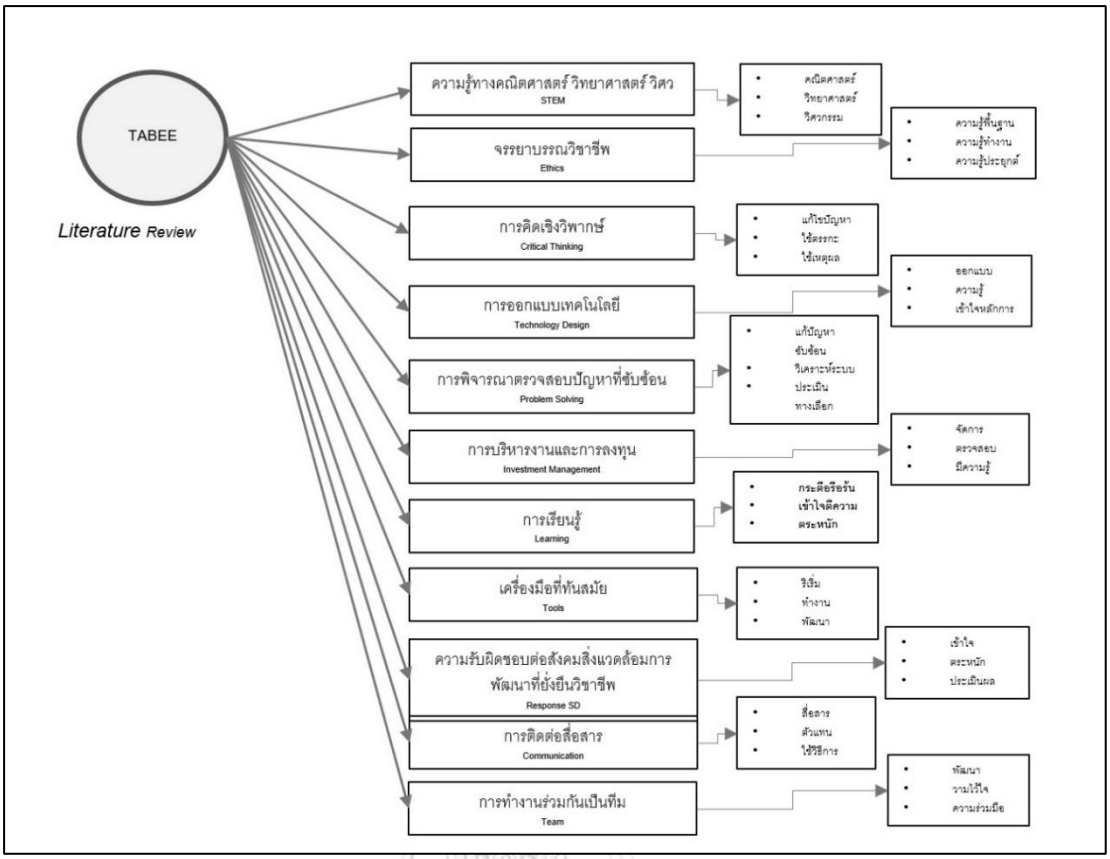
ปัจจัยที่ ETHI: ความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ ซึ่งรวมถึงหลักการพื้นฐานท่านค่าจริยธรรมวิถีการคิดการปฏิบัติและผลกระทบต่อมนุษย์ (Ethics) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านจรรยาบรรณวิชาชีพ** เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านความรู้ **ประกอบด้วย**

X31: ความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ หลักการพื้นฐานทางจริยธรรม และแนวปฏิบัติ ที่คำนึงถึงผลกระทบต่อมนุษย์ และสังคม

X32: ความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพในการทำงานด้านวิศวกรรม

X33: ความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ และสามารถประยุกต์ใช้ในวัฒนธรรมที่แตกต่างและหลากหลายได้

ดังนั้น **จากการศึกษาพบว่า สมรรถนะความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะบุคคล ของบัณฑิตวิศวกรรมมีองค์ประกอบ สมรรถนะทั่วไปด้านนวัตกรรม อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ หรือ มี 11 องค์ประกอบที่ได้จากการวิจัยเชิงปริมาณ** ได้แก่ ดังแสดงในภาพที่ 5-1 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยแล้วต่อไปจะใช้ปัจจัยใหม่ทั้ง 11 ปัจจัยแทนตัวแปรข้อคำถามเดิม 33 ตัว (11 องค์ประกอบ) และสามารถใช้ปัจจัยหรือตัวแปรใหม่ 11 ตัวไปทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)



ภาพที่ 5-1 : สรุปองค์ประกอบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทั่วไปทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 11 องค์ประกอบ

สรุปจากภาพที่ 5-1 ผลการศึกษาข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิและผลการศึกษาข้อมูลปริมาณจากแหล่งปฐมภูมิ พบว่า องค์ประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทั่วไปทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมนั้นมีปัจจัยที่ผู้วิจัยได้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ สอดคล้องกับแหล่งข้อมูลปริมาณจากแหล่งปฐมภูมิที่เป็นสมรรถนะทั่วไปด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจปัจจัยสมรรถนะเฉพาะ

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 18 ตัว ดังนี้

H0: ตัวแปรทั้ง 18 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

H1: ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน

จากโปรแกรม SPSS ให้ผลลัพธ์ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 5-23 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.956	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity Approx. Chi-Square df Sig.	 5,556.649 153 .000	 ค่าไคสแควร์มีค่ามาก การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในที่นี้ได้ค่า KMO = 0.956 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน ใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 5,556.649 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X18) มีความสัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 2 ในการศึกษานี้จะใช้วิธี Principal Component Analysis ทำการวิเคราะห์ปัจจัยโดยการสกัดปัจจัย ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 5-24

ตารางที่ 5-24 : Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	11.945	66.363	66.363	11.945	66.363	66.363
2	1.089	6.052	72.416	1.089	6.052	72.416
3	0.785	4.360	76.775			
4	0.604	3.354	80.130			
5	0.482	2.679	82.809			
6	0.448	2.489	85.298			
7	0.396	2.202	87.500			
8	0.332	1.844	89.344			
9	0.298	1.656	91.000			
10	0.26	1.446	92.446			
11	0.231	1.283	93.729			
12	0.212	1.177	94.906			
13	0.194	1.079	95.985			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance		Total	% of Variance	
14	0.182	1.009	96.994			
15	0.154	0.853	97.848			
16	0.148	0.823	98.671			
17	0.131	0.73	99.401			
18	0.108	0.599	100			

ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อลดจำนวนของตัวแปรลง (Extraction Method: Principal Component Analysis) ดังแสดงผลลัพธ์ในตารางที่ 5-24 แสดงการสร้างปัจจัย โดยคำว่า Component หมายถึง ปัจจัย (Factor) เนื่องจากมีตัวแปร 18 ตัว (X1,...,X18) โดยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยจะทำการ standardized ตัวแปร X แต่ละตัว เพื่อทำให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และค่าแปรปรวนเป็น 1 ดังนั้น ค่าแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร X’s 18 ตัว และเป็น 18

Component ที่ 1 หรือปัจจัยที่ 1 ซึ่งเป็น linear combination ของตัวแปร X’s ทั้ง 18 ตัว มีค่าแปรปรวน 11.945 คิดเป็นร้อยละ 66.36 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

Component ที่ 2 หรือปัจจัยที่ 2 มีค่าแปรปรวน 1.089 คิดเป็นร้อยละ 13.89 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

สำหรับ Component ที่ 3 - 18 มีค่าแปรปรวนต่ำกว่า 1 ซึ่งน้อยกว่าค่าแปรปรวนของ X ที่ Standardized แล้ว จึงไม่นำมาพิจารณา ดังนั้นจากตัวแปรเดิม 18 ตัว จะจัดเป็นปัจจัยได้ 2 ปัจจัย โดยทั้ง 2 ปัจจัยมีค่าแปรปรวน 72.42 % ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นที่ 3 การจัดตัวแปร X’s ให้อยู่ในปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Factor loading ใน SPSS มีการกำหนดค่าไอแกนเป็น 1 (Default =1) ค่าไอเกนเท่ากับจำนวนตัวแปร จึงเป็นไปไม่ได้ที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ 5-25

เมื่อศึกษาจากค่า Factor loading ในตารางที่ 5-25 จะจัดตัวแปรที่มีค่า Factor loading สูง (ใกล้ +1 หรือ ใกล้ -1) ให้อยู่ในปัจจัยนั้น จะพบว่าในตารางที่ 5-25 ตัวแปร Xi ทุกตัวมีค่า Factor loading ใน Component หรือปัจจัยที่ 1 มากที่สุด แต่เมื่อศึกษารายละเอียดพบว่าตัวแปรบางตัวมีค่า Factor loading ในปัจจัยต่างๆ ใกล้เคียงกัน ค่า Factor lading ของตัวแปร X แต่ละตัวในปัจจัยต่างๆ ในตารางที่ 5-25 จะพบว่า ค่า Factor loading ของตัวแปร X1, X2,..., X18 มีค่ามากในปัจจัยที่ 1 เมื่อเทียบกับปัจจัยที่ 2 จึงควรจัดตัวแปร X1, X2,..., X18 อยู่ในปัจจัยที่ 1

ตารางที่ 5-25 : Component Matrix[a]

		Component	
Code	ปัจจัย	1	2
Activator_LV2	X2	0.859	
Activator_LV1	X1	0.812	
Activator_LV3	X3	0.742	0.231
Browser_LV3	X6	0.807	0.384
Browser_LV1	X4	0.789	0.372
Browser_LV2	X5	0.718	0.559
Creator_LV2	X8	0.871	
Creator_LV3	X9	0.842	
Creator_LV1	X7	0.844	
Developer_LV3	X12	0.866	-0.213
Developer_LV1	X10	0.848	
Developer_LV2	X11	0.804	
Executor_LV3	X15	0.849	-0.215
Executor_LV1	X13	0.819	-0.252
Executor_LV2	X14	0.773	-0.27
Facilitator_LV2	X17	0.809	
Facilitator_LV1	X16	0.798	-0.282
Facilitator_LV3	X18	0.794	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 8 components extracted.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปตารางที่ 5-25

ปัจจัยที่ 1: อาจสื่อถึงรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม (Work Style in Innovation) โดยมีองค์ประกอบ ทั้ง 6 ปัจจัยดังนี้

ปัจจัย ACT: การคิดริเริ่มงานที่ต้องการความเต็มใจที่จะรับหน้าที่และความท้าทายเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน (Activator for initiation) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการริเริ่ม** เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน **ประกอบด้วย**

X1: ความสามารถสามารถเริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ

X2: ความสามารถสามารถริเริ่มรูปแบบใหม่ในการทำงาน

X3: ความสามารถเต็มใจรับหน้าที่งานที่ท้าทาย

ปัจจัย BRO: อาจสื่อถึง การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์ ข้อมูลและการใช้ตรรกะเพื่อแก้ปัญหาและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน

(Browser for information) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์** เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน **ประกอบด้วย**

X4: ความสามารถวิเคราะห์และเลือกข้อมูลเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

X5: ความสามารถสามารถค้นหาข้อมูล จัดหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนร่วมงานได้

X6: ความสามารถติดตามความรู้ หรือข้อมูลที่ทันสมัยอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานทั้งกระบวนการให้กับเพื่อนร่วมงานได้

ปัจจัย CRE: อาจสื่อถึง สร้างความคิดให้กับคนในกลุ่ม หน้าที่คือการให้แนวคิดและความเป็นไปได้ของสิ่งใหม่ และค้นหาแนวทางใหม่ ในทุกขั้นตอนเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน (Creator for ideation) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่าปัจจัยด้านการการคิดสร้างสรรค์** เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน ประกอบด้วย

X7: ความสามารถสามารถสร้างหรือให้แนวคิดกับทีมงานโดยค้นหาแนวทางในทุกขั้นตอนของความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

X8: ความสามารถคิดทางเลือกที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาแนวคิดใหม่ เพื่อตอบปัญหาที่เกี่ยวกับงาน

X9: ความสามารถพัฒนา ออกแบบ หรือประยุกต์สร้างสิ่งใหม่ จากความคิด ความสัมพันธ์จนเป็นระบบหรือผลิตภัณฑ์ ตามที่บริษัทต้องการ

ปัจจัย DEV: อาจสื่อถึง การเปลี่ยนความคิดเป็นผลิตภัณฑ์และบริการ ให้กลายเป็นสิ่งที่ "จับต้อง" โดยทำแนวคิดให้มีรูปแบบและพัฒนาแผนการตลาดโดยทั่วไป สร้างแนวคิดให้เกิดขึ้น พัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ หน้าที่คือการใช้ความคิดและเปลี่ยนให้เป็นการคิดค้นวิธีการในระยะเวลาอันสั้น เพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน (Developer for invention) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์** เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน **ประกอบด้วย**

X10: ความสามารถสามารถพัฒนา คิดค้น ไปสู่การประดิษฐ์ หรือการสร้างนวัตกรรมให้องค์กรได้

X11: ความสามารถแสดงออกได้อย่างอิสระด้านแนวคิด เพื่อพัฒนางาน

X12: ความสามารถสามารถเปลี่ยนความคิด หรือวิธีการ ให้เป็นสิ่งที่ "จับต้อง" (ผลิตภัณฑ์และบริการ) ได้

ปัจจัย EXE: อาจสื่อถึง การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริงให้สำเร็จ สร้างและรักษาเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของตัวเองอย่างทุ่มเทความพยายามทำให้สำเร็จเพื่อประสิทธิภาพ

การทำงานในปัจจุบัน (Executor for implementation) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยการการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง** เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน **ประกอบด้วย**

X13: ความพยายามที่จะนำสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมที่อยู่ระหว่างการพัฒนาไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง และสร้างมูลค่าให้กับบริษัท

X14: ความเข้าใจหลักการ วิธีการ กลยุทธ์ทางการขาย และการตลาด

X15: ความความทุ่มเทเพื่อนำนวัตกรรมไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ได้จริง

ปัจจัย FAC: อาจสื่อถึงการสนับสนุนอำนวยการเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน เช่น รายการค่าใช้จ่ายในเรื่องใหม่ๆ และการลงทุนที่จำเป็น สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เป็นผู้จัดการกระบวนการเพื่อป้องกันการติดขัด ภารกิจคือสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน (Facilitator for instrumentation) **อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการสนับสนุนอำนวยการ** เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน **ประกอบด้วย**

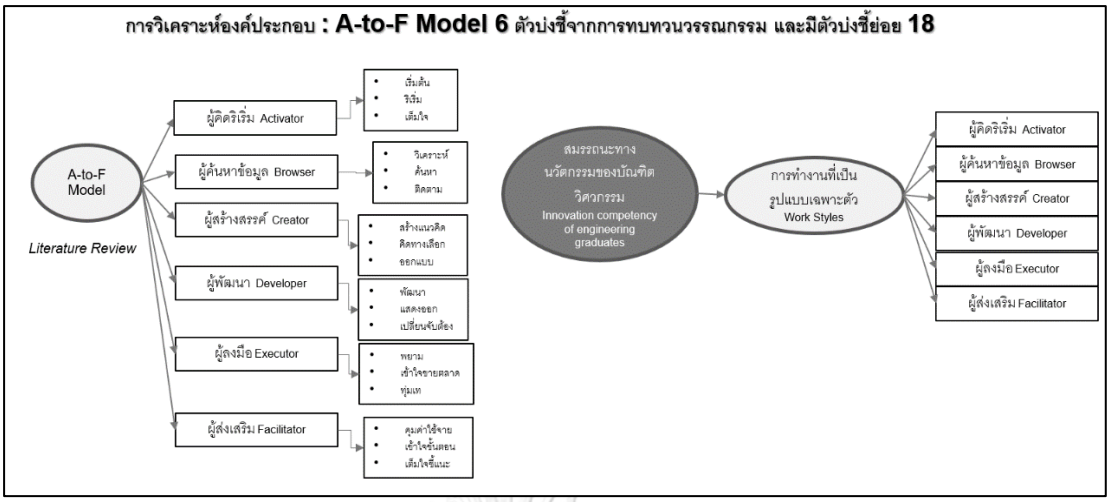
X16: ความสามารถคุมค่าใช้จ่าย การลงทุนที่จำเป็น ในเรื่องใหม่ สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เพื่อสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม

X17: ความเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานและสามารถหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้งานเป็นไปอย่างราบรื่น

X18: ความเต็มใจที่จะให้ข้อคิดเห็นและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน และรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น **จากการศึกษาพบว่า สมรรถนะรูปแบบการทำงาน (Work Style) มีองค์ประกอบสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ หรือ มี 6 องค์ประกอบที่ได้จากการวิจัยเชิงปริมาณ** ได้แก่ ดังแสดงในภาพที่ 5-2 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยแล้ว ต่อไปจะใช้ปัจจัยใหม่ทั้ง 6 ปัจจัยแทนตัวแปรข้อคำถามเดิม 18 ตัว (18 องค์ประกอบ) และสามารถใช้ปัจจัยหรือตัวแปรใหม่ 6 ตัวไปทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)



ภาพที่ 5-2 : สรุปองค์ประกอบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม 6 องค์ประกอบ

สรุปองค์ประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจากผลการศึกษาข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิและผลการศึกษาข้อมูลปริมาณจากแหล่งปฐมภูมิ พบว่า มีปัจจัยที่ผู้วิจัยได้จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ สอดคล้องกับแหล่งข้อมูลปริมาณจากแหล่งปฐมภูมิ ที่เป็นสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

การวิเคราะห์องค์ประกอบมีประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้ คือ ช่วยลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลงโดยการสร้างตัวแปรใหม่ในรูปของคะแนนองค์ประกอบซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ต่อยอดได้ ช่วยในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ วัดผล วิจัย ในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) เพื่อช่วยแก้ปัญหากรณีที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองสูง (multicollinearity) หรือ ช่วยพัฒนาตัวบ่งชี้ หรือ พัฒนาโมเดลการวัด หรือ วิเคราะห์หาองค์ประกอบสำคัญของคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

Chulalongkorn University

5.3.2 ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันที่ใช่เป็นโมเดลการวิจัย (CFA: Confirm Factor Analysis with Continuous Factor Indicators of Two Factor Model)

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่าตัวแปรที่บ่งชี้ผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมทุกตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$ หรือ $P < .05$)และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .140 ถึง

.662 โดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ ตัวแปร TECD กับ PROB มีค่าเท่ากับ .662 รองลงมาคือ ตัวแปร TEAM กับ CRTI มีค่าเท่ากับ .596 ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุดคือ TOOL กับ LEAR มีค่าเท่ากับ .140 เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทรกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1,426.197 (p<.000) แสดงว่าเมทรกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทรกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin measures of sampling adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ .868 ซึ่งเข้าใกล้ 1 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่างๆในข้อมูลชุดนี้มีความสัมพันธ์กันมากและมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้ โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 5-26

ตารางที่ 5-26 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันขององค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม

ตัวแปร	TOOL	SEDE	COMM	TEAM	CRTI	TECD	PROB	INVE	LEAR	STEM	ETHI
TOOL	1.000										
SEDE	0.540**	1.000									
COMM	0.537**	0.468**	1.000								
TEAM	0.085	0.219**	0.410**	1.000							
CRTI	0.065	0.174**	0.325**	0.596**	1.000						
TECD	0.013	0.083	0.283**	0.437**	0.574**	1.000					
PROB	0.098	0.147*	0.316**	0.582**	0.760**	0.662**	1.000				
INVE	0.089	0.232**	0.234**	0.481**	0.571**	0.488**	0.604**	1.000			
LEAR	0.140*	0.189**	0.359**	0.570**	0.578**	0.457**	0.591**	0.453**	1.000		
STEM	0.074	0.076	0.297**	0.445**	0.587**	0.454**	0.559**	0.390**	0.548**	1.000	
ETHI	0.021	-0.016	-0.007	-0.043	0.013	-0.066	-0.053	-0.036	-0.068	-0.090	1.000
Mean	4.420	4.457	4.886	4.985	4.809	3.999	4.765	4.431	5.145	4.839	4.753
S.D.	1.096	1.186	1.101	1.005	1.117	1.364	1.149	1.176	1.159	1.073	1.183
Barlett's Test of sphericity= 1,426.197 df = 22 p=.000											
KMO = 0.868											
หมายเหตุ ** p<.01, *p<.05											

สำหรับผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรมโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากไคสแควร์ (Chi-square) มีค่าเท่ากับ 72.006 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.0109 ที่องศาอิสระเท่ากับ 47 (df = 47) นั่นคือค่าไคสแคว์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลการวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล χ^2/df เท่ากับ 1.532 ค่ารากที่สองของ

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.042 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือในรูปคะแนน (SRMR) เท่ากับ 0.041 ดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ/ดัชนี CFI เท่ากับ 0.981 TLI เท่ากับ 0.973 ในตารางที่ 5-27 และแผนภาพที่ 5-2 ดังนี้

ตารางที่ 5-27 : ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไป

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน	R^2	ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล	
TOOL	0.108	0.012	Chi-Square (χ^2) = 47.637	
SEDE	0.178	0.032	df = 37	P-Value = 0.1130
COMM	0.390	0.152	χ^2/df = 1.287	
TEAM	0.671	0.450	RMSEA = 0.031	
CRTI	0.838	0.703	SRMR = 0.029	
TECD	0.698	0.487	TLI = 0.992	
PROB	0.868	0.753	CFI = 0.988	
INVE	0.651	0.424		
LEAR	0.675	0.456		
STEM	0.629	0.396		
ETHI	-0.083	0.007		

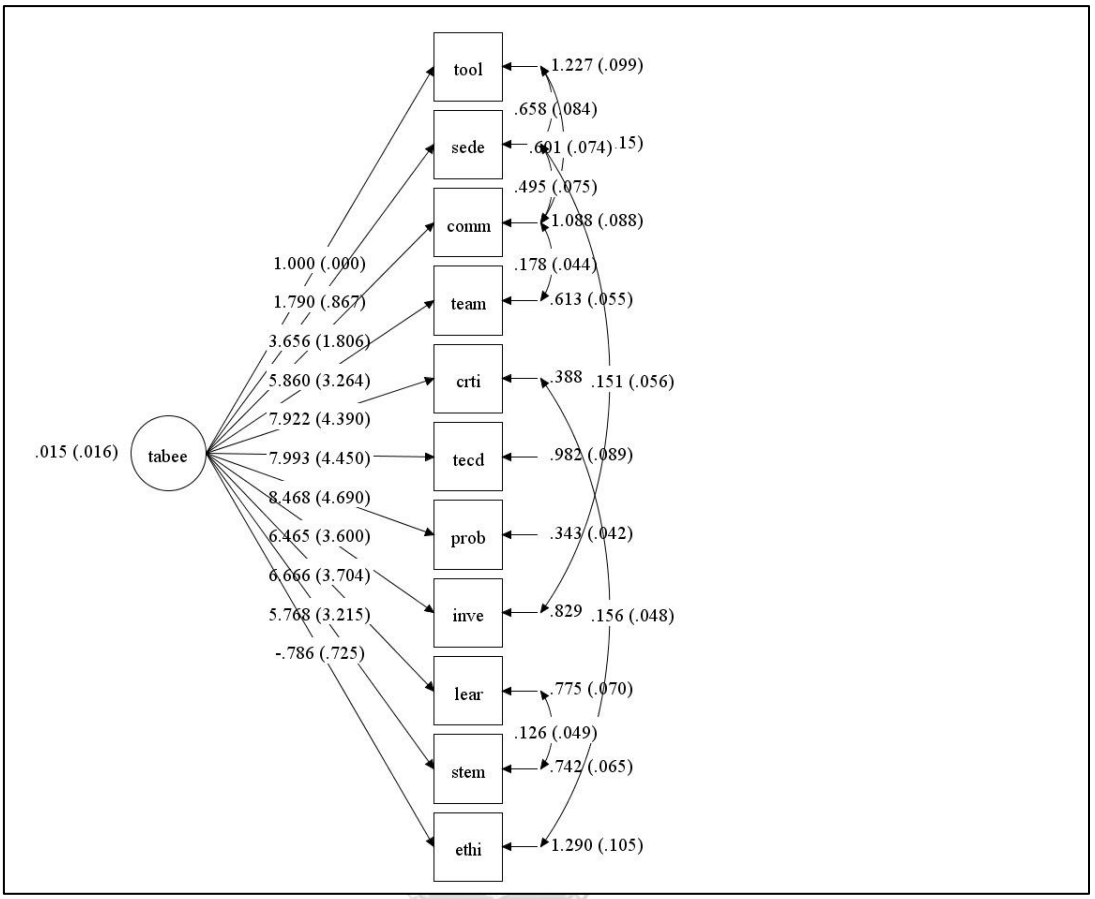
หมายเหตุ *** p < .001

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5-27 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของแต่ละตัวแปรสังเกตได้ในดมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม พบว่า มีค่าเป็นบวก (ยกเว้น ETHI จรรยาบรรณวิชาชีพที่มีค่าเป็นลบ) ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (p < .001) และมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม แสดงว่าตัวแปรทั้ง 17 ตัวดังกล่าวนี้ เป็นตัวบ่งชี้ผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ

สเกลองค์ประกอบ/ตัวบ่งชี้รวมผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมไทย

TABEE = 0.000*** (TOOL) + 0.000*** (SEDE) + 0.003*** (COMM) + 0.013*** (TEAM)+ 0.030*** (CRTI) + 0.011*** (TECD) + 0.035*** (PROB) + 0.011*** (INVE) + 0.011*** (LEAR) + 0.009*** (STEM) - 0.005*** (ETHI)



แผนภาพที่ 5-3: ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะ

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันพบว่าตัวแปรที่บ่งชี้ผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมทุกตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .668 ถึง .833 โดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ ตัวแปร DEV กับ EXC มีค่าเท่ากับ .833 รองลงมาคือตัวแปร CRE กับ DEV มีค่าเท่ากับ .827 ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุดคือ BRO กับ EXC มีค่าเท่ากับ .128 เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทรกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่

พบว่ามีค่าเท่ากับ 1,685.437 ($p<.000$) แสดงว่าเมทรกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทรกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin measures of sampling adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ.910

ซึ่งเข้าใกล้ 1 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่างๆในข้อมูลชุดนี้มีความสัมพันธ์กันมากและมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบได้ โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 5-28

ตารางที่ 5-28 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันขององค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ตัวแปร	ACT	BRO	CRE	DEV	EXC	FAC
ACT	1					
BRO	0.719**	1				
CRE	0.787**	0.765**	1			
DEV	0.795**	0.680**	0.827**	1		
EXC	0.740**	0.668**	0.757**	0.833**	1	
FAC	0.733**	0.676**	0.733**	0.754**	0.798**	1
Mean	0.713	0.722	0.709	0.680	0.676	0.676
S.D.	0.136	0.128	0.133	0.143	0.144	0.144
Bartlett's Test of sphericity= 1,685.437 df = 15 p=.000						
KMO = 0.910						
หมายเหตุ ** p<.01, *p<.05						

ตารางที่ 5-29 : ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน	R^2	ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล	
ACT	0.867	0.752	Chi-Square (χ^2) = 10.969	
BRO	0.775	0.601	df = 6	P-Value = 0.0893
CRE	0.889	0.791	χ^2/df = 1.83	
DEV	0.884	0.782	RMSEA = 0.052	
EXC	0.823	0.677	SRMR = 0.010	
FAC	0.812	0.660	TLI = 0.992	
			CFI = 0.997	

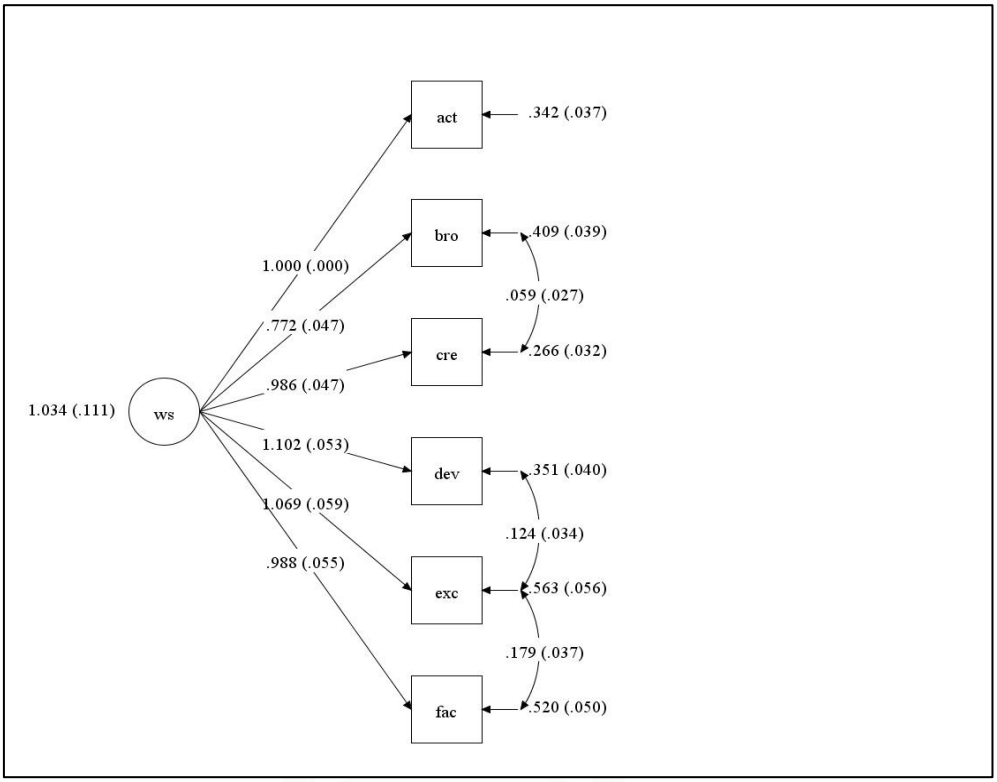
หมายเหตุ *** p < .001

จากตารางที่ 5-29 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของแต่ละตัวแปรสังเกตได้ในดมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม พบว่า มีค่าเป็นบวก ขนาดตั้งแต่ .775 ถึง .889 ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (p < .001) และมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิต

วิศวกรรม แสดงว่าตัวแปรทั้ง 6 ตัวดังกล่าวนี้ เป็นตัวบ่งชี้ผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ

สเกลองค์ประกอบ/ตัวบ่งชี้รวมผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมไทย

WS = 0.210*** (ACT) + 0.101*** (BRO)+ 0.244*** (CRE) + 0.207*** (DEV)+ 0.053*** (EXC)+ 0.118*** (FAC)



แผนภาพที่ 5-4 : ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากไคสแควร์ (Chi-square) มีค่าเท่ากับ 10.969 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .0893 ที่องศาอิสระเท่ากับ 6 (df = 6) นั่นคือค่าไคสแคว์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลการวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล χ^2/df เท่ากับ 1.83 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.052 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือในรูปคะแนนเท่ากับ (SRMR) 0.010 ดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ/ดัชนี CFI เท่ากับ 0.997 TLI เท่ากับ 0.992 ดังแสดงในตารางที่ 5-29 และแผนภาพที่ 5-4

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมทั้งด้านสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะ

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งเป็นตัวแปรบ่งชี้เกี่ยวกับสมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรม (TABEE) และสมรรถนะเฉพาะ ด้านนวัตกรรม (WS) ของบัณฑิตวิศวกรรมที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งในส่วนนี้จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้เฉพาะค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) รวมถึงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของดัชนีการอ่าน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้เกี่ยวกับสมรรถนะทั่วไป และสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม รวมทั้งหมด 17 ตัวแปร โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ดังแสดงในตารางที่ 5-30 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าตั้งแต่ 0.115 ถึง 0.833 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<.01) มีจำนวน 56 คู่ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<.05) มี 3 คู่ รวมทั้งหมด 59 คู่ จาก 136 คู่ โดยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงที่สุด ได้แก่ ความสันพันธ์ระหว่างตัวแปร การพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ (DEV) กับ การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง (EXC) ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีค่าต่ำที่สุด ได้แก่ ตัวแปร การใช้เครื่องมือทันสมัย (TOOL) กับ การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์ (BRO) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เหลืออีก 87 คู่ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจรรยาบรรณวิชาชีพ (ETHI) กับ สมรรถนะทั่วไปที่เหลืออีก 10 ตัว (TABEE) และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมรรถนะเฉพาะ กับ สมรรถนะทั่วไป (TABEE) ยกเว้นการค้นหาข้อมูลมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการใช้เครื่องมือที่ทันสมัย

จากตารางที่ 5-30 เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett’s test of sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทรกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 3,090.189 (p<.01) แสดงว่าเมทรกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin measures of sampling adequacy: KMO) มีค่าเท่ากับ.886 ซึ่งเข้าใกล้ 1 ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าตัวแปรต่างๆในข้อมูลชุดนี้มีความสัมพันธ์กันมากพอ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเนื่องจากตัวแปรที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบควรเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 5-30 : ค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรในโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของดัชนีการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ตัวแปร	TOOL	SEDE	COMM	TEAM	CRTI	TECD	PROB	INVE	LEAR	STEM	ETHI	ACT	BRO	CRE	DEV	EXC	FAC
TOOL	1.000																
SEDE	0.540**	1.000															
COMM	0.537**	0.468**	1.000														
TEAM	0.085	0.219**	0.410**	1.000													
CRTI	0.065	0.174**	0.325**	0.596**	1.000												
TECD	0.013	0.083	0.283**	0.437**	0.574**	1.000											
PROB	0.098	0.147*	0.316**	0.582**	0.760**	0.662**	1.000										
INVE	0.089	0.232**	0.234**	0.481**	0.571**	0.488**	0.604**	1.000									
LEAR	0.140*	0.189**	0.359**	0.570**	0.578**	0.457**	0.591**	0.453**	1.000								
STEM	0.074	0.076	0.297**	0.445**	0.587**	0.454**	0.559**	0.390**	0.548**	1.000							
ETHI	0.021	-0.016	-0.007	-0.043	0.013	-0.066	-0.053	-0.036	-0.068	-0.090	1.000						
ACT	0.105	-0.018	-0.003	-0.026	-0.030	-0.065	-0.065	-0.008	-0.055	-0.035	0.558**	1					
BRO	0.115*	0.021	0.009	-0.055	-0.009	-0.054	-0.046	0.032	-0.033	-0.006	0.581**	0.719**	1				
CRE	0.010	-0.034	-0.058	-0.037	-0.022	-0.082	-0.088	-0.028	-0.083	-0.068	0.576**	0.787**	0.765**	1			
DEV	0.057	-0.045	-0.007	-0.006	-0.039	-0.083	-0.062	-0.004	-0.020	-0.072	0.478**	0.795**	0.680**	0.827**	1		
EXC	0.058	-0.033	0.008	-0.073	-0.040	-0.085	-0.059	-0.037	-0.073	-0.064	0.518**	0.740**	0.668**	0.757**	0.833**	1	
FAC	0.046	-0.062	-0.007	-0.002	-0.019	-0.045	-0.061	-0.011	-0.064	-0.039	0.589**	0.733**	0.676**	0.733**	0.754**	0.798**	1
Mean	0.708	0.706	0.748	0.779	0.720	0.673	0.716	0.699	0.782	0.736	0.720	0.713	0.722	0.709	0.680	0.676	0.676
S.D.	0.127	0.144	0.128	0.116	0.133	0.148	0.138	0.143	0.142	0.134	0.121	0.136	0.128	0.133	0.143	0.144	0.144

Barlett's Test of sphericity= 3,090.189 df = 136 p=.000

KMO = 0.886

หมายเหตุ ** p<.01, *p<.05

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเป็นผลจากจากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงหรือความสอดคล้องของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมซึ่งเป็นโมเดลสมมติฐานตามกรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการสร้างดัชนีสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ดังนั้นผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากไคสแควร์ (Chi-square) มีค่าเท่ากับ 275.409 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 108 (df = 108) นั่นคือค่าไคสแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลการวัดมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล χ^2/df เท่ากับ 2.55 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.071 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือในรูปคะแนนเท่ากับ 0.105 ดัชนีวัดความกลมกลืนเปรียบเทียบ/ดัชนี CFI เท่ากับ 0.945 TLI เท่ากับ 0.930 ในตารางที่ 5-31 และแผนภาพที่ 5-4 ดังนี้

สเกลองค์ประกอบ/ตัวบ่งชี้รวมผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมไทย

TABEE WS = -0.001*** (TOOL) + 0.001*** (SEDE) + 0.003*** (COMM) + 0.013*** (TEAM)+ 0.031*** (CRTI)+ 0.011*** (TECD)+0.034*** (PROB)+ 0.011*** (INVE)+ 0.013*** (LEAR)+ 0.012*** (STEM)+ -0.006*** (ETHI)+ 0.192*** (ACT)+ 0.152*** (BRO)+ 0.275*** (CRE)+ 0.194*** (DEV)+ 0.051*** (EXC)+ 0.116*** (FAC)

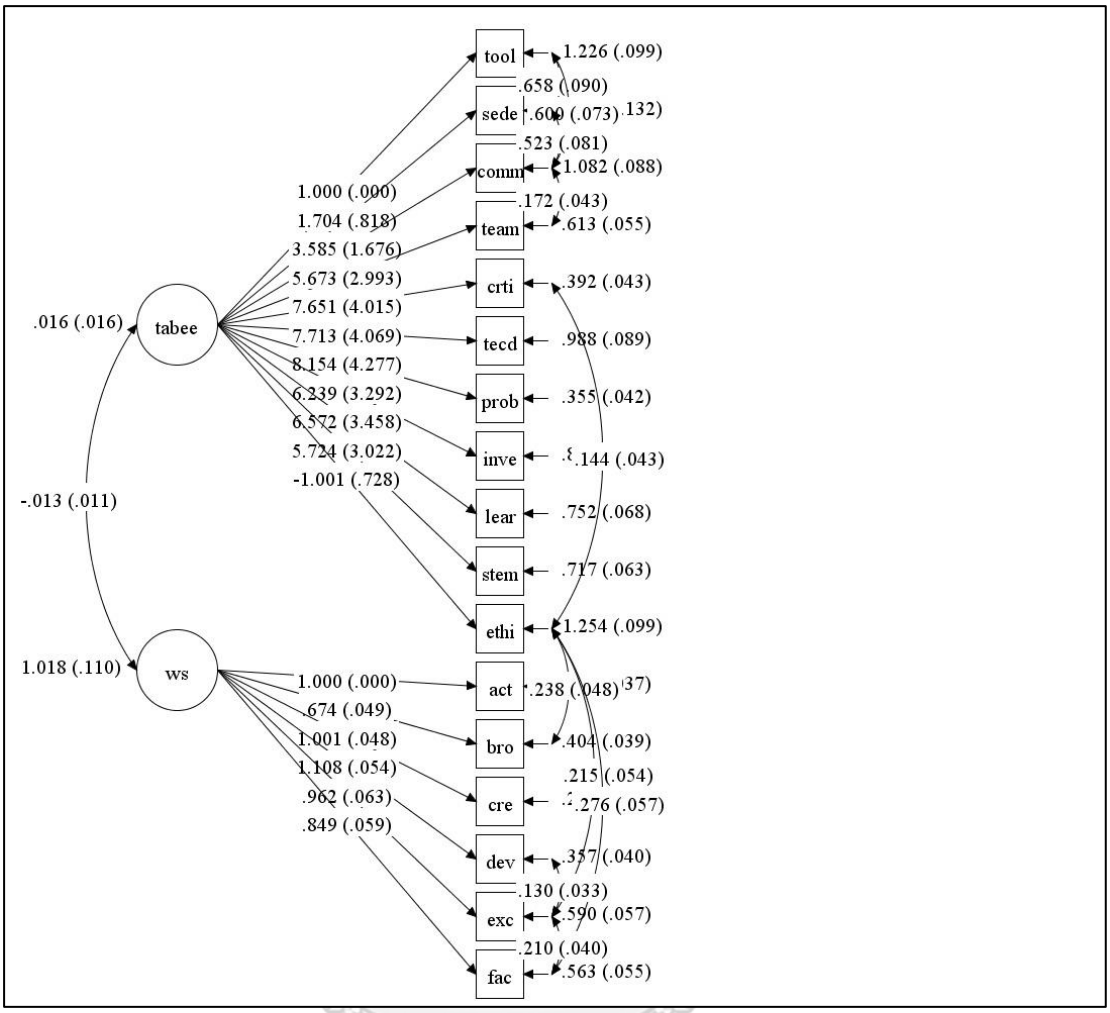
ตารางที่ 5-31 : ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน	R^2	ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล	
TOOL	0.112	0.013	Chi-Square (χ^2) = 275.409	
SEDE	0.164	0.027	df = 108	P-Value = 0.000
COMM	0.395	0.156	χ^2/df = 2.550	
TEAM	0.671	0.450	RMSEA = 0.071	
CRTI	0.836	0.699	SRMR = 0.105	
TECD	0.696	0.484	TLI = 0.930	
PROB	0.863	0.745	CFI = 0.945	
INVE	0.649	0.421		
LEAR	0.687	0.472		
STEM	0.645	0.416		
EHTI	-0.111	0.012		
ACT	0.860	0.740		
BRO	0.731	0.534		
CRE	0.897	0.804		
DEV	0.882	0.778		
EXE	0.784	0.615		
FAC	0.752	0.566		

หมายเหตุ *** p < .001

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของแต่ละตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม พบว่า มีค่าเป็นบวก (ยกเว้น ETHI จรรยาบรรณวิชาชีพที่มีค่าเป็นลบ) ขนาดตั้งแต่ .111 ถึง .897 ทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (p < .001) และมีสัดส่วนความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม แสดงว่าตัวแปรทั้ง 17 ตัวดังกล่าวนี้ เป็นตัวบ่งชี้ผลลัพธ์จากการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ



แผนภาพที่ 5-5 : ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม พบว่า โมเดลการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงนำไปสู่การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยใช้การวิเคราะห์ที่เรียกว่า การวิเคราะห์ Moderation Multiple Groups โมเดลที่มีตัวแปรปรับ เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตัวบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตามตัวแปรระดับประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ประกอบด้วย สมมติฐานเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลด้วยการวิเคราะห์ Moderation Multiple Groups โมเดลที่มีตัวแปรปรับ ตามสูตรดังนี้

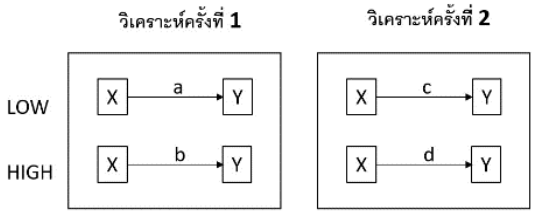
$\chi^2 1$ = A, df_1 = C $\chi^2 2$ = B, df_2 = D Likelihood Ratio Test (LR) = B-A

Δ df = D – C

จากแผนภาพที่ 5-5 ตัวแปรที่ปรับคือ ระดับประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ดังนี้

Low = ระดับประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม น้อยกว่า 6 ปี คิดเป็นร้อยละ 51

High = ระดับประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 49



แผนภาพที่ 5-6 : การวิเคราะห์ Moderation: multiple groups โมเดลที่มีตัวแปรปรับ

ตารางที่ 5-32 : ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม Moderation Multiple Groups

ตัวแปร	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน		R^2		ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล	
	Low	High	Low	High		
TOOL	0.105	0.109	0.011	0.012	Chi-Square (χ^2) = 470.740	
SEDE	0.164	0.153	0.027	0.024	df = 246	df = 246
COMM	0.390	0.399	0.152	0.159	χ^2/df = 1.914	
TEAM	0.662	0.671	0.438	0.451	RMSEA = 0.077	
CRTI	0.856	0.786	0.732	0.618	SRMR = 0.119	
TECD	0.708	0.651	0.501	0.424	TLI = 0.920	
PROB	0.905	0.789	0.819	0.622	CFI = 0.927	
INVE	0.660	0.637	0.435	0.405	LOW = 262.827	
LEAR	0.687	0.673	0.473	0.453	High = 207.913	
STEM	0.677	0.570	0.458	0.325		
EHTI	-0.117	-0.106	0.014	0.011		
ACT	0.838	0.901	0.702	0.812		
BRO	0.695	0.754	0.483	0.569		
CRE	0.888	0.905	0.789	0.819		
DEV	0.870	0.896	0.757	0.804		
EXE	0.774	0.796	0.599	0.634		
FAC	0.721	0.826	0.519	0.683		

หมายเหตุ *** p < .001

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5-33 : สรุปผลการวิเคราะห์ Moderation: multiple groups

โมเดล	Value	df	Δ Value	Δ df
G_LOW	470.740	246	-	-
G_HIGH	470.740	246	-	-

สรุปผลการวิจัยตัวบ่งชี้ปัจจัยของบัณฑิตวิศวกรรมไทยด้านนวัตกรรมพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้สำเร็จการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาด้านวิศวกรรมของไทยจำนวน 305 คน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 205 คน (82%) มีอายุระหว่าง 30-39 ปี จำนวน 133 คน (43.61%) มีระดับการศึกษาสูงสุดด้านวิศวกรรมจำนวน 284 คน (93%) มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 11-15 ปี จำนวน 77 คน (25%) ทำงานเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรมจำนวน 259 คน (85%) และมีประสบการณ์การทำงานด้านนวัตกรรมน้อยกว่า 6 ปี (กลุ่มน้อย)จำนวน 157 คน (51.48%)

โดยรวมแล้วตัวบ่งชี้ปัจจัยสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทยในงานวิจัยครั้งนี้มีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองที่มีต่อสมรรถนะทั่วไปนั้นค่อนข้างสูง คะแนนถูกจัดเรียงตามค่าเฉลี่ยจากสูงสุดไปต่ำสุด ตัวบ่งชี้ที่มีค่าสูงสุดคือ การเรียนรู้ตลอดชีวิต (X14 = 5.145) การทำงานเป็นทีม ($\bar{x}$ = 4.985) การสื่อสาร ($\bar{x}$ = 4.886) เรียงตามลำดับ และค่าดัชนีเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดคือการออกแบบเทคโนโลยี ($\bar{x}$ = 3.999) และพบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมของคะแนนการรับรู้ความสามารถตนเองของผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมต่อความสามารถทั่วไปในทั้ง 11 ปัจจัยมีความแตกต่างกันเล็กน้อย (SD = 1.229) เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัยในตัวบ่งชี้พบว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างมีทิศทางความคิดเห็นที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน

สมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม (Work Style in Innovation) จากตัวบ่งชี้ปัจจัยสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทยในคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อระดับความสามารถเฉพาะนั้นอยู่ในระดับสูง คะแนนถูกจัดเรียงตามค่าเฉลี่ยจากสูงสุดไปต่ำสุดตัวบ่งชี้ที่มีค่าสูงสุดคือ ผู้ริเริ่ม ($\bar{x}$ = 4.016) ตามด้วยผู้สร้างสรรค์ ($\bar{x}$ = 4.985) และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือผู้อำนวยความสะดวก ($\bar{x}$ = 3.777) และพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองของผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมที่มีความสามารถเฉพาะทั้ง 6 ปัจจัยแตกต่างกันเล็กน้อย (SD = 0.806) และเมื่อพิจารณาในตัวบ่งชี้แต่ละตัวพบว่าปัจจัยมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างมีทิศทางความคิดเห็นที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า (1) ตัวบ่งชี้ความสามารถของบัณฑิตวิศวกรรมไทยด้านนวัตกรรมประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะ ปัจจัยสมรรถนะทั่วไปประกอบด้วยตัวบ่งชี้ที่ 11 ปัจจัย และสมรรถนะเฉพาะประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 6 ปัจจัย (2) โมเดลของ

ตัวชี้วัดปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทย พบว่าแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (246) = 470.740, χ2 / df = 1.914, CFI = 0.927, TLI = 0.920, RMSEA = 0.077, SRMR = 0.119) (3) แบบจำลองของตัวบ่งชี้ปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทยที่ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบจำลอง พบว่าไม่มีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มของประสบการณ์การทำงานด้านนวัตกรรมระดับต่ำและระดับสูง แต่แบบจำลองดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของน้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละตัวบ่งชี้และน้ำหนักองค์ประกอบของสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะที่เอื้อต่อปัจจัยในงานวิจัยครั้งนี้ ผลการทดสอบของโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การทดสอบค่าความไม่แปรเปลี่ยนของปัจจัยแบบจำลองการวัดได้รับการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่. 01 ทั้งสองแบบจำลองกลุ่มของประสบการณ์การทำงานด้านนวัตกรรมกลุ่มระดับต่ำและกลุ่มระดับสูง (ดังแสดงในแผนภาพที่ 5-5) ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบและพารามิเตอร์ของโมเดลระหว่างกลุ่มพบว่าโมเดลไม่มีความแปรเปลี่ยนของรูปแบบและพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่ม โดยการบังคับให้ทุกพารามิเตอร์ของโมเดลการวัดแต่ละกลุ่มเป็นอิสระ เพื่อใช้เป็นโมเดลพื้นฐานเชิงทฤษฎี (χ2 (246) = 470.740, χ2 / df = 1.914, CFI = 0.927, TLI = 0.920, RMSEA = 0.077, SRMR = 0.119) และการบังคับให้น้ำหนักองค์ประกอบของแต่ละกลุ่มเท่ากันเพื่อใช้เป็นโมเดลสังเกต มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (χ^2 (246) = 470.740, χ^2 / df = 1.914, CFI = 0.927, TLI = 0.920, RMSEA = 0.077, SRMR = 0.119) ค่าที่ได้ผ่านตามเกณฑ์ทั้งหมด P-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า. 01 สามารถยอมรับได้ตามสมมติฐานเนื่องจาก Hair, et al., (2010) แนะนำแนวทาง Good Test of Fit Test สำหรับสมการโครงสร้างที่ความซับซ้อนมีพาราคมิเตอร์มากกว่า 30 พารามิเตอร์ (NI = 38) ได้ χ^2 = Sig.p, RMSEA <.08, TLI / CFI> .92 ดังแสดงในตาราง 5-32 ผลการเปรียบเทียบผลต่างค่าไคแสควร์ของโมเดลพื้นฐานเชิงทฤษฎีกับโมเดลสังเกต พบว่า ไม่มีผลต่างค่าไควแสควร์ (($\Delta\chi^2$ (470.740) = 470.740, p <.01)) ดังที่แสดงในตาราง 5-33 และการทดสอบสมมติฐานเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ตามที่แสดงในแผนภาพที่ 5-4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.3 ผลการตีความและอภิปรายผลด้วยการผสานวิธีวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมด้วยการผสานวิธีวิจัยตามแบบแผนการวิจัย Sequential Mixed Design (Teddlie & Tashakkori, 2009) การตีความและอภิปรายผล พบว่า สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลที่ได้จากการวิจัยคุณภาพจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกับการวิจัยเชิงปริมาณจากการวิจัยกับตัวอย่างวิศวกรที่ทำงาน

ด้านนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมได้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่นำไปพัฒนาเครื่องมือวัดเพื่อสร้างนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในเชิงพาณิชย์ ที่เป็นปัจจัยด้านสมรรถนะทั่วไปทางนวัตกรรมจำนวน 11 ปัจจัย และเป็นปัจจัยสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมจำนวน 6 ปัจจัย รวมทั้งสิ้นจำนวน 17 ปัจจัย ได้แก่ (1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ (2) การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม (3) การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบ (4) การพิจารณาตรวจสอบ (5) การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย (6) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (7) การติดต่อสื่อสาร (8) กิจกรรมสังคมสิ่งแวดล้อมการพัฒนาที่ยั่งยืนและวิชาชีพวิศวกรรม (9) จรรยาบรรณวิชาชีพ (10) การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน (11) การเรียนรู้ตลอดชีพ (12) ผู้ริเริ่มโครงการ (13) ผู้ค้นหาข้อมูล (14) ผู้สร้างสรรค์ (15) ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ (16) ผู้ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่นำไปสู่การปฏิบัติ และ (17) ผู้อำนวยการสนับสนุน

5.3.4 ผลการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม

การประมวลผลข้อมูล ข้อมูลที่ลงรหัสแล้วได้นำมาบันทึกโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลข้อมูลซึ่งใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistic Package for Social Sciences หรือ SPSS) โดยการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม ดำเนินการในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม ประเภท Nonhierarchical Cluster หรือ วิธี K-Means Cluster เนื่องจากขนาดตัวอย่าง หรือจำนวนข้อมูลมากกว่า 200 คน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) ผู้วิจัยกำหนดให้แบ่งกลุ่มบัณฑิตวิศวกรรมเป็น 6 กลุ่ม โดยมีเป้าหมายในบัณฑิตวิศวกรรมที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความคล้ายกันในปัจจัยหรือตัวแปร 2 ตัวคือ สมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรม และสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม การวิจัยครั้งนี้ทำการวิเคราะห์โดยกำหนดให้มี 6 กลุ่ม ผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 5-34 ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5-34 : Iteration History[a]

Iteration	Change in Cluster Centers					
	1	2	3	4	5	6
1	1.190000000000000	1.182000000000000	0.499000000000000	1.203000000000000	1.351000000000000	1.576000000000000
2	0.144000000000000	0.721000000000000	0.400000000000000	0.209000000000000	0.543000000000000	0.168000000000000
3	0.037000000000000	0.087000000000000	0.061000000000000	0.007000000000000	0.071000000000000	0.010000000000000
4	0.001000000000000	0.003000000000000	0.001000000000000	0.000000000000000	0.001000000000000	0.000000000000000
5	0.000047790000000	0.000079660000000	0.000012380000000	0.000009521000000	0.000018350000000	0.000001193000000
6	0.000001707000000	0.000002414000000	0.000000176900000	0.000000340000000	0.000000296000000	0.000000013260000
7	0.000000060960000	0.000000073150000	0.000000002527000	0.000000012140000	0.000000004774000	0.000000000147300
8	0.000000002177000	0.000000002217000	0.000000000036100	0.000000000433700	0.000000000076990	0.000000000001637
9	0.000000000077750	0.000000000067170	0.000000000000516	0.000000000015490	0.000000000001242	0.000000000000018
10	0.000000000002777	0.000000000002036	0.000000000000007	0.000000000000553	0.000000000000020	0.000000000000000
11	0.000000000000099	0.000000000000062	0.000000000000000	0.000000000000020	0.000000000000000	0.000000000000000
12	0.000000000000004	0.000000000000002	0.000000000000000	0.000000000000000	0.000000000000000	0.000000000000000
13	0.000000000000000	0.000000000000000	0.000000000000000	0.000000000000000	0.000000000000000	0.000000000000000

a Convergence achieved due to no or small change in cluster centers. The maximum absolute coordinate change for any center is .000. The current iteration is 13. The minimum distance between initial centers is 2.239.

จากตารางที่ 5-34 พบว่าแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย หรือค่ากลางของแต่ละ Cluster ในแต่ละรอบของการคำนวณ 13 รอบ เนื่องจากรอบที่ 13 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่ากลางเมื่อเทียบกับรอบที่ 12 (รอบที่ 13 หรือ Iteration ที่ 13 มีค่าการเปลี่ยนแปลงเป็นศูนย์)

ตารางที่ 5-35 : Initial Cluster Centers

	Cluster					
	1	2	3	4	5	6
บทบาทด้านวิศวกรรม	-2.17491	2.96937	-0.10841	-2.17491	2.74953	0.77096
บทบาทด้านนวัตกรรม	-1.70717	1.97128	-0.10785	2.02459	-0.8542	2.39777

จากตารางที่ 5-35 พบว่าแสดงค่ากลางของแต่ละ cluster โดย Cluster ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางของบทบาทด้านวิศวกรรมสูงคือ 2.97 ในขณะที่บทบาทด้านนวัตกรรม Cluster ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยหรือค่ากลางสูงสุดคือ 2.4

ตารางที่ 5-36 : ANOVA

ANOVA						
	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	Df	Mean Square	df		
บทบาทด้านวิศวกรรม	50.166	5	0.178	299	282.114	0.000
บทบาทด้านนวัตกรรม	41.008	5	0.331	299	123.902	0.000

The F tests should be used only for descriptive purposes because the clusters have been chosen to maximize the differences among cases in different clusters. The observed significance levels are not corrected for this and thus cannot be interpreted as tests of the hypothesis that the cluster means are equal.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 5-36 แสดงถึงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (1-WAY ANOVA) มาศึกษา โดยศึกษาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปร 2 ตัวแปร ว่าเมื่ออยู่กลุ่มต่างกันค่าเฉลี่ยของตัวแปรดังกล่าวต่างกันจากข้อความใต้ตารางระบุว่าไม่ควรนำค่า observed significance มาใช้ในการทดสอบสมมติฐาน แต่จากค่าสถิติ F และ Observed significance ของบทบาทด้านวิศวกรรมที่มีค่า F สูงถึง 282.114 และค่า Observed significance = .000

พอสรุปได้ว่า บทบาทด้านวิศวกรรม และบทบาทด้านนวัตกรรม มีค่าเฉลี่ยต่างกัน เมื่ออยู่ต่างกลุ่มกัน ดังนั้นตารางที่ 5-36 ANOVA พบว่าค่าสถิติ F ค่อนข้างสูงสำหรับทุกตัวแปร และค่า Observed sig. เป็นศูนย์ จึงสรุปว่าปัจจัยหรือตัวแปรทั้ง 2 น่าจะเป็นปัจจัยที่ทำให้กลุ่มต่าง จึงน่าจะใช้ตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรในการแบ่งกลุ่ม

ตารางที่ 5-37 : Number of Cases in each Cluster

Cluster	1	28
	2	33
	3	68
	4	28
	5	62
	6	86
Valid		305
Missing		.000

ตารางที่ 5-37 แสดงจำนวนตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม กลุ่มที่ 1 มี 28 คน กลุ่มที่ 2 มี 33 คน กลุ่มที่ 3 มี 68 คน กลุ่มที่ 4 มี 28 คน กลุ่มที่ 5 มี 62 คน และกลุ่มที่ 6 มี 86 คน

จากผลลัพธ์ตารางที่ 5-36- 5-37 ด้วยเทคนิค Cluster แล้วพบว่าไม่สามารถสรุปว่าแต่ละกลุ่มเป็นอย่างไร จึงหาค่าเฉลี่ยของปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยแยกตามกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 5-38

ตารางที่ 5-38 : Report

Cluster Number of Case		**บทบาทด้านวิศวกรรม**	**บทบาทด้านนวัตกรรม**
1.	Mean	3.6580	3.5714
2.	Mean	**5.7961**	5.0640
3.	Mean	4.3904	3.5907
4.	Mean	3.8041	**5.5139**
5.	Mean	5.2703	3.6962
6.	Mean	4.6758	5.3618
Total	Mean	4.6808	4.4457

ความหมายของตารางที่ 5-38

กลุ่มที่ 1 มี 28 คน ให้ระดับบาทบาทด้านวิศวกรรม ใกล้เคียงกับการให้ระดับบทบาทด้านนวัตกรรม

กลุ่มที่ 2 มี 33 คน ให้ระดับบาทบาทด้านวิศวกรรม ใกล้เคียงกับการให้ระดับบทบาทด้านนวัตกรรมและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดด้านบทบาทวิศวกรรมมากกว่า 5 กลุ่ม

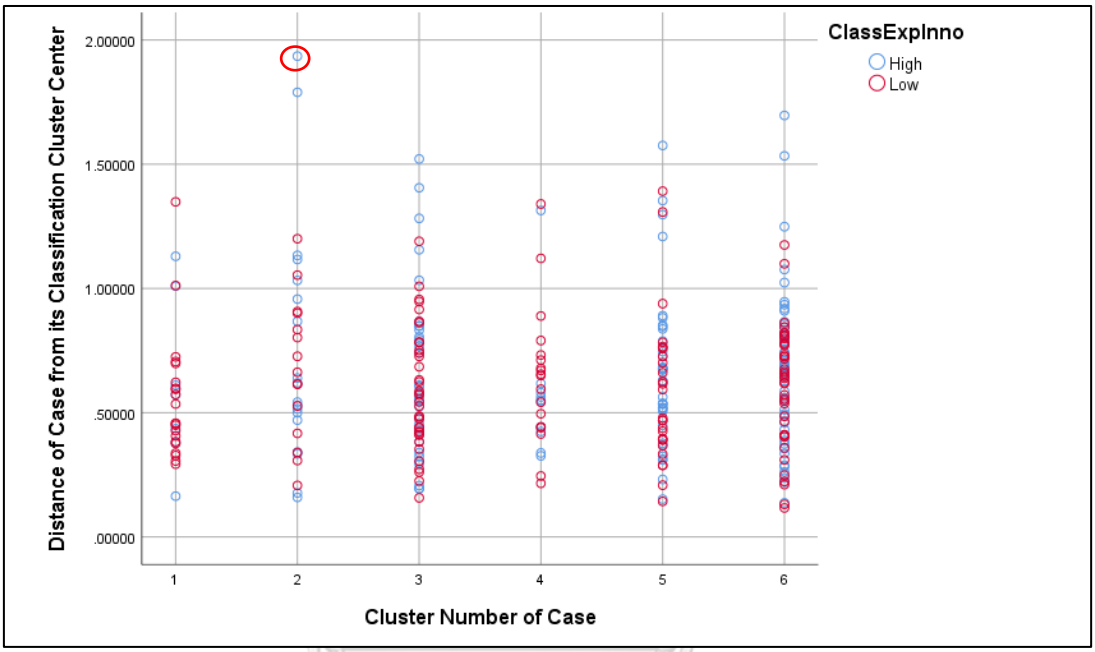
กลุ่มที่ 3 มี 68 คน ให้ระดับบาทบาทด้านวิศวกรรม สูงกว่าเล็กน้อยกับระดับบทบาทด้านนวัตกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กลุ่มที่ 4 มี 28 คน ให้ระดับบาทบาทด้านวิศวกรรม ต่ำกว่าการให้ระดับบทบาทด้านนวัตกรรมและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดด้านบทบาทนวัตกรรมมากกว่า 5 กลุ่ม

กลุ่มที่ 5 มี 62 คน ให้ระดับบาทบาทด้านวิศวกรรม สูงกว่าการให้ระดับบทบาทด้านนวัตกรรม

กลุ่มที่ 6 มี 86 คน ให้ระดับบาทบาทด้านวิศวกรรม ใกล้เคียงกับการให้ระดับบทบาทด้านนวัตกรรม



แผนภาพที่ 5-7 : Cluster Number of Case

จากแผนภาพที่ 5-6 แสดงระดับนวัตกรรมในบทบาทวิศวกรรม และบทบาทนวัตกรรม ที่อยู่ใน Cluster 1-6 โดยแกนตั้งแสดงระยะห่างของแต่ละกรณี (Case) จากค่ากลางของกลุ่มข้อมูล (Cluster) ที่กรณี (Case) อยู่ พบว่าในกลุ่มข้อมูล (Cluster) ที่ 2 มี 1 กรณี (Case) ที่ห่างจากค่ากลางมาก แสดงว่าบัณฑิตวิศวกรรมคนนี้ต่างจากบัณฑิตวิศวกรรมคนอื่นในกลุ่มข้อมูล (Cluster) เดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแบบนวัตกรรม

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแบบนวัตกรรมโดยอาศัยการสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานตอบสมมติฐานให้ได้ ทั้ง 3 ข้อ และงานวิจัยครั้งนี้สามารถตอบคำถามตามวัตถุประสงค์งานวิจัยที่ตั้งไว้ดังนี้

(1) สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องการในสมรรถนะทั่วไปและสมรรถนะเฉพาะทางนวัตกรรมในบทบาทของกระบวนการนวัตกรรม ตามสมมุติฐานงานวิจัย H1. สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัย

ปัจจัยทางสมรรถนะที่ใช้วัด ตามตัวบ่งชี้ของสมรรถนะทั่วไปจากงานวิจัยประกอบด้วยองค์ประกอบของสมรรถนะทางวิศวกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทย และตามตัวบ่งชี้ของสมรรถนะเฉพาะจากงานวิจัยเป็นองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทย งานวิจัยครั้งนี้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยด้านองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม ก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิชาการสาขาการจัดการองค์กรและการจัดการทรัพยากรมนุษย์ ทำให้ทราบปัจจัยตามที่องค์กรไทยต้องการสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรม

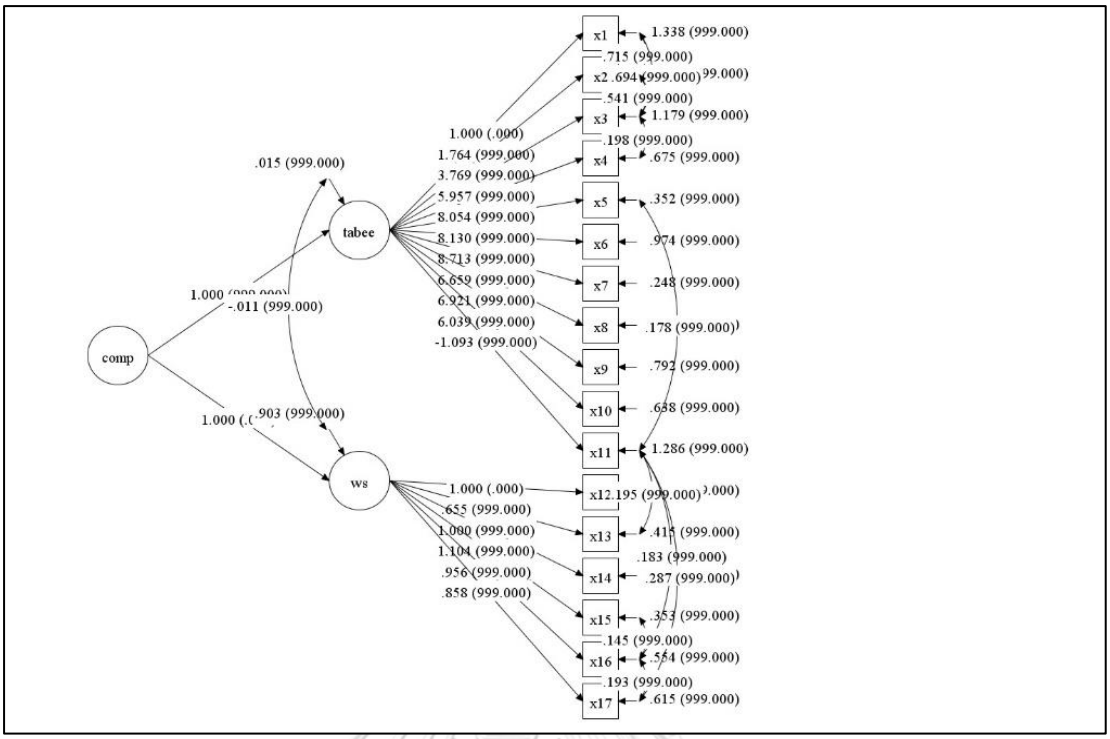
(2) สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เหมาะในแต่ละบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรม ตามสมมุติฐานงานวิจัย H2. สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่วัดโดยการจัดกลุ่มมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับบทบาทในกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม (ตามหัวข้อ 5.3.4 ผลการวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์กลุ่ม)

(3) การคัดเลือกของธุรกิจเพื่อให้ได้ผู้มีสมรรถนะทางนวัตกรรม ตามทดสอบสมมุติฐานงานวิจัย H3. ผลการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบทบาทของกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทำให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนาแบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์โดยธุรกิจภาคอุตสาหกรรมสามารถนำเครื่องมือการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลไปประยุกต์ใช้ในงานบริหารทรัพยากรมนุษย์ขององค์กรด้านการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานตามบทบาทการทำงานด้านนวัตกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากกรอบแนวคิดโมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมทำให้การวิจัยครั้งนี้ทราบปัจจัยตัวชี้วัดการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดผลเชิงนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคลากรด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะนวัตกรรม และเกิดการจับคู่สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านนวัตกรรม ก่อให้เกิดแผนงานวิจัยในเชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ICAC Business Innovation) ตามโมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมดังแผนภาพที่ 5-7

โดยการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่นำเรื่อง การวางแผนกลยุทธ์องค์กรสำหรับการสร้างนวัตกรรม วัฒนธรรมองค์กร การวัดผลนวัตกรรม และการให้รางวัลสำหรับการสร้างนวัตกรรม มาศึกษา และควบคุมปัจจัยเฉพาะตัวบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไทย ตามกรอบแนวคิดโมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม



แผนภาพที่ 5-8 : โมเดลนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

5.3.6 เครื่องมือวัดการรับรู้ความสามารถตนเองกับตัวแบบนวัตกรรม

ตัวแบบนวัตกรรมในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เครื่องมือวัดโดยดัดแปลงจากการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ของ O * NET Interest Profiler (IP) (O*NET, 2018) เป็นเครื่องมือสำรวจอาชีพด้วยแบบประเมินตนเองช่วยให้ผู้ใช้งานค้นพบสมรรถนะตนเองด้วยการให้คะแนนตนเอง (Self-Scoring) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางจิตวิทยาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือในรูปแบบการประเมินการให้คะแนนตนอง (Rounds et al., 1999) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ของ O * NET Interest Profiler (IP) เพื่อสำรวจตลาดงาน การสร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมสำหรับเครื่องมือวัดกับตัวแบบนวัตกรรมสำหรับการศึกษานี้ อ้างอิงจากเครื่องมือวัด ISE: Innovation Self-Efficacy ของ E. Gerber et al. (2012) เป็นการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านนวัตกรรม เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการสำรวจโดยต้องมีการอธิบายที่มาของการทำแบบสอบถาม และชี้แจงผู้ตอบแบบสอบถามถึงผลการสำรวจไม่ถูกนำไปประเมินด้านผลการปฏิบัติงานที่ใช้สำหรับ ระบบเงินเดือน ค่าตอบแทน และสิ่งจูงใจ เช่น การให้เงินรางวัลประจำปี การเลื่อนเงินขั้นหรือเงินเดือน การปรับระดับตำแหน่งงาน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือส่วนเพิ่มให้กับผู้บริหารหรือผู้ทำหน้าที่คัดเลือกบุคคลได้รับประโยชน์ทางการจัดการทรัพยากรมนุษย์เฉพาะการคัดเลือกบุคคลที่ถูกเลือกไว้เปรียบเทียบกับตลาดแรงงานที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมโดยมีการยืนยันด้วยค่านัยสำคัญทาง

สถิติแทนที่จะใช้ดุลพินิจหรือประสบการณ์เท่านั้น และสามารถคัดเลือกบุคคลที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในตลาดแรงงาน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้คำถามหรือตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องกับงาน ความสามารถที่บัณฑิตวิศวกรรมทำงานได้ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน โดยคำถามได้มีการระบุและกำหนดนิยามของตัวแปร มีเกณฑ์กำหนดค่าระดับความสำคัญและระดับความสามารถแต่ละช่วงคะแนน โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะและงานในปัจจุบันของบัณฑิตวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
แผนงานความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์

แผนงานวิจัยในเชิงพาณิชย์ (Commercialization) บทนี้กล่าวถึงการนำความรู้จากผลการศึกษาที่ได้ไปพัฒนาต่อเป็นนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม เพื่อให้แผนงานวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ การนำเสนอการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแผนงานวิจัย และความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์ที่เป็นรูปแบบนวัตกรรมธุรกิจ (Business Innovation)

แผนงานวิจัยในเชิงพาณิชย์ครั้งนี้ใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) คือ กระบวนการนำฐานข้อมูลด้านสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่สำคัญด้านสมรรถนะทั่วไปทางวิศวกรรมและสมรรถนะทางนวัตกรรม ด้วยการนำเสนอรูปแบบการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสมรรถนะแรงงานในตลาด ที่เรียกว่า แดชบอร์ด (Dashboard) ประกอบด้วย ตาราง กราฟ แผนภูมิ ในแง่มุมต่าง ๆ เพื่อช่วยวางแผนในการบริหารจัดการทรัพยากรในบทบาทกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม เป็นเครื่องมือส่วนเพิ่มให้ผู้บริหารตัดสินใจเลือกทีมทำงานนวัตกรรมที่สามารถแข่งขันกับตลาดแรงงานในธุรกิจอุตสาหกรรม รายงานนี้ไม่มีรายละเอียดข้อมูลส่วนบุคคลจึงไม่สามารถนำไปใช้ด้านการประเมินผลงาน หรือประเมินผลตอบแทนจากผลงานได้

6.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแผนงานวิจัยไปสู่เชิงพาณิชย์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแผนงานวิจัยไปสู่เชิงพาณิชย์อ้างถึง (Brown, 2008) ความคิดเชิงออกแบบ หรือ Design Thinking มีลักษณะเป็นมุมมองของนักออกแบบในการสร้างนวัตกรรมเป็นกระบวนการเชิงออกแบบในการสังเคราะห์นวัตกรรมนำกระบวนการในการคิดให้มีความสำคัญด้านบุคคลกับเครื่องมือต่างๆที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาที่ถูกต้องในการแก้ไขมุมมองจากความเข้าใจมนุษย์และวิธีคิดอย่างเป็นระบบ เน้นผู้ใช้หรือลูกค้าเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาการใช้งาน (Human Centric Approach) การเข้าใจผู้ใช้ให้มากที่สุด (Empathy) เพื่อค้นพบปัญหาของผู้ใช้และโอกาสในการแก้ไขปัญหานั้น (Discover) โดยการรวบรวมผสานความคิดที่แยกย่อย (Idea) เข้าเป็นผลลัพธ์ (Solution) ที่สามารถตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาแก่ผู้ใช้อย่างครบถ้วนเกิดเป็นนวัตกรรมโดยการเลือกแนวทางความเป็นไปได้ (Define) การพัฒนา (Develop) และการต่อยอดแนวคิดไปสู่ขั้นต้นแบบ (Prototype) ด้วยการทดสอบ (Test) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ICAC Prototype) ไปทดสอบการใช้งานจริงกับผู้ใช้ ซึ่งหากยังไม่ใช่ตามที่วางแผนไว้สามารถนำกลับไปปรับปรุงแก้ไขทำซ้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จนในที่สุดจึงนำเสนอ (Deliver) เกิด ผลิตภัณฑ์หรือ โซลูชั่น (Solution) ออกไปสู่ตลาดจริง นำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เรียกว่า นวัตกรรม (Müller & Thoring, 2012)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ คือ การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ในรูปแบบ HR Analytics Dashboard ด้วยมีการทดสอบ (Test) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) ที่การศึกษาครั้งนี้เรียกว่า ICAC โดยจะนำเสนอ รายงานการนำเสนอในรูปแบบของแดชบอร์ด (Dashboard) ที่เป็นต้นแบบ (Prototype) และสอบถามความพึงพอใจการใช้ต้นแบบนวัตกรรมธุรกิจ (ICAC Business Innovation) เพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตามภาพที่ 6-1

ภาพที่ 6-1 : นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ในรูปแบบ HR Data Analytics Dashboard

ในการศึกษาครั้งนี้ ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) คือ นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ชื่อ ICAC นำเสนอรายงานที่เป็นรูปแบบแดชบอร์ด (Dashboard) ประกอบด้วย 8 ส่วน ได้แก่ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมตามภาคผนวก ช รูปแบบ HR Data Analytics in Engineering Graduates)

- ส่วนที่ 1 การเข้าระบบ Prototype: ICAC Data Analytics (LOGIN)
- ส่วนที่ 2 รายงาน แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ส่วนที่ 3 รายงานแสดงภาพรวมส่วนข้อมูลสมรรถนะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับบริษัท

- ส่วนที่ 4 รายงานแสดงรายละเอียดปัจจัยส่วนข้อมูลสมรรถนะทั่วไป
- ส่วนที่ 5 รายงานแสดงรายละเอียดปัจจัยส่วนข้อมูลสมรรถนะเฉพาะ
- ส่วนที่ 6 รายงานแสดงความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 305 ท่าน
- ส่วนที่ 7 รายงานแสดงข้อมูล Package ที่เป็น Business Model และ ช่องทางการติดต่อ
- ส่วนที่ 8 รายงานแสดง ICAC Business Model ด้านการบริการฝึกอบรม

นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ในรูปแบบ HR Data Analytics Dashboard เป็นนวัตกรรมธุรกิจในรูปแบบโมเดลศูนย์การคัดเลือกบุคลากรที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมที่จบสาขาวิศวกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถเชิงแข่งขันให้กับธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยด้านนวัตกรรมด้วยการบริหารทรัพยากรมนุษย์ในรูปแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะโดยใช้การวิเคราะห์ทรัพยากรมนุษย์ แอพพลิเคชั่นเพื่อทำนายความสามารถด้านวิศวกรรมสำหรับการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรม ที่เรียกว่า ICAC Innovation Competency Assessment Center โดยใช้โมเดลธุรกิจ(Business Model innovation) ในรูปแบบ Freemium model เป็นรูปแบบการให้บริการลูกค้าที่แยกออกเป็น 2 ระดับชัดเจน ได้แก่ Free ที่เปิดให้ลูกค้าใช้บริการได้โดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย แต่จะมีการตัด Feature และจำกัด บริการบางส่วน กับ Premium ที่ลูกค้าต้องจ่ายเงินเพื่อใช้บริการพร้อม Feature ที่มากกว่าเดิม โมเดล Freemium เหมาะสมกับธุรกิจที่ลูกค้าทราบว่าจะได้รับบริการส่วนเพิ่มโดยการจ่ายค่าบริการส่วนเพิ่ม จึงเหมาะกับบริการที่เป็น Software-as-a-Service ที่สามารถเพิ่มจำนวนผู้บริการได้โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนมากนักทำให้สามารถเข้าถึงลูกค้าจำนวนมากได้โดยไม่ต้องกังวลเรื่องต้นทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.1 รายงานการนำเสนอในรูปแบบของแดชบอร์ด

แดชบอร์ด Dashboard หมายถึง ส่วนของระบบที่ใช้แสดงข้อมูลภาพรวมเพื่อแสดงผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จาก การประมวลผลร่วมกันทั้งระบบ โดยนำเสนอในรูปแบบแผนภาพ หรือหน้ารายงานที่รวมสิ่งสำคัญของการแสดงผลข้อมูลที่ใช้ในการสรุปข้อมูลแบบผู้บริหาร (Executive) ในมุมมองต่างๆ เพื่อให้สามารถดูได้ง่าย ใช้เวลาในการตีความน้อยและสามารถตอบโจทย์ทางธุรกิจได้ ใช้ในการติดตามเรื่องที่สนใจ เพื่อเห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตลอดเวลา แดชบอร์ Dashboard สร้างโดยเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล Data analytics เพื่อดูในมุมมองตามกลุ่มที่ผู้ใช้สนใจ ได้โดยการสร้างต้องรู้ความต้องการว่าจะดูจากมุมมองใด การแสดงค่าดังกล่าวควรอยู่ในดุลพินิจของผู้บริหารและผู้รับผิดชอบด้านการคัดเลือกบุคคลในแต่ละองค์กร

ผลิตภัณฑ์ในที่นี้ หมายถึง เครื่องมือวัดสมรรถนะนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเทียบกับการวิเคราะห์ข้อมูลในตลาดแรงงาน อ้างถึง Van de Ven, Angle, and Poole (2000) กล่าวถึงแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของขอบเขตความรู้การบริหารการจัดการองค์กร หรือ Management Domain ได้แก่ ขั้นตอนแนวคิด (Idea Stage) ขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนา (Design or Development Stage) ขั้นตอนการนำไปปฏิบัติใช้งาน (Implement Stage) การศึกษาครั้งนี้จึงนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพราะมีความเหมาะสมกับเงื่อนไขด้านเวลาในการพัฒนา ดังนี้

- ขั้นตอนแนวคิด (Idea Stage) หมายถึง การทราบที่มาของปัญหาในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ โดยการเข้าใจผู้ใช้ให้มากที่สุด (Empathy) เพื่อค้นพบปัญหาของผู้ใช้และโอกาสในการแก้ไขปัญหานั้น คือ การศึกษาดังรายละเอียดบทที่ 1 ถึง บทที่ 4 ทำให้ทราบตัวบ่งชี้สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เป็นความต้องการของธุรกิจในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานเกี่ยวข้องกับนวัตกรรม มีองค์ประกอบสมรรถนะทั่วไปด้านวิศวกรรมจำนวน 11 ตัวบ่งชี้ และด้านสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรมจำนวน 6 ตัวบ่งชี้ ซึ่งแบ่งระดับความสำคัญของสมรรถนะเป็น 5 ระดับ ตลอดจนการให้ระดับความสามารถของตนเอง (Self-Scoring) หรือ การรับรู้ความสามารถในการทำงานเป็น 7 ระดับ รวมทั้งยังแสดงการเปรียบเทียบระดับคะแนนแต่ละมิติกับค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมในตลาดที่เป็นองค์กรที่มุ่งเน้นการดำเนินงานด้านนวัตกรรมในประเทศไทย
- ขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนา (Design or Development Stage) หมายถึง การนำความคิด ที่สามารถตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาแก่ผู้ใช้อย่างครบถ้วนเกิดเป็นนวัตกรรมโดยการเลือกแนวทางความเป็นไปได้ (Define) การพัฒนา (Develop) นำเสนอรายละเอียดส่วนนี้ในบทที่ 5 ในส่วนการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) คือ นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ชื่อ ICAC นำเสนอรายงานที่เป็นรูปแบบแดชบอร์ด (Dashboard) การพัฒนาเครื่องมือวัดฯ และเกณฑ์คะแนนมาตรฐานของเครื่องมือวัดฯ เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงของคุณภาพ และความสามารถทางนวัตกรรมของต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นรายงานแดชบอร์ดสำเร็จรูป ในการออกแบบต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดฯ ผู้วิจัยได้กำหนดให้ ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ที่จำเปป็นขั้นต้นสำหหรับการใช้งานระบบ คือ Microsoft Operating System และ Microsoft Office รวมทั้งในส่วนของ Hardware ที่จำเป็นต่อการใช้งานคอมพิวเตอร์ หน้าจอ เมาส์ และแป้นพิมพ์
- ขั้นตอนการนำไปปฏิบัติใช้งาน (Implement Stage) หมายถึง การต่อยอดแนวคิดไปสู่ขั้นต้นแบบ (Prototype) ด้วยการทดสอบ (Test) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมเครื่องมือวัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ICAC Prototype) ไปทดสอบการใช้งานจริงกับผู้ใช้ ซึ่งหากยังไม่ใช่ตามที่วางแผนไว้สามารถนำกลับไปปรับปรุงแก้ไขทำซ้ำ จนในที่สุดจึงนำเสนอ ผลิตภัณฑ์ออกไปสู่ตลาดจริงยอมรับเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ในรูปแบบการรายงานผลแบบแดชบอร์ด (ICAC Dashboard) และมีความสนใจที่จะใช้งานในองค์กร นำเสนอรายละเอียดส่วนนี้ในบทที่ 6 ได้แก่ ความพึงพอใจต้นแบบนวัตกรรมธุรกิจเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์รูปแบบนวัตกรรมธุรกิจ (Business Innovation) และบทที่ 7 ได้แก่ สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์ และผลที่คาดว่าจะได้รับ

6.1.2 ความพึงพอใจต้นแบบนวัตกรรมธุรกิจเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์

ผลการศึกษาข้อมูลด้านการประเมินความพึงพอใจต้นแบบนวัตกรรมธุรกิจเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มทดลองใช้ต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมแบ่งออกเป็น กลุ่มควบคุม และกลุ่มไม่ควบคุม ได้แก่ กลุ่มที่มีประสบการณ์ใช้เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (experimental group) จำนวน 3 ตัวอย่าง และกลุ่มไม่เคยใช้ จำนวน 3 ตัวอย่าง จากการสัมภาษณ์บริษัท จำนวน 6 บริษัท ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ (ICAC Business Innovation โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) แล้วเรียงลำดับความถี่ (Frequency) และนำเสนอในรูปตาราง ของบริษัทตัวอย่างในประเทศไทย ระหว่างกลุ่มเคยทดลองใช้เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเทียบกับกลุ่มไม่เคยทดลองใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.2.1 ความพึงพอใจต่อการใช้ต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามต่อการใช้ต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ICAC Dashboard)

ตารางที่ 6-1 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภท เคยให้พนักงานในองค์กรทดลองใช้เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

การทดลองใช้	จำนวน	ร้อยละ
เคย	3	50
ไม่เคย	3	50
รวม	6	100

พบว่า กลุ่มเคยทดลองใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดจำนวน 3 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 50 และกลุ่มไม่เคยทดลองใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดจำนวน 3 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 50

ต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ICAC Dashboard) มีระดับการให้บริการ 3 ระดับ ได้แก่

(1) ระดับ Free ที่เปิดให้ลูกค้าใช้บริการได้โดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย ลูกค้าต้องมีข้อมูลการตอบของผู้ใช้ไม่ต่ำกว่า 200 คน โดยที่ผู้บริหารหรือผู้มีหน้าที่คัดเลือกบุคคลของลูกค้าจะได้รับ Feature พื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล และการเข้าใช้ข้อมูลจะจำกัดรายงานบางส่วนในเรื่องการเปรียบเทียบสมรรถนะทางนวัตกรรมของตลาด

(2) ระดับ Silver เป็น Premium ที่ลูกค้าต้องจ่ายเงิน 100 บาท ต่อผู้ใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัด และลูกค้าต้องมีข้อมูลการตอบของผู้ใช้ไม่ต่ำกว่า 100 คน โดยที่ผู้บริหารหรือผู้มีหน้าที่คัดเลือกบุคคลของลูกค้าจะได้รับ Feature ที่มากกว่าเดิม ได้แก่ การดูแลลูกค้าด้วยการติดต่อการช่วยเหลือการใช้งานพื้นฐาน และคำแนะนำการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่เหมาะสมในแต่ละหลักสูตรด้วยช่องทางการติดต่อทางอีเมล์ทันที สามารถดูรายงานเปรียบเทียบสมรรถนะทางนวัตกรรมของตลาดในภาพรวม และได้รับส่วนลดการฝึกอบรม 5% ต่อทุกหลักสูตร

(3) ระดับ Gold เป็น Premium ที่ลูกค้าต้องจ่ายเงิน 150 บาท ต่อผู้ใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัด และลูกค้าต้องมีข้อมูลการตอบของผู้ใช้ไม่ต่ำกว่า 100 คน โดยที่ผู้บริหารหรือผู้มีหน้าที่คัดเลือกบุคคลของลูกค้าจะได้รับ Feature ที่มากกว่าเดิม ได้แก่ การดูแลลูกค้าด้วยการติดต่อการช่วยเหลือการใช้งานพื้นฐาน และปรับปรุงหน้าตารายงานตามที่ลูกค้าต้องการ เช่น สี ขนาดตัวอักษร และคำแนะนำการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่เหมาะสมในแต่ละหลักสูตรด้วยช่องทางการติดต่อทางข้อความและโทรศัพท์ทันที สามารถดูรายงานเปรียบเทียบสมรรถนะทางนวัตกรรมของตลาดแต่ละตัวบ่งชี้ และได้รับส่วนลดการฝึกอบรม 10% ต่อทุกหลักสูตร

ตารางที่ 6-2 :ค่าความถี่ และค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามประเภทสนใจระดับบริการจาก ICAC

ระดับบริการจาก ICAC	จำนวน	ร้อยละ
Free	-	-
ระดับ Silver	-	-
ระดับ Gold	6	100
รวม	6	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการใช้งานระดับ Gold จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 6-3 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถามสิทธิ์ที่ต้องการเข้าใช้รายงานการวิเคราะห์ (Dashboard)

สิทธิ์เข้าใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
ระดับบริหาร/ผู้จัดการ	6	100
ระดับปฏิบัติการ	-	-
ผู้กรอกข้อมูล	-	-
ผู้สนใจ/ผู้เข้าดูข้อมูล	-	-
อื่นๆ	-	-
รวม	6	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการเข้าใช้รายงานในสิทธิ์การวิเคราะห์ (Dashboard) ระดับบริหาร/ ผู้จัดการ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 6-4 : ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	5	83
หญิง	1	7
รวม	6	100

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก เป็นเพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 83 และเพศ หญิง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.1.2.2 ความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้รายงานการวิเคราะห์ (Dashboard)

ตารางที่ 6-5 : การแปลความหมายค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกรณีมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (บุญมี พันธุ์ไทย, 2545)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
มากกว่า 1.75	มีความแตกต่างกันมาก
1.25 – 1.75	มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
น้อยกว่า 1.25	มีความแตกต่างกันน้อย หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 6-6 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของบริษัทตัวอย่างโดยรวม และรายตัวแปรด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ

ตัวแปร	ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ	ระดับความสำคัญ		
		($\bar{x}$)	(S.D)	แปลผล
1.	ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน	4.00	.000	มาก
2.	**ความถูกต้องของการประมวลผลสูตรการคำนวณและรายงาน**	4.83	.408	ดีมาก
3.	ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	4.33	.516	มาก
4.	ความเหมาะสมของขั้นตอนการใช้รายงานการวิเคราะห์	4.50	.548	ดีมาก
5.	การจัดการรักษาความปลอดภัย และกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน	4.00	.000	มาก
6.	ความง่าย (User Friendly) ของการใช้งาน	4.50	.548	ดีมาก
7.	ภาษาที่ใช้เป็นทางการ ตรงประเด็น และสื่อความหมายชัดเจน	4.00	.000	มาก
8.	**อำนวยความสะดวกในการจัดทำรายงานให้กับผู้บริหารประกอบการตัดสินใจเชิงคัดเลือกบุคคลได้**	4.83	.408	ดีมาก
9.	ผู้บริหารสามารถใช้ประโยชน์ ในการดำเนินงานตามองค์ประกอบการตัดสินใจเชิงคัดเลือกบุคคลได้อย่างสะดวก	4.50	.548	ดีมาก
10.	**การเผยแพร่ข้อมูลผลการประเมินในเชิงสถิติที่ได้จากระบบ**	4.83	.408	ดีมาก
	รวม	4.43	.338	มาก

ผลการวิเคราะห์พบว่า ความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างต่อเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ ความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากดีมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.83) ได้แก่ ความถูกต้องของการประมวลผลสูตรการคำนวณและรายงาน อำนวยความสะดวกในการจัดทำรายงานให้กับผู้บริหารประกอบการตัดสินใจเชิงคัดเลือกบุคคลได้ และการเผยแพร่ข้อมูลผลการประเมินในเชิงสถิติที่ได้จากระบบตามลำดับ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.0) ได้แก่ ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน การจัดการรักษาความปลอดภัย และกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน ภาษาที่ใช้เป็นทางการ ตรงประเด็น และสื่อความหมายชัดเจน ตามลำดับ

6.1.2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านการออกแบบทางกายภาคของระบบ

ตารางที่ 6-7 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างโดยรวมและรายตัวแปรด้านการออกแบบ

ตัวแปร	ด้านการออกแบบ	ระดับความสำคัญ		
		($\bar{x}$)	(S.D)	แปลผล
11.	ความสวยงามการจัดวางรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.50	.548	ดีมาก
12.	ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านง่ายและสวยงาม	4.00	.000	ดี
13.	ความเร็วในการแสดงภาพ ตัวอักษรและข้อมูลต่างๆ	4.33	.516	ดี
รวม		4.28	.355	ดี

พบว่า ความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างต่อเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมด้านการออกแบบ โดยรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นดี เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.5) ได้แก่ ความสวยงามการจัดวางรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.0) ได้แก่ ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษรสามารถอ่านง่ายและมีความสวยงามเหมาะสม

6.1.2.4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้งาน

ตารางที่ 6-8 : ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญที่เป็นความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างโดยรวมและรายตัวแปรด้านการสนับสนุนการใช้งาน

ตัวแปร	ด้านการสนับสนุนการใช้งาน	ระดับความสำคัญ		
		($\bar{x}$)	(S.D)	แปลผล
14.	ช่องทางการติดต่อการใช้งานมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.83	.408	ดีมาก
15.	มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพอ	4.50	.548	ดีมาก
รวม		4.67	.478	ดีมาก

พบว่า ความคิดเห็นของบริษัทตัวอย่างต่อเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมด้านการสนับสนุนการใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับความคิดเห็นดีมาก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (4.83) ได้แก่ ช่องทางการติดต่อการใช้งานมีความชัดเจนเข้าใจง่าย และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.5) ได้แก่ มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพอ

โดยสรุปความพึงพอใจต่อการใช้งานพบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมผลความคิดเห็นของ 6 บริษัทตัวอย่างต่อนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ทั้ง 3 ด้านได้แก่ ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ ด้านการออกแบบ และด้านการสนับสนุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้งาน มีความแตกต่างกันน้อย (SD=0.39) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกประเด็นมีความแตกต่างกันน้อยหมายความว่าตัวอย่าง 6 บริษัท มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 6-9 : ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ลำดับที่	ข้อเสนอแนะ	ความถี่
1	เป็นการวิเคราะห์ตรงเป้าหมาย และสามารถนำไปพัฒนาได้จริง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด	1
2	ถ้าเป็นรูปแบบจริงที่ไม่ใช่ Demo จะเห็นการใช้จริงได้ชัดเจนกว่านี้	1
3	ระดับ Gold ควรคิด Business Model ที่ราคา 200 บาทต่อคน	1
	และน่าจะสามารถพล๊อตข้อมูลออกมาได้เป็นสามมิติ	1

พบว่า ตัวอย่าง 3 บริษัทได้เสนอแนะเกี่ยวกับนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม โดยสรุปได้เสนอแนะเกี่ยวกับการให้ความสำคัญกับการนำไปพัฒนาใช้จริงได้ชัดเจนในรูปแบบรายงานข้อมูลที่เสมือนจริง โมเดลการหารายได้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยเสนอแนะในระดับ ระดับ Gold ควรคิด Business Model ที่ราคา 200 บาทต่อคน โดยเพิ่ม Feature ที่สามารถมีรูปแบบรายงานของข้อมูลที่แสดงภาพเป็นสามมิติ

6.2 ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์

งานวิจัยครั้งนี้ใช้นวัตกรรมธุรกิจเชิงพาณิชย์ในรูปแบบธุรกิจนวัตกรรม ฟรีเมี่ยม (Fremium Model) เป็นรูปแบบที่ผู้ใช้จะได้รับการเข้าถึงฟีเจอร์พื้นฐานที่ไม่มีค่าใช้จ่ายและจะต้องจ่ายเงินส่วนเพิ่มเพื่อเข้าใช้ฟังก์ชันการทำงานที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รูปแบบฟรีเมี่ยมนิยมใช้ในกรณีที่ต้องการขยายฐานลูกค้าด้วยเน้นต้นทุนด้านการลงทุนน้อย ในตลาดที่คาดว่าจะมีการแข่งขันสูง อัตราการแปลง (Conversion Rate) จะขึ้นอยู่กับความแปลกใหม่และความเรียบง่ายของคุณสมบัติของรายงานเนื้อหาหรือแดชบอร์ด โดยเนื้อหารายงานที่ดีจะสามารถเพิ่มอัตราการแปลง (Conversion Rate) เทียบกับการอัพเกรดสำหรับคุณลักษณะพื้นฐานทั่วไป การใช้งาน Dashboard ในเชิงพาณิชย์จะทำการทดลองฟรีสำหรับผู้ใช้เพื่อค้นหาคุณค่าและการอัพเกรดระบบ การคำนวณอัตราการแปลง หรือการวัด % การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น คือ จำนวนของผู้ใช้นวัตกรรมกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (Visits) ของคนเข้ามาทำ Questionnaire survey ไม่ต่ำกว่า 300 คน และบริษัทโดยเน้นการขยายฐานลูกค้าเน้นผู้ใช้เครือข่ายโซเชียล ฟรีฟีเจอร์โดยใช้เครื่องมือการตลาดที่มีศักยภาพและลดต้นทุนการลงทุนซึ่งรูปแบบการบริการ Freemium มีแนวโน้มที่ลูกค้าต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6-10 แนวทางการพัฒนานวัตกรรมธุรกิจ ICAC Freemium Model

ICAC Freemium Model				
Providers	Services	Opportunity testing	Flexibility	Simplicity
Data analytics dashboard	Access to wide variety of content without having to pay	Ability to test core services before upgrades	Customers with basic needs	Easy and convenient access using a freemium product or service
Innovative Competency Assessment Center (ICAC)	Web support	Overview Limited each factor No discount training course	Email support, total comparation, limited factors 5 % discount training course	Phone & chat support, benchmark view factors 3D report, 10% discount training course
Service	Free Service – Questionnaire survey	- Free Package 0 Baht* (*200 Attend survey)	- Silver Package 100 Baht* (*100 Attend survey/head)	- Gold Package **200 Baht*** (*100 Attend survey/head)
Online survey & ICAC (Login)	Over 300 users	3 Customers (company)	3 Customers (company)	3 Customers (company)
Conversion rate	2%	2%	2%	2%

แนวทางการพัฒนานวัตกรรมธุรกิจ ICAC Freemium Model ตามตารางที่ 6-1 จากการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจต้นแบบนวัตกรรมธุรกิจ สรุปว่า นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ICAC Dashboard) จะพัฒนาให้มีระดับการให้บริการ 3 ระดับ ได้แก่

(1) ระดับ Free ที่เปิดให้ลูกค้าใช้บริการได้โดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย ลูกค้าต้องมีข้อมูลการตอบของผู้ใช้ไม่ต่ำกว่า 200 คน โดยที่ผู้บริหารหรือผู้มีหน้าที่คัดเลือกบุคคลของลูกค้าจะได้รับ Feature พื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล การเข้าใช้ข้อมูลจะจำกัดรายงานบางส่วนในเรื่องการเปรียบเทียบสมรรถนะทางนวัตกรรมของตลาด และมีการปกป้องความปลอดภัยของข้อมูล (data security)

(2) ระดับ Silver เป็น Premium ที่ลูกค้าต้องจ่ายเงิน 100 บาท ต่อผู้ใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัด และลูกค้าต้องมีข้อมูลการตอบของผู้ใช้ไม่ต่ำกว่า 100 คน โดยที่ผู้บริหารหรือผู้มีหน้าที่คัดเลือกบุคคลของลูกค้าจะได้รับ Feature ที่มากกว่าเดิม ได้แก่ การดูแลลูกค้าด้วยการติดต่อการช่วยเหลือการใช้งานพื้นฐาน แนะนำการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่เหมาะสมในแต่ละหลักสูตรด้วยช่องทางการติดต่อทางอีเมล์ทันที สามารถดูรายงานเปรียบเทียบสมรรถนะทางนวัตกรรมของตลาดในภาพรวม ได้รับส่วนลดการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษา (Individual coach) 5% ต่อทุกหลักสูตร และมีการปกป้องความปลอดภัยของข้อมูล (data security)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) ระดับ Gold เป็น Premium ที่ลูกค้าต้องจ่ายเงิน 200 บาท ต่อผู้ใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัด (ปรับปรุงค่าใช้จ่ายจากเดิมที่ราคา 150 ต่อผู้ใช้) และลูกค้าต้องมีข้อมูลการตอบของผู้ใช้ไม่ต่ำกว่า 100 คน โดยที่ผู้บริหารหรือผู้มีหน้าที่คัดเลือกบุคคลของลูกค้าจะได้รับ Feature ที่มากกว่าเดิม ได้แก่ การดูแลลูกค้าด้วยการติดต่อการช่วยเหลือการใช้งานพื้นฐาน และปรับปรุงหน้าตารายงานตามที่ลูกค้าต้องการ เช่น สี ขนาดตัวอักษร และคำแนะนำการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่เหมาะสมในแต่ละหลักสูตรด้วยช่องทางการติดต่อทางข้อความและโทรศัพท์ทันที พัฒนา ICAC Dashboard ให้สามารถดูรายงานในรูปแบบ 3 มิติ (3D Report) เปรียบเทียบสมรรถนะทางนวัตกรรมของตลาดแต่ละตัวบ่งชี้ ได้รับส่วนลดการฝึกอบรม 10% ต่อทุกหลักสูตรและการให้คำปรึกษา (Individual coach) และมีการปกป้องความปลอดภัยของข้อมูล (data security)

6.3 การพิจารณาด้านทรัพย์สินทางปัญญาและความเป็นไปได้ในการพัฒนา

การพิจารณาด้านทรัพย์สินทางปัญญาและความเป็นไปได้ในการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ปรึกษาด้านทรัพย์สินทางปัญหา และผู้มีหน้าที่ตัดสินใจด้านการคัดเลือกบุคลากรขององค์กร ในการศึกษาครั้งนี้ มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ 3 ทางเลือก ได้แก่

(1) ทางเลือกใช้ประโยชน์อันเกิดจากสิทธิ์ของตน โดยดำเนินการการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในรูปแบบธุรกิจนวัตกรรมเองทั้งหมด โดยการดำเนินงานด้วยตนเอง มีข้อดี สามารถพัฒนาเครื่องมือวัดฯ ต่อไปในอนาคตได้ด้วยตนเอง แต่มีค่าใช้จ่ายทั้งด้านต้นทุน ทรัพยากร และเวลาการทำงานในการดูแลรักษาระบบ ค่าส่งเสริมการขายการโฆษณาสูง และจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลลูกค้าที่เพียงพอในการดำเนินธุรกิจรวมทั้งข้อมูลของลูกค้าควรมีการป้องกันความปลอดภัยของระบบของมูลเพื่อป้องกันความเสี่ยงในการทำดำเนินธุรกิจ

(2) ทางเลือกการอนุญาตให้ใช้สิทธิ์แบบไม่เด็ดขาด (Non-Exclusive Licensing) แก่องค์กรที่สนใจใช้สิทธิ์ เพื่อเป็นการแพร่กระจายนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมให้เกิดการยอมรับ และการประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จัก และเมื่อพิจารณากลุ่มเป้าหมายของนวัตกรรมการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม คือ หน่วยงานหรือองค์กรที่ให้คำปรึกษาหรือมีบทบาทหน้าที่คัดเลือกบุคลากรทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม โดยพบว่าในฐานข้อมูลของหน่วยงาน หรือ องค์กรที่ให้คำปรึกษาจากเว็บไซต์ของ www. trainer.in.th ที่เป็นแหล่งข้อมูลรวบรวมบริษัทที่ปรึกษา และบริษัทฝึกอบรม จำนวน 195 บริษัท (ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562) และฐานข้อมูลพันธมิตรของสมาคมการจัดการงานบุคคลแห่งประเทศไทย จำนวน 7 องค์กร ได้แก่ กระทรวงแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สำนักงานส่งเสริมการจัดการประชุมและนิทรรศการ (องค์การมหาชน) สำนักงานกองทุนสนับสนุน

การสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) World Federation of People Management Associations (WFPMA) และ Asia Pacific Federation of Human Resource Management (APFHRM) และฐานข้อมูลหน่วยงานธุรกิจภาคอุตสาหกรรม ข้อมูลรายชื่อบริษัทของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ซึ่งมีบริษัทในฐานข้อมูลจำนวน 2,726 บริษัท (ณ วันที่ 8 มิถุนายน 2562) รวมข้อมูลจาก 3 แหล่งมีจำนวนทั้งสิ้น 2,928 องค์กร/บริษัท ข้อดีคือเป็นการประชาสัมพันธ์และแพร่กระจายการใช้ระบบให้เป็นที่ยอมรับในวงกว้างแต่มีข้อเสียคือเสี่ยงต่อการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญา

(3) ทางเลือกการขาย หรือการโอนสิทธิ์ของทรัพย์สินทางปัญหาให้กับบุคคลอื่น (Selling) ที่สนใจทำการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม รวมทั้งรูปแบบการดำเนินธุรกิจนวัตกรรม ICAC Dashboard ข้อดีคือสามารถได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมทันที แต่มีข้อเสียคือผู้วิจัยจะหมดสิทธิใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางปัญญาและไม่สามารถพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมฯ หรือการพัฒนาทรัพย์สินทางปัญญานี้ต่อไปในอนาคต

6.3.1 การเลือกดำเนินการด้านทรัพย์สินทางปัญญาและความเป็นไปได้ในการพัฒนา

จากการพิจารณาข้อดีข้อเสียในการดำเนินการแต่ละทางเลือกเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชน์ พบว่า ทางเลือกที่ 2 ทางเลือกการอนุญาตให้ใช้สิทธิ์แบบไม่เด็ดขาด (Non-Exclusive Licensing) มีข้อดีของการดำเนินงานด้านทรัพย์สินทางปัญญาและความเป็นไปได้ในการพัฒนามากที่สุด รวมทั้งพิจารณาด้านแผนการพัฒนาเครื่องมือวัดฯ ต่อไปในอนาคตเพราะต้นแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแผนการพัฒนาระบบการใช้งานและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อในอนาคตเพื่อให้สามารถใช้งานในอาชีพอื่นอย่างครอบคลุม เช่น อาชีพบัญชี อาชีพการเงิน โดยคาดการณ์การปรับปรุงและพัฒนาระบบ เช่น การให้คะแนนแบบบาร์เพื่อความเที่ยงของการวัดที่มีคุณภาพ (Online BAR Scoring Points) การพัฒนาส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ (UI: User Interface) การพัฒนาประสบการณ์ของผู้ใช้งานให้สามารถเข้าถึงการใช้งานหรือการบริการที่ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น และดีขึ้น (UX: User Experience) ภายในระยะเวลา 2 ปี และเนื่องจากเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเป็นวิธีการวัดด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) รูปแบบใหม่ จึงมีความจำเป็นด้านการประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักในวงกว้างเป็นเรื่องที่สำคัญที่นำมาพิจารณา

6.3.2 การประเมินความเสี่ยง

จากการตัดสินใจเลือกทางเลือกในการดำเนินการทางเลือกที่มีศักยภาพมากที่สุด คือ ทางเลือกที่ 2 การอนุญาตให้ใช้สิทธิ์แบบไม่เด็ดขาด (Non-Exclusive Licensing) การศึกษาครั้งนี้พิจารณาด้านการเงินเพื่อช่วยยืนยันการตัดสินใจในทางเลือก วิธีการประเมินความเสี่ยงที่ใช้พิจารณาอัตราการเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นกรณีที่ดีกว่าปกติ (Best Case) อัตราการเติบโตมากกว่าร้อยละ 10 กรณีที่ปกติ (Based Case) อัตราการเติบโตร้อยละ 10 และกรณีที่ต่ำกว่าปกติ (Worst Case) อัตราการเติบโตต่ำกว่าร้อยละ 10

6.3.3 ความเป็นไปได้ด้านการตลาด

ประมาณการรายได้ต่อปี ประกอบด้วยรายได้จาก 2 ลักษณะคือ 1) รายได้จากการสำรวจ (Survey Online) การวิเคราะห์รายงาน ICAC Dashboard และ 2) รายได้จากค่าธรรมเนียม หรือค่านายหน้า (Commission Fee) จากการที่บริษัทส่งลูกค้าที่เข้าร่วมการสำรวจ (Survey Online) เข้ารับการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษา ตามความต้องการในการฝึกอบรมและให้คำปรึกษาของพนักงานแต่ละคนที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ในข้อ 1) บริษัทพันธมิตรด้านการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษา (training and coaching companies) X รายได้เฉลี่ยแต่ละลูกค้า มีข้อสมมุติดังนี้

1) จำนวนบริษัทที่เป็นลูกค้า 10 บริษัท จากการสอบถามความต้องการใช้บริการ 6 บริษัทตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัย ระบุว่าสามารถนำนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลไปประยุกต์ใช้งานในการบริหารทรัพยากรมนุษย์ขององค์กรด้านการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานตามบทบาทการทำงานด้านนวัตกรรมและยินดีจ่ายค่าบริการระดับ Gold เพื่อทราบแนวทางในการพัฒนาและการให้คำปรึกษาพนักงานเพิ่มเติม และ 4 บริษัทในเครือของบริษัทตัวอย่าง
2) จำนวนพนักงานในแต่ละบริษัทที่จะทำการวิเคราะห์ 100 คน จากการให้ข้อมูลของบริษัทที่เป็นตัวอย่าง มีพนักงานที่จบการศึกษาด้านวิศวกรรมโดยเฉลี่ยประมาณ 100 คนต่อบริษัท
3) รายได้จากการสำรวจ (Survey Online) การวิเคราะห์รายงาน ICA Dashboard จากลูกค้ารายหัว (คน) ละ 200 บาท ตามที่บริษัทตัวอย่างระบุว่าสนใจใช้บริการระดับ Gold ค่าบริการคนละ 200 บาท ประมาณการรายได้ 10X100X200 = 200,000 บาท
4) รายได้จากค่าธรรมเนียม หรือ ค่านายหน้า (Commission Fee) จากการที่บริษัทส่งลูกค้าที่เข้าร่วมการสำรวจ (Survey Online) ให้กับบริษัทพันธมิตรด้านการฝึกอบรมและให้คำปรึกษา (Training and coaching companies) เนื่องจากการใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ทำให้ลูกค้าทราบแนวทางว่าพนักงานของตนที่เข้าร่วมการสำรวจ (Survey Online) ควรได้รับการฝึกอบรมและให้คำปรึกษาด้านใดบ้าง (Training Trend) เพื่อให้มีสมรรถนะเทียบเคียง หรือสูงกว่าในตลาด (Benchmarking) โดยอัตราค่าฝึกอบรมและให้

คำปรึกษาแต่ละหลักสูตรที่เกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมของบริษัทพันธมิตรด้านการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษา (Individual coach) พร้อมใบรับรอง โดยเฉลี่ยหลักสูตรละ 20,000 บาท/คน บริษัทจะได้รายได้จากค่าธรรมเนียม หรือ ค่านายหน้า (Commission Fee) ของแต่ละหลักสูตร ร้อยละ5 และบริษัทไม่มีต้นทุนการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษาเนื่องจากบริษัทพันธมิตรด้านการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษาเป็นผู้รับผิดชอบต้นทุนทั้งหมด จากลูกค้าราย (คน) ละ 1,000 บาท ตามที่บริษัทตัวอย่างระบุว่าสนใจใช้นวัตกรรมธุรกิจ ICAC ระดับ Gold ประมาณการรายได้ 10X100X1,000 = 1,000,000 บาท

รวมรายได้ในปีแรก 1,200,000 บาท และประมาณการเพิ่มขึ้นปีละ 10% ในกรณีปกติ (Based Case) เพิ่มจากพื้นฐานของธุรกิจทั่วไปที่ดำเนินการด้านการสำรวจและการฝึกอบรมเนื่องจากความสามารถของบริษัทที่เน้นนวัตกรรมเป็นข้อได้เปรียบในการดำเนินธุรกิจ (Competitive Advantage) กรณีต่ำกว่าปกติ (Worst Case) ประมาณการเพิ่มขึ้นปีละ 4% ตามอัตราเติบโตผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ กรณีดีกว่าปกติ (Best Case) ประมาณการเพิ่มขึ้นปีละ 12% ตามอัตราการเติบโตธุรกิจดิจิทัล

6.3.4 ความเป็นไปได้ด้านการบริหารจัดการ

ต้นทุนในการบริหารจัดการประกอบด้วย

1) ต้นทุนในการทำวิจัยพัฒนานวัตกรรม 100,000 บาท
2) ค่าใช้จ่ายเช่าพื้นที่ทำงาน co-working space 3,000 บาทต่อเดือน (ขึ้นค่าเช่าร้อยละ 5 ต่อปี)
3) ค่าใช้จ่ายตอบแทนผู้วิจัย ทำหน้าที่บริหารและดูแลรักษาระบบ ค่าตอบแทนเดือนละ 40,000 บาทต่อเดือน หรือ 480,000 บาทต่อปี (ขึ้นเงินเดือนตามอัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4 ต่อปี)
4) ค่าใช้จ่ายพนักงานวุฒิปวช. จำนวน 1 คน ทำหน้าที่ธุรการ ค่าตอบแทนเดือนละ 9,000 บาทต่อเดือน หรือ 108,000 บาทต่อปี (ขึ้นเงินเดือนตามอัตราเงินเฟ้อร้อยละ 4 ต่อปี)

สรุปค่าใช้จ่ายต่อปีดังรายละเอียดในตารางที่ 6-11

ตารางที่ 6-11 ต้นทุนในการบริหารจัดการ

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
ต้นทุนพัฒนาผลิตภัณฑ์	(100,000)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
ค่าเช่าพื้นที่ทำงาน		36,000	37,800	39,690	41,675	43,458
เงินเดือนผู้บริหาร		480,000	499,200	519,168	539,935	561,532
เงินเดือนพนักงาน		108,000	112,320	116,813	121,485	126,345
รวมค่าใช้จ่าย		644,000	669,320	695,671	723,095	751,335

6.3.5 ความเป็นไปได้ด้านการเงิน

งบกำไรขาดทุน 5 ปี ของธุรกิจในกรณีต่างๆ ได้แก่ กรณีที่ดีกว่าปกติ กรณีที่ปกติ และกรณีที่ต่ำกว่าปกติ โดยคำนวณการลงทุนของทางเลือกที่ 2 ในการทำธุรกิจ กรณีปกติประมาณการผลประกอบการแสดงในตารางที่ 6-12 ประมาณการเพิ่มขึ้นปีละ 10%

ตารางที่ 6-12 ประมาณการรายได้ ค่าใช้จ่าย และกำไรในกรณีปกติ (Based Case)

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้	1,200,000	1,320,000	1,452,000	1,597,200	1,756,920
รวมค่าใช้จ่าย	644,000	669,320	695,671	723,095	751,335
กำไรสุทธิ	556,000	650,680	756,329	874,105	1,005,585

ในกรณีต่ำกว่าปกติมีข้อสมมุติดังนี้

1) รายได้ต่ำกว่าจากกรณีปกติร้อยละ 4 เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจไม่แน่นอนและประมาณการเพิ่มขึ้นปีละ 4% ตามอัตราเติบโตผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศไทยโดยดูจากภาคอุตสาหกรรมไทย

2) ค่าใช้จ่ายไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นค่าใช้จ่ายประจำไม่แปรผัน

สรุปผลการดำเนินงาน สำหรับกรณีต่ำกว่าปกติ แสดงในตารางที่ 6-13

ตารางที่ 6-13 ประมาณการรายได้และค่าใช้จ่ายในกรณีต่ำกว่าปกติ (Worst Case)

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้	720,000	748,800	778,752	809,902	842,298
รวมค่าใช้จ่าย	644,000	669,320	695,671	723,095	751,335
กำไรสุทธิ	76,000	79,480	83,081	86,807	90,963

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในกรณีดีกว่าปกติมีข้อสมมุติดังนี้

1) รายได้มากกว่าปกติจากกรณีปกติร้อยละ 2 เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจมีแรงสนับสนุนจากภาครัฐบาลและประมาณการเพิ่มขึ้นปีละ 12% ตามอัตราการเติบโตธุรกิจดิจิทัลในประเทศไทย

2) ค่าใช้จ่ายไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นค่าใช้จ่ายประจำไม่แปรผัน

สรุปผลการดำเนินงาน สำหรับกรณีดีกว่าปกติ แสดงในตารางที่ 6-14

ตารางที่ 6-14 ประมาณการรายได้และค่าใช้จ่ายในกรณีดีกว่าปกติ (Best Case)

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้	1,440,000	1,612,800	1,806,336	2,023,096	2,265,868
รวมค่าใช้จ่าย	644,000	669,320	695,671	723,095	751,335
กำไรสุทธิ	796,000	943,480	1,110,665	1,300,001	1,514,533

จากต้นทุนพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ต้นทุนการพัฒนาซอฟต์แวร์ 100,000 บาท โดยปีที่ 1 ประมาณการรายได้ที่ 1,200,000 บาท อัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ใช้สำหรับการคิดลดกระแสเงินสด คือต้นทุนเงินลงทุนของบริษัท หรือ WACC (Weighting Average Cost of Capital) อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.75 ต่อปี การศึกษาครั้งนี้มีความเป็นไปได้ด้านการเงิน ดังนี้

1) ในกรณีปกติ จากตารางที่ 6-12 กำหนดอัตราการเติบโตรายได้ร้อยละ10 ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 1 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) 2,521,416 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) เท่ากับ 484%

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กระแสเงินสด	(100,000)	466,863	547,341	637,142	737,252	848,755
PV	(100,000)					2,621,416
NPV						**2,521,416**

2) ในกรณีต่ำกว่าปกติจากตารางที่ 6-13 กำหนดอัตราการเติบโตรายได้ร้อยละ 4 ต่อปี ในปีที่ 2 ถึงปีที่ 5 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 1 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) 1,981,632 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) เท่ากับ 56%

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กระแสเงินสด	(100,000)	58,863	61,820	64,882	68,049	71,326
PV	(100,000)					266,581
NPV						**166,581**

3) ในกรณีดีกว่าปกติ จากตารางที่ 6-14 กำหนดอัตราการเติบโตรายได้ร้อยละ 12 ต่อปี ในปีที่ 2 ถึงปีที่ 5 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 1 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) 3,769,350 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) เท่ากับ 689%

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กระแสเงินสด	(100,000)	670,863	796,221	938,328	1,099,264	1,281,360
PV	(100,000)					3,869,350
NPV						**3,769,350**

ความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์สรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้เชิงการตลาด (Market Feasibility) เชิงการบริหาร (Operational Feasibility) และเชิงการเงิน (Financial Feasibility)

บทที่ 7
สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษาครั้งนี้ตามสมมุติฐานงานวิจัยได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ ได้แก่ การศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรมด้านสมรรถนะที่ใช้สำหรับการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมโดยวิธีการกำหนดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคลากร เห็นพ้องตามปัจจัยที่ผู้เชี่ยวชาญในบทบาททำงานตามกระบวนการนวัตกรรมได้ให้ความคิดเห็นในการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง และตรงตามผลการศึกษาจากลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงปริมาณ ส่งผลให้การศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมสามารถพัฒนาเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกเพื่อให้ได้บัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมตามที่ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมต้องการให้เกิดกระบวนการนวัตกรรมในองค์กรจากบุคลากรโดยวิธีการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมทำงานได้ตามบทบาทในกระบวนการนวัตกรรมที่องค์กรต้องการทำให้งานวิจัยนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ทางการศึกษาและนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเกิดความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์

7.1 สรุปและอภิปรายผล

สรุปและอภิปรายผลของงานวิจัยครั้งนี้พบว่า สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยปัจจัยทางสมรรถนะที่ใช้วัดตามองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เหมาะในแต่ละบทบาทของกระบวนการนวัตกรรมในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมวัดโดยการจัดกลุ่มมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสมรรถนะเฉพาะที่สะท้อนถึงบทบาทในกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม การคัดเลือกของธุรกิจเพื่อให้ได้ผู้มีสมรรถนะทางนวัตกรรม ปัจจัยตัวชี้วัดการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดผลเชิงนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคลากรด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะนวัตกรรม และเกิดการจับคู่สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านนวัตกรรม ผลการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมรรถนะเฉพาะที่สะท้อนถึงบทบาทของกระบวนการทำงานด้านนวัตกรรม ทำให้งานวิจัยนี้ได้แบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ โดยธุรกิจภาคอุตสาหกรรมสามารถนำเครื่องมือการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลไปประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ในการบริหารทรัพยากรมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

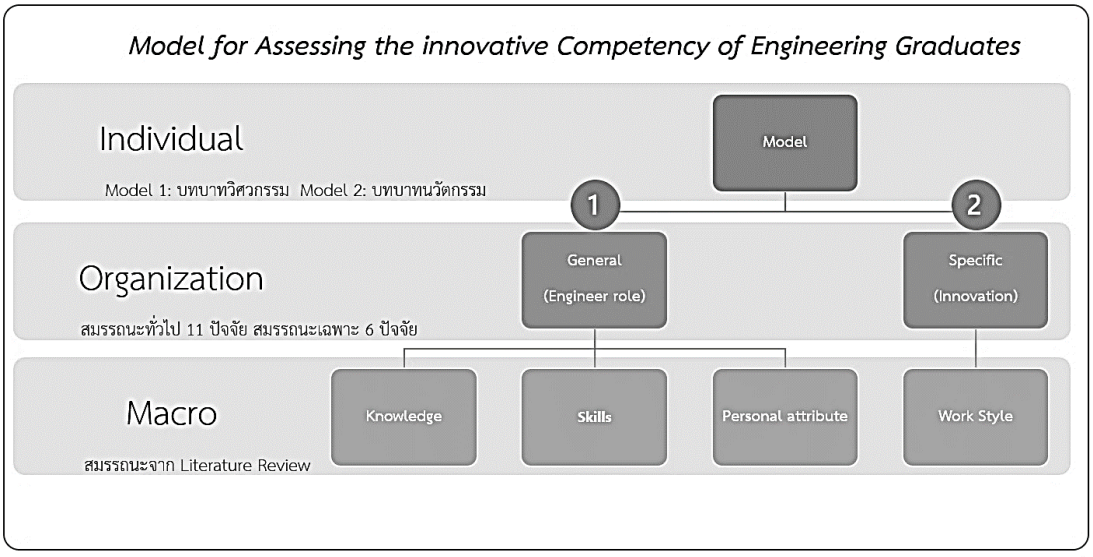
ขององค์กรด้านการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานตามบทบาทการทำงานด้านนวัตกรรม ตามองค์ประกอบ ของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม ทำให้งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม สามารถพัฒนาแบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงสำรวจแบบผสานวิธี ในแบบแผนการวิจัย Sequential Mixed Design ได้องค์ประกอบของปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกร Meta-analysis สอดคล้องกันทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ และมีการทดสอบเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมผ่านตามเกณฑ์สถิติการวิเคราะห์การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เพื่อให้ได้แบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์

สรุปงานวิจัยครั้งนี้จากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มตัวแปร (Factor Analysis) มีตัวบ่งชี้17 ปัจจัยของผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมของไทยด้านนวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สมรรถนะทั่วไปตามบทบาทวิศวกรรม ประกอบด้วย 11 ตัวบ่งชี้ตามเกณฑ์ของคณะกรรมการรับรองวิทยฐานะสำหรับวิศวกรรมและเทคโนโลยี (TABEE) และ สมรรถนะเฉพาะด้านบทบาทนวัตกรรม ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ตามโมเดล A-to-F ของ Trias De Bes and Kotler (2011)โดยสรุปตัวบ่งชี้ปัจจัยที่มีคะแนนสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือการเรียนรู้ตลอดชีวิต (สมรรถนะทั่วไป) ส่วนคะแนนต่ำสุดคือผู้อำนวยความสะดวก(สมรรถนะเฉพาะ) ซึ่งในเชิงกระบวนการนวัตกรรมผู้อำนวยความสะดวกควรมีความเป็นผู้นำเพื่อสนับสนุนทีมให้เกิดกระบวนการนวัตกรรม นอกจากนี้สมรรถนะทั่วไปมีความสัมพันธ์เชิงลบกับสมรรถนะเฉพาะ -.013 (.011) แปรผลได้ว่า สมรรถนะที่สถาบันกำหนดอาจมีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามกับสมรรถนะบทบาทด้านนวัตกรรมที่เป็นสมรรถนะเฉพาะตามที่ภาคธุรกิจต้องการ สมมติฐานครั้งนี้ได้ผลทดสอบ Goodness to Fit ตามการวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์คะแนนตัวประกอบคะแนนมาตรฐานมีผลทางบวกต่อสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในระดับ 0.01 อย่างไรก็ตามตัวบ่งชี้ทางจริยธรรมส่งผลในทางตรงกันข้ามแม้ว่าปัจจัยนี้สามารถระบุตัวตนของบุคคล (Pearnpitak, 2018)

งานวิจัยครั้งนี้เกิดแบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ Model ที่ 1 เป็นบทบาทงานด้านวิศวกรรม และ Model ที่ 2 เป็นบทบาทงานที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมจากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูล (Cluster Analysis) 6 กลุ่มข้อมูล (cluster) โดยกลุ่มข้อมูล (cluster) ที่ 2 มี 1 กรณี (Case) ห่างจากค่ากลางมากแสดงว่าคนที่มีประสบการณ์ทำงานด้านนวัตกรรมสูงคนนี้ต่างจากคนอื่นใน กลุ่มข้อมูล (cluster) เดียวกันและควรถูกเลือกเข้าทำงานนวัตกรรม

7.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์

สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาเชิงพาณิชย์ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะด้านการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมตามมาตรฐานของอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (TABEE) กับ ลักษณะส่วนบุคคลทางนวัตกรรม (Work Styles in Innovation) พบว่าผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทั่วไปกับสมรรถนะเฉพาะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม เนื่องจากแหล่งที่มาของการทบทวนวรรณกรรมที่ได้จากตัวชี้วัดองค์ประกอบมาจากแหล่งที่มาของการกำหนสมรรถนะทั่วไปจากภาคการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ แต่ตัวชี้วัดองค์ประกอบด้านนวัตกรรมเป็นการกำหนดสมรรถนะเฉพาะจากภาคธุรกิจ ทำให้ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมกับปัจจัยของสมรรถนะที่ใช้วัดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างสมรรถนะทั่วไปทางวิศวกรรมกับบทบาทการทำงานด้านวิศวกรรม และสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรมกับบทบาทการทำงานด้านนวัตกรรม นอกจากนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมกับบทบาทของกระบวนการทำงานด้านวิศวกรรมและการทำงานด้านนวัตกรรมของตัวอย่าง บริษัทที่เคยทดลองใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมทั้ง 3 บริษัทให้ความคิดเห็นว่าข้อมูลสอดคล้องกันจึงตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในเชิงพาณิชย์ ส่งผลให้งานวิจัยนี้สามารถสรุปโมเดลสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมตาม ภาพที่ 6-2 โมเดลที่ 1 บทบาทวิศวกรรม และโมเดลที่ 2 บทบาทนวัตกรรม เป็นองค์ประกอบโมเดลนวัตกรรมการวัดสรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม



ภาพที่ 7-1 : Model for Assessing the Innovative Competency of Engineering Graduates

ตารางที่ 7-1 : สรุปขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

ขั้นตอน	ระยะเวลา
ขั้นตอนที่ 1 แบบแผนงานวิจัย และการออกแบบงานวิจัย 1.1 ทบทวนวรรณกรรมด้านตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม 1.2 กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรม	15 ส.ค. 2559 – 31 ธ.ค. 2559
ขั้นตอนที่ 2 วิธีรวบรวมข้อมูล 2.1 ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลการวิจัยธุรกิจ BUSINESS RESEARCH ภาคการศึกษา 1/ 2560 หัวข้อ ปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรม 2.2. ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ O*NET 23.0 Database - ทำจดหมายขออนุญาตและได้รับอนุญาตให้ใช้ข้อมูลทุติภูมิ O*NET 2.3 ข้อมูลคุณภาพจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่านในประเทศไทย - ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ IOC แบบสอบถามคุณภาพ นำแบบสอบถามคุณภาพที่ผ่านการตรวจ IOC สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่าน ได้ผลการสัมภาษณ์	1 ม.ค. 2561 – 30 ก.ย. 2561
ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล 3.1 การพัฒนาแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ O*NET 23.0 Database สรุปผลทางสถิติ 3.2 การพัฒนาแบบจำลองด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 12 ท่านในประเทศไทย สรุปผลทางสถิติ	1 ต.ค. 2561 – 31 ม.ค. 2562
ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือไปทำให้เกิดประโยชน์ - ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ IOC แบบสอบถามปริมาณ นำแบบสอบถามปริมาณที่ผ่านการตรวจ IOC เก็บตัวอย่าง Try-Out 30 ท่าน เก็บข้อมูลจริงกับตัวอย่าง - การทดสอบความเที่ยงและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ	1 ก.พ. – 30 มิ.ย. 2562
ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบความเที่ยงและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ	1- 31 ก.ค. 2562
ขั้นตอนที่ 6 เทคโนโลยีที่ใช้สร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะ คือการวิเคราะห์ข้อมูล Data Analytics ด้วยภาษา Syntax ของโปรแกรมสำเร็จรูป Mplus	1 ส.ค. – 30 ก.ย. 2562
ขั้นตอนที่ 7 นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ด้านการคัดเลือกตามวัตถุประสงค์การวิจัย - คือการนำเสนอรายงานการวิเคราะห์ข้อมูล Data Analytics ในรูปแบบ Dashboard (Prototype)	1 ต.ค. – 15 ต.ค. 2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Benefits)

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้ สามารถทำให้เกิดประโยชน์ในเชิงวิชาการสาขาการจัดการองค์กรและการจัดการทรัพยากรมนุษย์ ทราบปัจจัยตามที่องค์กรไทยต้องการสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรม ทราบปัจจัยตัวชี้วัดการประเมินสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวัดผลเชิงนวัตกรรมในการคัดเลือกบุคลากรด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะนวัตกรรม และเกิดการจับคู่สมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลกับความต้องการของตลาดแรงงานด้านนวัตกรรม สามารถทำให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยธุรกิจภาคอุตสาหกรรมสามารถนำเครื่องมือการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลไปประยุกต์ใช้งานในการบริหารทรัพยากรมนุษย์ขององค์กรด้านการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานตามบทบาทการทำงานด้านนวัตกรรมและยอมรับการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์เพราะสามารถเปรียบเทียบสมรรถนะของบุคลากรในองค์กรกับสมรรถนะของแรงงานในตลาด (Benchmarking) ทำให้องค์กรมีความต้องการใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์ในองค์กรของตน เช่น สมรรถนะของบุคลากรในองค์กรน้อยกว่าสมรรถนะตลาด องค์กรจึงมีความต้องการใช้นวัตกรรมธุรกิจ ICAC ด้านการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะของบุคคลให้เกิดความสามารถในการแข่งขันเทียบเคียงกับตลาด หากสมรรถนะของบุคคลในองค์กรเทียบเคียงหรือสูงกว่าตลาดองค์กรมีความต้องการใช้เพื่อยืนยันเพิ่มเติมโดยมีผลลัพธ์รายงานทางสถิติเพิ่มเติมจากวิธีการคัดเลือกแบบเดิมหรือวิธีที่มีอยู่ การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดฯ ในเชิงพาณิชย์ให้เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการดำเนินงานตามขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม ดังรายละเอียดในตารางที่ 7-1

7.2.1 การพัฒนาเชิงพาณิชย์สำหรับลูกค้าหรือบริษัทที่ใช้นวัตกรรม

การวิจัยครั้งนี้ จากบริษัทตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยมีความต้องการใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จำนวน 6 บริษัท และบริษัทในเครือของบริษัทดังกล่าว 4 บริษัท รวมเป็น 10 บริษัท ซึ่งเป็นบริษัทที่ดำเนินกิจการในประเทศไทยเน้นการสร้างความได้เปรียบด้านอุตสาหกรรมโดยใช้นวัตกรรมด้านวิศวกรรมในการดำเนินธุรกิจ เช่น การใช้วิศวกรรมด้านอัตโนมัติ ด้านโลจิสติกส์ ด้านซีเมนต์ ด้านพลังงาน ด้านอาหาร ด้านเครื่องประดับ ด้านให้คำปรึกษาด้านไอที ด้านยานยนต์ และบริษัทดังกล่าวให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนในองค์กรให้มีความสามารถด้านนวัตกรรม ดังนั้นนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจึงตอบความต้องการของของลูกค้าหรือบริษัทโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้บริหารหรือผู้ที่ทำหน้าที่คัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในทีมนวัตกรรมขององค์กรโดยใช้การวิเคราะห์รายงาน ICAC Dashboard

7.2.2 การพัฒนาเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ได้รับการพัฒนาจากเครื่องมือนวัตกรรม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้ใช้งานมีโอกาสได้รับการพัฒนาจากเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม จากการเข้าร่วมการสำรวจ (Survey Online) เพื่อทราบแนวทางในการพัฒนาและได้รับคำปรึกษาเพิ่มเติมให้มีสมรรถนะเทียบเคียง หรือ เหนือกว่าตลาด

7.2.3 ความสอดคล้องระหว่างบริษัทหรือลูกค้าที่ใช้นวัตกรรมกับผู้ใช้เครื่องมือนวัตกรรม

การวิจัยครั้งนี้สามารถนำนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้กับบุคคลที่ไม่ใช่บัณฑิตวิศวกรรมในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานด้านนวัตกรรมได้ โดยกำหนดตัวบ่งชี้ที่เป็นมาตรฐานร่วมกันด้านคุณลักษณะบุคคลตามสมรรถนะที่ลูกค้าต้องการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานด้านนวัตกรรมในแต่ละสาขา เช่น สถาปนิค วิทยาศาสตร์ การตลาด ในความต้องการร่วมกันระหว่างผู้เลือกและผู้ถูกเลือก (Matching) โดยเน้นเรื่องการทำงานเป็นทีมนวัตกรรม ทำให้เครื่องมือนี้มีความสอดคล้องระหว่างบริษัทที่ใช้นวัตกรรม (Customer) กับผู้ใช้เครื่องมือนวัตกรรม (User) เพราะเป็นนวัตกรรมเครื่องมือ ที่เน้นการจับคู่ให้ตรงกับความต้องการตลาดและทำให้ผู้ใช้ได้รับการพัฒนาจากเครื่องมือนวัตกรรมเพื่อให้มีสมรรถนะเทียบเคียง หรือ ดีกว่าตลาด

7.3 ข้อเสนอแนะ

7.3.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าคุณลักษณะที่สำคัญของการประกอบอาชีพด้านวิศวกรรมระหว่างผู้เชี่ยวชาญไทยและข้อมูล O*NET รอง มีข้อจำกัดบางอย่างที่ต้องพิจารณาในการตีความผลลัพธ์ ในแง่ของการใช้ฐานข้อมูล O*NET ตัวอย่างที่ไม่ใช่แบบสุ่มและผู้เชี่ยวชาญ 12 คนอาจไม่เหมาะสมกับจำนวนประชากรทั้งหมดของอาชีพ การสำรวจเชิงคุณภาพที่มีจำนวนจำกัดเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมในการประกอบอาชีพ Khan et al. (2012) พบว่าพฤติกรรมการทำงานที่เป็นนวัตกรรมเกี่ยวข้องกับรูปแบบความเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงในองค์กรเอกชนและกระตุ้นให้เกิดนวัตกรรม นอกจากนี้ยังมีการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ในบางอุตสาหกรรมซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการใช้งานทั่วไป (Nowak, 2018) ดังนั้นการใช้ฐานข้อมูลทุติยภูมิสำหรับการวิเคราะห์สามารถดำเนินการตามองค์ประกอบซึ่งมีปัจจัย โครงสร้าง และปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ที่แตกต่างกันในแบบเฉพาะของแต่ละประเทศ (Remane, Hanelt, Tesch, & Kolbe, 2017) อย่างไรก็ตามการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิด้านปัจจัยที่สำคัญสามารถใช้เป็นแนวทางในการสนับสนุนการวิจัยในอนาคตเชิงปริมาณเพื่อใช้สำหรับข้อมูลปฐมภูมิกับกลุ่มตัวอย่างในประเทศไทย โดยเฉพาะในองค์กรที่ขาดข้อมูลด้านคุณลักษณะ ที่เป็นสมรรถนะของพนักงานที่มีคุณสมบัติที่ต้องการนี้สามารถเชื่อมโยงกับตลาดแรงงานภายนอกองค์กร เพื่อใช้สำหรับการสรรหาและคัดเลือกบุคลากร (Dundon, 2002) หากไม่มีฐานข้อมูลที่เพียงพอองค์กรต่างๆ มักจะมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาการขาดแคลนทักษะ

ในกระบวนการนวัตกรรม แต่ถ้าพนักงานบริษัทขาดคุณสมบัติที่สำคัญในการดำเนินงานด้านนวัตกรรม อาจส่งผลให้เกิดการทำงานที่ไม่ประสบผลสำเร็จในรูปแบบนวัตกรรม ซึ่งการคัดเลือกผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมตรงตามความต้องการอาจเพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขันเชิงนวัตกรรม

ในการศึกษาครั้งนี้การใช้ตัวอย่างที่ไม่สุ่มอาจไม่เหมาะสมกับประชากรบัณฑิตวิศวกรรมไทยทั้งหมด แม้ว่าการศึกษานี้มีจะมีปัจจัยของตัวชี้วัดสำคัญต่างๆที่ให้ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของมาตราส่วน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีการใช้โปรแกรม Mplus ที่สามารถช่วยพัฒนางานวิจัยด้านตัวบ่งชี้การวัดได้ เนื่องจากมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้สำหรับการเริ่มต้นเทคนิคการวิจัยรูปแบบใหม่ของโมเดลสมการโครงสร้างหลายระดับ (Muthén & Muthén, 2008) ทั้งนี้หากงานวิจัยมีการสนับสนุนด้านฐานข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมของไทยในสายอาชีพต่างๆที่ฐานข้อมูลยังมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับฐานข้อมูลต่างประเทศในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงอาจสะท้อนให้เห็นถึงความไม่ชัดเจนต่อการกำหนดสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมไทยในอาชีพวิศวกรและอาชีพอื่นที่ไม่ใช่วิศวกร ดังนั้นการศึกษาอนาคตควรสนับสนุนให้มีงานวิจัยด้านการพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับแต่ละอาชีพเพื่อระบุปัจจัยเฉพาะซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศ และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านสมรรถนะของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านนวัตกรรมตามประเภทขององค์กรที่ต่างกัน (Limphaibool, Limphaibool, & Davidson, 2017)

7.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาบัณฑิตวิศวกรรมที่สำเร็จจากสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาทุกสาขาที่มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมเท่านั้น ในการศึกษาครั้งถัดไปจึงควรศึกษาสาขาของบัณฑิตวิศวกรรมที่แตกต่างกัน เช่น สาขาโยธา สาขาไฟฟ้า สาขาเคมี สาขาคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์การจัดการศึกษาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ด้านนวัตกรรมในสถาบันการศึกษาเพิ่มมากขึ้น

2. การศึกษาครั้งนี้ ภายใต้ขอบเขตประชากรของฐานข้อมูลหน่วยงานธุรกิจภาคอุตสาหกรรม ข้อมูลรายชื่อบริษัทของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ซึ่งมีบริษัทในฐานข้อมูลจำนวน 2,726 บริษัท (ณ วันที่ 8 มิถุนายน 2562) และเมื่อแยกขนาดกิจการก็ทำให้ขนาดของประชากรที่เป็นบริษัทขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ลดจำนวนลงไปอีก ซึ่งเมื่อพิจารณาพบว่ามีบริษัทที่มีผลงานนวัตกรรมเฉพาะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้มีรายชื่ออยู่ในฐานข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นในการศึกษาครั้งถัดไปอาจรวบรวมข้อมูล โดยใช้ฐานข้อมูลจากแหล่งอื่น เพิ่มเติมจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เช่น สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ เพื่อที่จะได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ในการศึกษาเพิ่มเติม

3. ด้านการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านสมรรถนะทั่วไปทางวิศวกรรม ที่สถาบันกำหนดอาจมีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามกับสมรรถนะบทบาทด้านนวัตกรรมที่เป็นสมรรถนะเฉพาะตามที่องค์กรต้องการ เช่น จรรยาบรรณวิชาชีพวิศวกรรม ควรเพิ่มการทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Casual Model) ซึ่งจะทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดด้านนวัตกรรม เช่น ความเพียร (Persistence) ของผู้ริเริ่มโครงการที่มีความเพียรพยายามอย่างสูงที่จะทำตามความเชื่อของตัวเองเป็นผู้ที่เริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม

4. ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมที่เกิดขึ้นในองค์กรที่เป็นตัวบ่งชี้ด้านสมรรถนะทั่วไปทางวิศวกรรมและสมรรถนะเฉพาะด้านนวัตกรรม การศึกษาครั้งถัดไปจึงควรมีการศึกษาตัวบ่งชี้ด้านสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือ สหทักษะในศตวรรษที่ 21(Inter-21st Century Skills) เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงบุคลากร (People transformation) ให้สามารถทำงานด้านนวัตกรรมในองค์กรที่มีการเปลี่ยนผ่าน (Organization transformation) เพิ่มมากขึ้น

7.3.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

1. ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในบัณฑิตวิศวกรรมที่ทำงานเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมเท่านั้น ดังนั้นการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในสถาบันการศึกษา เช่นการพิจารณาเพื่อคัดเลือกสมรรถนะผู้สมัครเรียนด้านวิศวกรรม หรือผู้กำลังศึกษาด้านวิศวกรรมว่ามีสมรรถนะทำงานด้านนวัตกรรม นั้นต้องพิจารณาถึงบริบทและความเหมาะสมของข้อมูลก่อน ซึ่งหากเป็นไปได้ในอนาคตควรศึกษาข้อมูลในการวัดสมรรถนะวิธีอื่นๆ เช่น การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์(TABEE) มีความสัมพันธ์อย่างไรกับเมื่อใช้ประกอบแนวทางการตรวจประเมินการรับรองระบบงานวิศวกรรมและเทคโนโลยี Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) รวมถึงการศึกษาเปรียบเทียบกับบริบทการดำเนินงานหลักสูตรนวัตกรรมในสาขาอื่นๆ และปรับปรุงตัวบ่งชี้ เพื่อให้มีความครอบคลุมในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการวัดสมรรถนะเพื่อใช้พิจารณาประเมินผลจากผลลัพธ์การศึกษา

2. ในส่วนของการพัฒนาแบบวัดในอนาคต ควรพัฒนาแบบวัดโดยอิงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน หรือผู้ว่าจ้าง การศึกษาครั้งนี้ดัดแปลงเครื่องมือวัดสมรรถนะจากการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ของ O * NET Interest Profiler (IP) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำรวจอาชีพแบบประเมินตนเองซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานค้นพบประเภทของกิจกรรมการทำงานและอาชีพที่ผู้ใช้งานต้องการและค้นหาความสนใจ ผู้ใช้งานสามารถระบุและเรียนรู้เกี่ยวกับความสนใจในวงกว้างที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะตนเองมากที่สุด การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ของ O * NET Interest Profiler (IP) สามารถใช้ผลลัพธ์ความสนใจเพื่อสำรวจตลาดงาน การศึกษาครั้งนี้ดัดแปลงเพื่อนำมาใช้สำหรับการ

สร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมโดยอ้างอิงจากทฤษฎี self-efficacy ซึ่งอาจมีข้อจำกัดเรื่องการนำไปใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการสำรวจโดยต้องมีการอธิบายที่มาของการทำแบบสอบถาม ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ไม่ถูกนำไปประเมินด้านการให้ผลตอบแทน หรือการเลื่อนระดับ เพราะใช้เป็นเครื่องมือส่วนเพิ่มสำหรับผู้บริหารหรือผู้ทำหน้าที่คัดเลือกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการคัดเลือกบุคคลที่ตนเองได้เลือกไว้เปรียบเทียบกับตลาดแรงงานที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม โดยมีการยืนยันด้วยค่านัยสำคัญทางสถิติแทนที่จะใช้ดุลพินิจหรือประสบการณ์ในการพิจารณาตัดสินใจคัดเลือก และการศึกษาครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดเรื่องการให้คะแนนแบบตนเองด้านสมรรถนะ ควรมีการพัฒนาเพิ่มเรื่องการให้คะแนนแบบบาร์เพื่อความเที่ยงของการวัดที่มีคุณภาพ (Online BAR Scoring Points)

3. การสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้งาน การศึกษาครั้งนี้ ผู้ใช้งานทดลองในรูปแบบ Prototype off-line เพื่อยืนยันตัวบ่งชี้และรูปแบบการแสดงข้อมูลรายงานในลักษณะ Dashboard พบว่า ในอนาคตควรพัฒนาระบบโดยจัดทำในรูปแบบ Application ทั้ง มือถือ และบนเว็บไซต์ โดยสามารถดัดแปลงหน้าตาที่ผู้ใช้สัมผัสการทำงาน (User Interface: UI) แสดงตามที่ลูกค้าต้องการ (Customized) เช่น รูปภาพ สี ตราสัญลักษณ์บริษัท เนื่องจากรูปแบบการใช้งานของผู้ทดสอบกับความรู้การใช้เทคโนโลยีด้านสารสนเทศมีความคุ้นเคยในการใช้ (User experience: UX) หรือมีความใกล้ชิดกันมากขึ้น การพัฒนานวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมในรูปแบบ Application ทั้ง มือถือ และบนเว็บไซต์ จะทำให้เข้าถึงผู้ใช้งานได้จำนวนเพิ่มมากขึ้น มีความสะดวกรวดเร็วในการเก็บข้อมูลและการประมวลผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และตัวอย่างในการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามคุณภาพและแบบสอบถามปริมาณ

- ผศ.ดร.กฤษฎา พนมเชิง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ดร.นพรัตน์ ศรีเจริญ นักวิชาการฝ่ายพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- ดร.พยัต วุฒิรงค์ ที่ปรึกษาองค์กรด้านบริหารจัดการนวัตกรรมและสร้างคุณค่า Global Head of Innovation, The World's Most Valued Business
- ดร.พิมพิมน คงพิชญานนท์ Senior Consultant บริษัท Aon Hewitt Thailand
- ผศ.ดร.ดาวิษา ศรีธัญรัตน์ รองคณบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา และอาจารย์ประจำคณะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ตารางที่ ก-1 : ผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามคุณภาพและแบบสอบถามปริมาณ

วันที่ตรวจหาค่าความเที่ยงตรง	วันที่ตรวจ IOC คุณภาพ	วันที่ตรวจ IOC ปริมาณ
ผศ.ดร.กฤษฎา พนมเชิง	25/10/2561	22/02/2562
ดร.นพรัตน์ ศรีเจริญ	23/09/2561	11/03/2562
ดร.พยัต วุฒิรงค์	04/10/2561	27/02/2562
ดร.พิมพิมน คงพิชญานนท์	30/09/2561	26/02/2562
ผศ.ดร.ดาวิษา ศรีธัญรัตน์	09/09/2561	22/02/2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างในการวิจัย

(1) ตัวอย่างในการวิจัยเชิงคุณภาพ

ใช้วิธีการวิจัยแบบไม่สุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 ตัวอย่าง เวลาทำการการสัมภาษณ์แต่ละความยาว 31-60 นาที (เฉลี่ย 42 นาที) การบันทึกเสียง 9.4 ชั่วโมง การถอดความส่งผลให้คำ 17,172 คำ ในการถอดเสียง 24 หน้า ตัวอย่างในการวิจัยเชิงคุณภาพรวบรวมจาก 9 บริษัท ในประเทศไทยซึ่งเป็นตัวแทนของอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันเช่นวิศวกรรมอัตโนมัติ โลจิสติกส์ ซีเมนต์ พลังงาน อาหาร เครื่องประดับ ที่ปรึกษาด้านไอทีและยานยนต์ บางบริษัทเป็น บริษัท จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ และที่สำคัญก็คือ บริษัทดังกล่าว ให้ความสำคัญกับนวัตกรรมในองค์กรโดยรวมแล้วผู้เขียนทำการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเชิงลึกระหว่างเดือนธันวาคม 2561 ถึงเมษายน 2562

ตารางที่ ก-2 : รายชื่อผู้เชี่ยวชาญทำการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	บริษัท
1	คุณประวีร์ เครือโชติกุล	CEO	SOLIMAC Group Co., LTD.
2	คุณสยามรัฐ สุทธานุกูล	กรรมการผู้จัดการ-การตลาด Marketing structural business (Expert)	SCG-CBM Co., LTD.
3	คุณวงศกร ตันสุธัญลักษณ์	HR manager (HR)	SCG-Yamato Express Co., LTD.
4	สมชาย ระมาศ	รองกรรมการผู้จัดการใหญ่ วิศวกรรมและบำรุงรักษา (CEO/Manager)	บริษัท พีทีที แอลเอ็นจี จำกัด (PTTLNG)
5	กันทร อุยยามาฐิติ	พนักงานพาณิชยกิจ ส่วนแผนธุรกิจและกลยุทธ์องค์กร (Expert)	บริษัท พีทีที แอลเอ็นจี จำกัด (PTTLNG)
6	คุณอนงค์พร ทรัพย์กระแสสินธุ์	เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล (HR)	บริษัท ไอแอม คอนซัลติ้ง จำกัด
7	คุณเกียรติศักดิ์ นิยมลาภ	ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคล Senior Learning & Development Specialist Manager (HR)	บมจ. สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี
8	คุณนาทีรัตน์ บุญรัตน์	Senior Vice President People Plus Department (CEO/Manager)	Food Passion Co., Ltd.
9	คุณศุทรา เตชะพงวรชัย	HR Business Partner Manager (HR)	บริษัท แพนดอร่า โพรดักชั่น จำกัด
10	คุณฐิติกร วรกิจ	Compensation and Benefit HRIS Manager (HR)	บริษัท แพนดอร่า โพรดักชั่น จำกัด
11	คุณคมกริช ดรพรหมยุ่ง	ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองฝึกอบรมช่างและฮอทไลน์ (HR)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
12	ต้องพงศ์ ศรีบุญ	Head of new digital business (Expert)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

หมายเหตุ : รายชื่อลำดับที่ 1 ถึง 5 เป็นองค์กรด้านนวัตกรรมและดำเนินกิจการเกี่ยวข้องกับนวัตกรรม และ ลำดับที่ 6 ถึง 12 ได้รับอนุญาตจาก ดร. บวรนันท์ ทองกัลยา นายกสมาคมการจัดการงานบุคคล PMAT และเป็นองค์กรได้รับรางวัล HR Innovation Award 2017, 2018

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-3 วันที่และเวลาที่ผู้เชี่ยวชาญทำการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง

บริษัท	เวลา (นาที)	วันที่สัมภาษณ์
SOLIMAC Group Co., LTD.	60:00	8/12/2561
SCG-CBM Co., LTD.	31:36	18/12/2561
SCG-Yamato Express Co., LTD.	41:35	10/12/2561
บริษัท พีทีที แอลเอ็นจี จำกัด (PTTLNG)	59:00 และ 30:14	4/1/2562และ12/1/2562
บริษัท ไอแอม คอนซัลติ้ง จำกัด	33:05	24/1/2562
บมจ. สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี	34:00	14/1/2562
Food Passion Co., Ltd.	36:44	16/1/2562
บริษัท แพนดอร่า โพรดักชั่น จำกัด	33:52 และ 43:58	25/12/2561
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	53:39 และ 51:17	29/1/2556

(2) ตัวอย่างในการวิจัยเชิงปริมาณ

(2.1) ตัวอย่างทดลอง สำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดสอบ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างทดลอง 30 คน

ตารางที่ ก-4 รายชื่อบริษัทที่เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Try Out)

ชื่อบริษัท	จำนวน	วันที่ส่งแบบสอบถาม
SOLIMAC Group Co., LTD.	6	23 มี.ค. 2562
SCG-Group Co., LTD.	9	27 มี.ค. 2562
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	4	27 มี.ค. 2562
บริษัท พีทีที แอลเอ็นจี จำกัด	5	27 มี.ค. 2562
บมจ. สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี	6	28 มี.ค. 2562

(2.2) ตัวอย่างจริง ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการวิจัยแบบสุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกศึกษาจากประชากรที่มีลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์ คือบัณฑิตวิศวกรรมที่มีประสบการณ์ทำงาน ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2562 ถึง วันที่ 24 มิถุนายน 2562 จำนวน 312 ตัวอย่าง กำหนดแหล่งข้อมูลดังต่อไปนี้

- แหล่งโซเชียลมีเดีย (Social Media) ได้แก่ เฟสบุค (Facebook) ไลน์ (Line) อีเมล์ (e-mail)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สถาบัน/สมาคมที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรม ได้แก่ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) สภาวิศวกร สถาบันไทย-เยอรมัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- บริษัทที่ให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ บริษัทในเครือSOLIMAC บริษัทในเครือSCG บริษัท พีทีที แอลเอ็นจี จำกัด (PTTLNG) บริษัท ไอแอม คอนซัลติ้ง จำกัด บมจ. สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี บริษัท Food Passion จำกัด บริษัท แพนดอร่า โพรดักชั่น จำกัด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- บริษัทอื่นๆด้วยวิธี snow ball การส่งอีเมล์ เช่น บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) บริษัท ซิสโก้ ซีสเต็มส์ (ประเทศไทย) บริษัท เอ็ม บี เค จำกัด (มหาชน) บริษัท เซ็นทรัลพัฒนา จำกัด (มหาชน)

ตารางที่ ก-5 ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างบัณฑิตวิศวกรรม

วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
Purposive	51	16
Snowball	264	84
รวม	315	100

จากตารางที่ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนที่ให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้วิจัยเอง ลักษณะของกลุ่มที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 16 และใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างการสุมตัวอย่างแบบสโนว์บอลล์ (snowball sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างในลักษณะการสร้างเครือข่ายข้อมูล โดยเลือกจากหน่วยตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) และตัวอย่างกลุ่มนี้เสนอบุคคลอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงต่อ จำนวน 264 คน คิดเป็นร้อยละ 84

(3) ตัวอย่างในการวิจัยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์

ตารางที่ ก-6 : ตัวอย่างในการวิจัยแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์

บริษัท	เคยทดลองใช้นวัตกรรมเครื่องมือฯ
1. บริษัท นิตโต้ มาเทค (ประเทศไทย) จำกัด	ไม่เคยใช้
2. บริษัท โปรเจค แพลนนิ่ง เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)	ไม่เคยใช้
3. บริษัท วรรณกิจไพศาล จำกัด	ไม่เคยใช้
4. SOLIMAC Group Co., LTD.	เคยใช้
5. บริษัท เอสซีจี จำกัด (มหาชน)	เคยใช้
6. บริษัท สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)	เคยใช้

หมายเหตุ สอบถามความพึงพอใจในเดือนตุลาคม 2562

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข ผลการวิจัยปัจจัยที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม

ผลการวิจัยทางสถิติของปัจจัยสมรรถนะทางนวัตกรรม

ผลการวิจัยส่วนหนึ่งของวิชา 2602680 การวิจัยธุรกิจ ภาคการศึกษา 1/ 2560

งานวิจัยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งหาปัจจัยที่เป็นสมรรถนะทางนวัตกรรมของบุคคลระดับอุดมศึกษาที่องค์กรไทยต้องการ ซึ่งนำไปสู่เครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม โดยใช้การวิจัยวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะทางนวัตกรรมด้วยการวิจัยผสานวิธีแบบการสำรวจเชิงขั้นตอนจากการศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ตัวอย่าง และการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรทำงานด้านนวัตกรรมจำนวน 209 ตัวอย่าง งานวิจัยในวิชาวิจัยธุรกิจครั้งนี้ ใช้ข้อมูล ประชากร และตัวอย่างในการดำเนินการวิจัยเป็น นวัตกร หรือ ผู้ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม คือ ผู้คิดค้น สร้างสรรค์ และสนับสนุน สิ่งใหม่ ให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรืองานที่เป็นนวัตกรรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน มีประโยชน์ คุณค่าในเชิงพาณิชย์เหมาะสมต่อการพัฒนาและแก้ปัญหาของตนเอง องค์กร สังคม และประเทศ จากจำนวนปัจจัยในแบบสอบถามจำนวน 17 ข้อ ใช้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 170 รายในการศึกษา โดยมีเกณฑ์เลือกตัวอย่างจากบุคคลได้รับรางวัลนวัตกรรม ผู้ประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ออกสู่เชิงพาณิชย์ (เช่นนักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร Software engineer Startup) และ ผู้คิด ผู้ทำงานโครงการริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ด้านนวัตกรรมนำไปปฏิบัติได้จริง (เช่น Social innovation HR innovation Marketing innovation Organizational innovation) เป็นต้น โดยใช้ตัวอย่างเจาะจงเลือกผู้ทำงานเกี่ยวข้องนวัตกรรม Judgment (Purposive) และ Snowball จากอาชีพนักวิจัย พนักงานบริษัททำงานเกี่ยวข้องนวัตกรรม เจ้าของบริษัทด้านนวัตกรรม Startup วิศวกร อาจารย์ พนักงานบริษัท ธุรกิจส่วนตัว และ อาชีพอื่นๆ ตามวิธี ที่มา และวิธีการ ดังตารางที่ ข-1 ด้วยกระบวนการเลือกตัวอย่างเพื่อหาปัจจัยสร้างเครื่องมือวัดสมรรถนะบุคคลด้านนวัตกรรม ในการวิจัยธุรกิจนี้ 1 Case คือ 1 คนเป็นคนไทยที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานทางนวัตกรรม (ไม่ระบุจังหวัด ไม่ระบุบริษัท/องค์กร)

ตารางที่ ข-1 : สัดส่วนข้อมูลตัวอย่างในการดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณ จำนวนรวม 209 ตัวอย่าง

วิธีวิจัย	สัดส่วน	ที่มา	สัดส่วน	วิธีการ	สัดส่วน
Purposive	52%	โดยทั่วไป	62%	Line	57%
Snowball	48%	บริษัท	33%	Facebook	35%
		หลักสูตร	6%	Email	7%
				At site	1%

การประมวลผลข้อมูล ผู้วิจัยทำแบบสอบถามที่รวบรวมได้มาดำเนินการดังนี้

1. การตรวจสอบข้อมูล (Editing) ผู้วิจัยตรวจดูความสมบูรณ์ของการตอบแบบสอบถามและแยกแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ออก คิดเป็นแบบสอบถามที่สมบูรณ์สำหรับประมวลผลประมาณร้อยละ 99.5% ส่วนนี้ดำเนินการในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

2. การลงรหัส (Coding) นำแบบสอบถามที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้วมาลงรหัสตามที่ได้กำหนดรหัสไว้ล่วงหน้าสำหรับแบบสอบถามที่เป็นปลายปิด (Close-ended) ส่วนแบบสอบถามที่เป็นปลายเปิด (Open-ended) ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มคำตอบแล้วจึงนับคะแนนใส่รหัส งานนี้ดำเนินการในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561

3. การประมวลผลข้อมูล ข้อมูลที่ลงรหัสแล้วได้นำมาบันทึกโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลข้อมูลซึ่งใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistic Package for Social Sciences หรือ SPSS) โดยการแจกแจงความถี่ของทุกตัวแปรแล้วคำนวณค่าร้อยละ (Percentage) สำหรับตัวแปรเชิงปริมาณที่วัดได้ (Quantitative variable) ใช้ค่าสถิติเชิงบรรยาย (Descriptive statistics) และการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ส่วนตัวแปรเชิงคุณภาพหรือบรรยาย (Qualitative/ Descriptive variable) ใช้ฐานนิยม (Mode) ดำเนินการในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561

4. การวิเคราะห์ข้อมูล มีวิธีการดังนี้ การวิเคราะห์ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรมของบุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมในองค์กร ในประเด็นต่างๆ โดยใช้สถิติ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะไม่มีการแบ่งว่าตัวแปรใดจะเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล อาทิ ค่าสถิติพื้นฐาน ที่เป็นการวัดระดับความคิดเห็น ของผู้มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม ซึ่งเป็นตัวอย่างสำหรับการวิจัยนี้ มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ระดับ 7 ผู้ตอบเห็นด้วยอย่างยิ่ง ระดับ 6 ผู้ตอบเห็นด้วยมาก ระดับ 5 ผู้ตอบเห็นด้วย ระดับ 4 ผู้ตอบไม่แน่ใจ ระดับ 3 ผู้ตอบไม่เห็นด้วย ระดับ 2 ผู้ตอบไม่เห็นด้วยมาก ระดับ 1 ผู้ตอบไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพผลจากการศึกษาโดยการใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคเชิงคุณภาพ ได้แก่ การศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์เจาะลึก โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสรรหาคัดเลือกในองค์กร เอกชน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบวัดบุคลิกภาพของผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับประเทศ และผู้ทรงคุณวุฒิ/อาจารย์สอนระดับปริญญาตรีด้านนวัตกรรม ผู้ประกอบการ มีประสบการณ์ทำงานนวัตกรรมทั้งไทยและสากล ผลการวิเคราะห์เพื่อประเมินปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบุคคล จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ว่าปัจจัยใด หรือองค์ประกอบใด ที่ให้ความสำคัญอย่างยิ่งว่าคนทำงานเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรมจำเป็นต้องพึงมี ในนิยามของบริบทไทย ดังนี้

ความหมายนวัตกรรมของบุคคลในบริบทไทย ที่ได้จากผู้วิจัย/ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเป็นการคิดเป็น ออกจากกรอบความคิด ที่เป็นรูปแบบเดิม กลายเป็นความคิดสร้างสรรค์ ริเริ่ม เกิดขึ้นเป็นประโยชน์ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิยังให้นิยามความหมายนวัตกรรมในเชิงองค์กรไทย จำนวน 1 ท่าน เป็น ความใหม่ ทำได้ มีประโยชน์ ดีขึ้น ส่งผลต่อเศรษฐกิจ สังคม ชุมชน และความหมายนวัตกรรมในเชิงธุรกิจจำนวน 2 ท่าน เป็นเรื่องใหม่ ที่ขายได้ประโยชน์ ความคิดต้องสามารถลงมือทำได้ ส่วนเชิงบุคคลนั้น ดังตารางที่ ข-2

ตารางที่ ข-2 : ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้นิยามความหมายนวัตกรรมในบริบทไทย

ข้อ	ประเภทคำถาม	ในเชิง	คำตอบ	ความถี่
1	ความหมาย	ธุรกิจ	คิดสิ่งใหม่ที่ขายได้ประโยชน์ ความคิดต้องสามารถลงมือได้	2
1	ความหมาย	บุคคล	คิดเป็น ออกจากกรอบความคิด ที่เป็นรูปแบบเดิม กลายเป็นความคิดสร้างสรรค์ ริเริ่ม เกิดขึ้นเป็นประโยชน์	3
1	ความหมาย	บริบทองค์กรไทย	ใหม่ ทำได้ มีประโยชน์ ส่งผลต่อเศรษฐกิจ สังคม ชุมชน	1

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-2 จากตารางที่ ข-2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างให้ความถี่สูงสุดหรือทั้ง 3 ท่าน ให้**ความหมายนวัตกรรมของบุคคล** ผู้วิจัยถอด Code “การคิดเป็น” (Developed ideas/thought) ได้เป็นตัวแปร การตระหนักรับรู้ความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรมเกิดขึ้น (KL1) “ออกจากกรอบความคิดที่เป็นรูปแบบเดิม (Initiate or new think)” ได้เป็นตัวแปรการเข้าใจนวัตกรรม (KL2) “กลายเป็นความคิดสร้างสรรค์ริเริ่ม เกิดขึ้นเป็นประโยชน์ (Novel of creativity)” ตัวแปรความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ได้รับการยอมรับ (SK2) ส่วนความหมายนวัตกรรมให้ความคิดเห็นความหมาย จำนวน 2 ท่าน ผู้วิจัยถอด Code ของ “ความคิดสิ่งใหม่ ที่ขายได้ประโยชน์ ความคิดต้องสามารถลงมือทำได้” เป็นตัวแปรในข้อคำถาม ท่านมีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า (X14) และมีผู้ให้ความหมาย 1 ท่าน ในเชิงองค์กร ผู้วิจัยถอด Code “ทำได้ มีประโยชน์ ดีขึ้น ส่งผลต่อเศรษฐกิจ สังคม ชุมชน” เป็นตัวแปรในข้อคำถาม ท่านมีความเข้าใจในการทำสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์แต่องค์กร (X10) องค์ประกอบของปัจจัยสำคัญของสมรรถนะนวัตกรรมของบุคคลระดับอุดมศึกษาที่องค์กรไทยต้องการ รายละเอียดดัง ตารางที่ ข-3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข-3 : ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้นิยามองค์ประกอบสมรรถนะบุคคลนวัตกรรม

องค์ประกอบ	สมรรถนะ	Coding	ความถี่
1. การตระหนักสนใจในความรู้	ความรู้	KL	3
2. รู้จักเข้าใจนวัตกรรมใหม่ที่เกี่ยวข้อง	ความรู้	KL	3
3. แยกแยะประเภทสิ่งใหม่ดีกว่าเดิม	ความรู้	KL	3
4. มีความตั้งใจในการให้ได้มาข้อมูลสิ่งใหม่	ความรู้	KL	3
5. จัดการสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์	ความรู้	KL	3
6. กระบวนการคิดที่มีการพัฒนาต่อยอดความคิด	ทักษะ	SK	3
7. การสื่อสารการนำเสนอทั้งสองฝ่าย	ทักษะ	SK	3
8. ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่มีคุณค่า	ทักษะ	SK	3
9. ประสานความร่วมมือกัน	ทักษะ	SK	3
10. ทำงานกับผู้อื่นที่ต่างจากตน	ทักษะ	SK	3
11. การปรับตัวทำสิ่งใหม่	ทักษะ	SK	3
12. ยอมเรียนรู้สิ่งใหม่	ทักษะ	SK	3
13. พัฒนากรอบความคิดที่มีให้เติบโต	คุณลักษณบุคคล	PA	3
14. ทัศนคติบวก	คุณลักษณบุคคล	PA	3
15. รับผิดชอบในสิ่งใหม่ที่ร่วมกันทำ	คุณลักษณบุคคล	PA	3
16. กล้าเสี่ยงลงมือทำเต็มที่	คุณลักษณะบุคคล	PA	3
17. มีเครือข่ายทำงาน	ทักษะ	SK	3

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-3 จากตารางที่ ข-3 แบ่งองค์ประกอบสมรรถนะบุคคลออกเป็น 3 ประเภท คือ สมรรถนะความรู้ (Knowledge Competency) ที่ได้จากการเรียนรู้ในสถาบันอุดมศึกษา (Innovative Understanding Competency) สมรรถนะด้านทักษะ (Skills Competency) เป็นสมรรถนะที่บุคคลพึงมีในการทำงานสร้างสรรค์นวัตกรรมร่วมกับบุคคลอื่นในองค์กร (Innovative Working Competency) และสมรรถนะด้านคุณลักษณะบุคคล (Personnel Attribute Competency)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-4 : ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นเครื่องมือ

ความถี่	เครื่องมือการวัด	Coding
3	เครื่องมือปัจจุบันมีการวัดด้วยเกรดเฉลี่ย	GPA score
3	เครื่องมือปัจจุบันการทดสอบภาษาอังกฤษ	English score test
3	เครื่องมือปัจจุบันการสัมภาษณ์โดยใช้ความเชี่ยวชาญของผู้สัมภาษณ์	Professional interviewer
1	เครื่องมือปัจจุบันการให้ดูหน้างานสถานที่ทำงานจริง	Visit working place
3	เครื่องมือปัจจุบันการดูประสบการณ์ทำงาน/กิจกรรมที่ผ่าน	Experience/ Activities
3	เครื่องมือวัดในเชิงองค์กรนวัตกรรม	Innovative measurement for organization
3	เครื่องมือวัดในเชิงการเรียนการสอนนวัตกรรม	Instructional measurement
3	เครื่องมือวัดในตัวผู้สอนในเกิดทักษะนวัตกรรม	Teaching measurement
3	เครื่องมือปัจจุบันยังไม่เหมาะสมกับความต้องการวัดบุคคลในบริบทองค์กรไทย	Mismatch market
3	มีความต้องการเครื่องมือวัดสมรรถนะนวัตกรรมที่ใช้ในการสรรหาคัดเลือกบุคคล	Need new innovative measurement tool

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-4 จากตารางที่ ข-4 จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ กระบวนการสรรหาและการคัดเลือกได้นำมาดำเนินงานเป็นกระบวนการเดียวกัน เรียกว่ากระบวนการจ้างงาน (employment process) ซึ่งในตำแหน่งงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนวัตกรรมใช้รูปแบบกระบวนการสรรหาและการคัดเลือกดังนี้ เกรดเฉลี่ย สถาบันการศึกษา คะแนนทดสอบภาษาอังกฤษจากสถาบันที่ได้รับรองมาตรฐานสากล การสัมภาษณ์โดยใช้ความเชี่ยวชาญของผู้สัมภาษณ์ทั้งตัวบุคคลและคณะกรรมการ การพาไปดูสถานที่ทำงานจริง การสอบถามเพื่อให้ได้รายละเอียดประสบการณ์ทำงานหรือกิจกรรมที่ได้ทำผ่านมา ซึ่งล้วนเป็นเครื่องมือวัดสมรรถนะเช่นเดียวกับเครื่องมือการวัดสมรรถนะในตำแหน่งงานทั่วไปในองค์กรที่มีการสรรหาคัดเลือกโดยไม่สามารถวัดได้ในเชิงสถิติการคำนวณค่าเที่ยงตรง และค่าความน่าเชื่อถือทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งปัจจุบันเครื่องมือการวัดนวัตกรรมในบริบทไทย เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสถาบันหรือองค์กร เครื่องมือวัดการเรียนการสอนว่ามีกระบวนการเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เครื่องมือวัดครูผู้สอน โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านต่างมีความเห็นตรงกัน ว่า เครื่องมือปัจจุบันยังไม่สามารถตอบโจทย์ การวัดสมรรถนะบุคคลด้านนวัตกรรมตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานไทยที่ต้องการบุคลากรไปทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนวัตกรรมในองค์กรเหล่านั้น ซึ่งมีความสนใจและต้องการเครื่องมือที่ใช้ในการสรรหาและคัดเลือกบุคคลากรที่มีสมรรถนะด้านนวัตกรรม ตรงตามความต้องการในแต่ละบริบทหน้าที่หน้าที่รับผิดชอบในองค์กร (required innovative competency)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-5 : ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความสำคัญกับปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรม

ข้อ	คำถาม	ปัจจัย	คำอธิบาย	coding	ความถี่
4	ให้ความสำคัญ	1. Awareness new knowledge	การตระหนักรับรู้ว่ามีความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรมเกิดขึ้น (KL1)	KL1สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	2. Type of innovation product/service/process	การเข้าใจนวัตกรรม (KL2)	KL2สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	3. Newness of innovation	การเข้าใจระดับความใหม่ของนวัตกรรม (KL3)	KL3สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	4. Sources of innovation	การเข้าใจแหล่งที่มาของนวัตกรรม (KL4)	KL4สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	5. Innovation managerial process	การเข้าใจว่ากระบวนการนวัตกรรมทำให้เกิดประโยชน์ (KL5)	KL5สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	6. Critical Thinking	การคิดเชิงวิพากษ์/วิจารณาณ เห็นภาพ (SK1)	SK1สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	7. Communication	การสื่อสารในการทำงาน (SK3)	SK3สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	8. Creativity	ความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าได้รับการยอมรับ (SK2)	SK2สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	9. Collaboration	การประสานการทำงานร่วมกัน (SK5)	SK5สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	10. Teamwork	การทำงานเป็นทีมที่ต่างสาขาต่างความเชี่ยวชาญ (SK4)	SK4สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	11. Adaptive challenges	ความท้าทายในการปรับตัวยอมรับสิ่งใหม่ (SK7)	SK7สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	12. Learnability	การเรียนรู้สิ่งใหม่ในขอบเขตความรู้ใหม่ (SK8)	SK8สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	13. Growth mindset	แรงกระตุ้นเชื่อในศักยภาพตนเปลี่ยนแปลงได้พัฒนาได้ (PA1)	PA1สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	14. Positive Attitude	ทัศนะคติด้านบวกพร้อมทั้งการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (PA2)	PA2สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	15. Accountability	มีความรับผิดชอบในการทำงาน (PA3)	PA3สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	16. Perception of risk taking	มีความรับผิดชอบในการทำงาน (PA4)	PA4สำคัญ	3
4	ให้ความสำคัญ	17. Traits of good networker	ผู้ประสานการทำงานแบบเครือข่ายได้อย่างดี (SK6)	SK6สำคัญ	3

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-5 จากตารางที่ ข-5 ผู้วิจัยถอด Code ในตารางชื่อว่า Coding กลุ่มตัวอย่างให้ความถี่สูงสุด หรือทั้ง 3 ท่านให้ความคิดเห็นเป็นปัจจัยสำคัญเหมือนกัน ในปัจจัยที่ 1-14, 16-17 ส่วนปัจจัยที่ 15 มี 1 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่ได้ให้น้ำหนักความสำคัญว่าสำคัญอย่างยิ่งที่บุคคลทำงานนวัตกรรมต้องพึงมี เพราะในความคิดเห็นเป็นเรื่องปกติที่คนทำงานในองค์กร หรือ ผู้ประกอบการย่อมพึงมีคุณสมบัตินี้อยู่ในตัวโดยทั่วไปในเรื่องความรับผิดชอบในการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-6 : ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นปัจจัย

ความถี่ Coding	คำอธิบาย	ความคิดเห็น
4	การตระหนักรับรู้ว่ามีความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรมเกิดขึ้น (Knowledge: KL1)	“รู้ว่ามีความรู้ใหม่” “อยากศึกษา” “อยากรู้อยากเห็น” “ความรู้รอบตัวนอกจากความรู้ที่เรียน”
1	การเข้าใจนวัตกรรม (Knowledge: KL2)	“แยกแยะความต่าง”
1	การเข้าใจระดับความใหม่ของนวัตกรรม (Knowledge: KL3)	“แยกแยะความต่าง”
1	การเข้าใจแหล่งที่มาของนวัตกรรม (Knowledge: KL4)	“แยกแยะความต่าง”
3	การเข้าใจว่ากระบวนการนวัตกรรมทำให้เกิดประโยชน์ (Knowledge: KL5)	“การทำสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์” “แนะนำที่เป็นประโยชน์” “แนะนำกระบวนที่ใช้นวัตกรรม”
4	การคิดเชิงวิพากษ์/วิจารณญาณ เห็นภาพ (Skill: SK1)	“ใช้กระบวนการคิดผลักดันการทำงานให้สำเร็จ” “คิดอย่างมีเหตุผลอธิบายภาพรวมที่สัมพันธ์ เปรียบเทียบได้” “ไม่ยึดความคิดใดความคิดหนึ่ง” “คิดหาทางแก้ปัญหา”
3	การสื่อสารในการทำงาน (Skill: SK3)	“สื่อด้วยการพูด หรือการเขียน ให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้” “เมื่อสื่อสารไปยอมรับความแตกต่าง”
2	ความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าได้รับการยอมรับ (Skill: SK2)	“ทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า” “พยามสร้างสรรค์งานไม่ท้อถอยให้ได้รับการยอมรับ”
2	การประสานการทำงานร่วมกัน (Skill: SK5)	“ทำงานต่างกลุ่มได้ ทำงานกับเพื่อนนอกกลุ่มได้” ทำงานกับคนที่ไม่พึงพอใจได้”
1	การทำงานเป็นทีมที่ต่างสาขาต่างความเชี่ยวชาญ (Skill: SK4)	“ยอมรับการทำงานกับคนที่มีความสามารถไม่เหมือนตนเอง/มากกว่า/น้อยกว่าได้”
1	ความท้าทายในการปรับตัวยอมรับสิ่งใหม่ (Skill: SK7)	“กล้าเผชิญกับสิ่งใหม่ ลงมือทำไม่รอรี”
2	การเรียนรู้สิ่งใหม่ในขอบเขตความรู้ใหม่ (Skill: SK8)	“ลงมือเรียนรู้สิ่งใหม่” “มีความสงสัยโดยไม่ยอมรับทันที ออกความคิดเห็น”
1	แรงกระตุ้นเชื่อในศักยภาพตนเปลี่ยนแปลงได้พัฒนาได้ (Personnel Attribute: PA1)	“เชื่อในตนเองสามารถทำได้และสำเร็จได้ด้วยการให้กำลังใจตนเอง”
2	ทัศนคติด้านบวกพร้อมทั้งการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (Personnel Attribute: PA2)	“เจอสิ่งที่ไม่ชอบใจทำด้วยทัศนคติทางบวก” “ให้กำลังใจทั้งตนเองและทีมเมื่อเผชิญปัญหาไม่ได้ตามที่คิดไว้”
3	มีความรับผิดชอบในการทำงาน (Personnel Attribute: PA3)	“มีความหวังทำงานให้เสร็จตามเป้าหมาย” “คิดอย่างรอบคอบจัดการงานสำเร็จแม้เจอสถานการณ์ไม่พอใจ” “พยามทำให้แล้วเสร็จแม้ต้องทำงานล่วงเวลาบ้าง”
3	มุมมองยอมรับความล้มเหลวไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ (Personnel Attribute: PA4)	“ทางเลือกแรกไม่สำเร็จ หาทางใหม่ในการแก้ปัญหาไม่ย่อท้อ” “ท้าทายเรียนรู้ให้โอกาสตนเองทำสิ่งใหม่” “ไม่วิตกกังวลแม้ทางเลือกแรกทำไม่สำเร็จ”
1	ผู้ประสานการทำงานแบบเครือข่ายได้อย่างดี (Skill: SK6)	“สร้างเครือข่ายการทำงานแก้จุดอ่อนเสริมจุดแข็ง”

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-6 จากตารางที่ ข-6 ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะความคิดเห็นทุกปัจจัย ผู้วิจัยจึงสรุปผลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก เรื่องปัจจัยสมรรถนะของบุคคลที่ควรนำไปใช้สร้างข้อคำถามในแบบสอบถามกับงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยที่จำนวนแต่ละข้อคำถามผู้วิจัยนำความถี่ที่ Coding มาสร้างจำนวนข้อคำถามในแต่ละปัจจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-7 : ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะพฤติกรรมเพื่อสร้างข้อคำถาม

ความถี่	คำถามแสดงความคิดเห็นปัจจัยด้านความรู้นวัตกรรม	แบบทดสอบA: Factor
1	1. ท่านรู้ว่ามีความรู้ใหม่เกิดขึ้นทุกวัน	1. Awareness new knowledge
1	2. ท่านอยากศึกษาความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรม	1. Awareness new knowledge
1	3. ท่านอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว	1. Awareness new knowledge
1	4. ท่านมีความรู้รอบตัวนอกจากความรู้ที่ได้รับจากสถาบันการศึกษา	1. Awareness new knowledge
1	5. ท่านสามารถบอกได้ว่าความคิดหรือสิ่งใดใหม่หรือสิ่งใดไม่ใหม่	3. Newness of innovation
1	6. ท่านสามารถแยกแยะความต่างของผลิตภัณฑ์นวัตกรรมและที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม	2. Type of innovation product/service/process
1	7. ท่านสามารถแยกแยะความต่างของธุรกิจบริการนวัตกรรมและที่ไม่ใช่ธุรกิจนวัตกรรม	2. Type of innovation product/service/process
1	8. ท่านสามารถแนะนำกระบวนการที่ใช้นวัตกรรมในการผลิตสินค้าให้เกิดประโยชน์ได้	2. Type of innovation product/service/process
1	9. ท่านรู้แหล่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมให้เกิดประโยชน์ได้	4. Sources of innovation
1	10. ท่านมีความเข้าใจในการทำสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร	5. Innovation managerial process
1	11. ท่านเป็นคนทำงานต้องพึ่งพาโชคลาง ดวง และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ผลักดันการทำงานให้สำเร็จ	6. Critical Thinking
1	12. ท่านเป็นคนคิดเชิงเหตุผลสามารถอธิบายภาพรวมที่สัมพันธ์กัน แตกต่างกัน เหมือนกัน และสามารถเปรียบเทียบได้	6. Critical Thinking
1	13. ท่านเป็นคนใช้ความคิดตนเองเป็นหลักในการวิจารณ์งานอื่นที่แตกต่างจากงานของตน	8. Creativity
1	14. ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า	8. Creativity
1	15. ท่านมีความเพียรสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า	6. Critical Thinking
1	16. ท่านพยามคิดหาทางแก้ปัญหา มากกว่าการบ่นเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆที่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ แล้วเพิกเฉยไม่ลงมือทำ	7. Communication
1	17. ท่านสื่อสารความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ด้วยการพูด หรือการเขียน ให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้	10. Teamwork
1	18. ท่านเปิดใจยอมรับการทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความสามารถ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างสาขา	9. Collaboration
1	19. การทำงานร่วมกัน ท่านคิดว่าต้องมีการแบ่งพรรคแบ่งพวกว่าคนไหนเป็นพวกเดียวกันพวกต่อต้านหรือไม่ใช่พวก	9. Collaboration
1	20. ในการทำงานถ้าท่านไม่พอใจใครเป็นการส่วนตัว ท่านจะไม่ทำงานกับคนนั้นแม้ว่าคนนั้นจะมีบทบาทให้งานของท่านสำเร็จลุล่วง	9. Collaboration
1	21. ท่านไม่มีความกังวลต่อเรื่องที่คนอื่นเห็นต่างจากความคิดของท่าน	7. Communication
1	22. การทำงานของท่านต้องสร้างเครือข่ายเพราะแต่ละคนมีจุดอ่อนจุดแข็งไม่เหมือนกัน	17. Traits of good networker
1	23. เมื่อต้องเผชิญกับสิ่งใหม่ท่านคิดว่าไม่ควรเสียเวลาลงมือทำจนกว่าสถานการณ์บังคับ	11. Adaptive Challenges
1	24. ท่านยอมรับความคิดของผู้อื่นทันทีแบบไม่มีความสงสัยไม่โต้แย้ง	12. Learnability
1	25. ท่านเรียนรู้เฉพาะเรื่องเดิมให้ได้อย่างสมบูรณ์แบบครบร้อยเสียก่อนถึงจะเริ่มเรียนรู้สิ่งใหม่	12. Learnability
1	26. ท่านเชื่อในความสามารถของตนเองที่สามารถทำทุกสิ่งที่ต้องการให้สำเร็จได้เมื่อมีความตั้งใจทำและมีกำลังใจให้ตนเอง	13. Growth mindset
1	27. หากท่านต้องทำงานที่ไม่ชอบท่านจะพยามทำให้ดีที่สุดโดยการคิดถึงมันในแง่บวก	14. Positive attitude
1	28. เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ยากลำบากท่านให้กำลังใจทั้งตนเองและแสดงความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น	14. Positive attitude
1	29. ท่านคิดว่าไม่ควรหวังในตนเองในเรื่องความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้สำเร็จเพราะว่าสิ่งที่หวังมักไม่ค่อยจะเกิดขึ้น	15. Accountability
1	30. เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ไม่น่าพอใจท่านคิดอย่างรอบคอบว่าจะจัดการอย่างไรให้งานสำเร็จ	15. Accountability
1	31. ถ้าจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลาท่านจะพยามทำงานให้แล้วเสร็จ	15. Accountability
1	32. ท่านไม่มีความกังวลกับเรื่องที่ไม่อาจจะจัดการอะไรกับมันได้	16. Perception of risk taking
1	33. เรื่องท้าทายต่างๆ ท่านคิดว่าไม่ใช่สิ่งน่ากลัว แค่เป็นโอกาสที่ได้ทดสอบตัวเองและเรียนรู้	16. Perception of risk taking
1	34. ท่านคิดหาทางเลือกหลากหลายทางในการทำงานและการแก้ปัญหาเมื่อหนทางแรกไม่สำเร็จ	16. Perception of risk taking

ความหมายของผลลัพธ์ตาราง ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะพฤติกรรมเพื่อสร้างข้อคำถามเนื่องจากผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการให้ความคิดเห็นพฤติกรรมตั้งแต่ 1 ความถี่ขึ้นไป

นอกจากนี้ พบว่า มีความคิดเห็นเพิ่มเติมเรื่องจำนวนและการจัดกลุ่มของตัวแปร ที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ท่าน 3 ท่านให้ความคิดเห็นเพิ่มเติม ว่าจำนวน 17 ตัวแปร หรือ 17 ปัจจัย อาจสามารถนำมาจัดกลุ่มใหม่ได้ อันเนื่องจากตัวแปรมีการร้อยเรียงลำดับ หรือมีความสัมพันธ์กันมาก อาจสามารถจัดกลุ่มปัจจัยใหม่ซึ่งอาจลดถอนตัวแปรที่ซ้ำซ้อนหรือมีความหมายใกล้เคียงกัน ให้มีจำนวนตัวแปรน้อยลง เพื่อได้ปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดด้านสมรรถนะนวัตกรรมของบุคคล ผลการวิจัยเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามปัจจัยสมรรถนะของผู้ทำงานเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมขึ้น จากผลการศึกษาเชิงคุณภาพ โดยออกแบบในแบบสอบถามเป็นแบบประเมินความคิดเห็นมีลักษณะเป็นแบบสอบถามโดยสร้างข้อคำถามขึ้นที่สะท้อนและสอดคล้องกับเนื้อหาตามนิยามที่ได้จากผลการศึกษา โดยนำแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินว่าข้อคำถามตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย หลังการตรวจสอบ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบสอบถามประเมินปัจจัยตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญได้แบบสอบถามที่พร้อมจะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล ตามตารางที่ ข-8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-8 : ปัจจัยจากการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อใช้เป็นแบบสอบถาม

คำถามแสดงความคิดเห็นปัจจัยด้านความรู้นวัตกรรม	แบบทดสอบA: Factor
1. ท่านรู้ว่ามีความรู้ใหม่เกิดขึ้นทุกวัน	1. Awareness new knowledge
2. ท่านอยากศึกษาความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรม	1. Awareness new knowledge
3. ท่านอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว	1. Awareness new knowledge
4. ท่านมีความรู้รอบตัวนอกจากความรู้ที่ได้รับจากสถาบันการศึกษา	1. Awareness new knowledge
5. ท่านสามารถบอกได้ว่าความคิดหรือสิ่งใดใหม่หรือสิ่งใดไม่ใหม่	3. Newness of innovation
6. ท่านสามารถแยกแยะความต่างของผลิตภัณฑ์นวัตกรรมและที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม	2. Type of innovation product/service/process
7. ท่านสามารถแยกแยะความต่างของธุรกิจบริการนวัตกรรมและที่ไม่ใช่ธุรกิจนวัตกรรม	2. Type of innovation product/service/process
8. ท่านสามารถแนะนำกระบวนการที่ใช้นวัตกรรมในการผลิตสินค้าให้เกิดประโยชน์ได้	2. Type of innovation product/service/process
9. ท่านรู้แหล่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมให้เกิดประโยชน์ได้	4. Sources of innovation
10. ท่านมีความเข้าใจในการทำสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร	5. Innovation managerial process
11. ท่านเป็นคนทำงานต้องพึ่งพาโชคลาง ดวง และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ผลักดันการทำงานให้สำเร็จ	6. Critical Thinking
12. ท่านเป็นคนคิดเชิงเหตุผลสามารถอธิบายภาพรวมที่สัมพันธ์กัน แตกต่างกัน เหมือนกัน และสามารถเปรียบเทียบได้	6. Critical Thinking
13. ท่านเป็นคนใช้ความคิดตนเองเป็นหลักในการวิจารณ์งานอื่นที่แตกต่างจากงานของตน	8. Creativity
14. ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า	8. Creativity
15. ท่านมีความเพียรสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า	6. Critical Thinking
16. ท่านพยามคิดหาทางแก้ปัญหา มากกว่าการบ่นเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆที่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ แล้วเพิกเฉยไม่ลงมือทำ	7. Communication
17. ท่านสื่อสารความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ด้วยการพูด หรือการเขียน ให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้	10. Teamwork
18. ท่านเปิดใจยอมรับการทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความสามารถ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างสาขา	9. Collaboration
19. การทำงานร่วมกัน ท่านคิดว่าต้องมีการแบ่งพรรคแบ่งพวกว่าคนไหนเป็นพวกเดียวกันพวกต่อต้านหรือไม่ใช่พวก	9. Collaboration
20. ในการทำงานถ้าท่านไม่พอใจใครเป็นการส่วนตัว ท่านจะไม่ทำงานกับคนนั้นแม้ว่าคนนั้นจะมีบทบาทให้งานของท่านสำเร็จลุล่วง	9. Collaboration
21. ท่านไม่มีความกังวลต่อเรื่องที่คนอื่นเห็นต่างจากความคิดของท่าน	7. Communication
22. การทำงานของท่านต้องสร้างเครือข่ายเพราะแต่ละคนมีจุดอ่อนจุดแข็งไม่เหมือนกัน	17. Traits of good networker
23. เมื่อต้องเผชิญกับสิ่งใหม่ท่านคิดว่าไม่ควรเสียเวลาลงมือทำจนกว่าสถานการณ์บังคับ	11. Adaptive Challenges
24. ท่านยอมรับความคิดของผู้อื่นทันทีแบบไม่มีความสงสัยไม่โต้แย้ง	12. Learnability
25. ท่านเรียนรู้เฉพาะเรื่องเดิมให้ได้อย่างสมบูรณ์แบบครบร้อยเสียก่อนถึงจะเริ่มเรียนรู้สิ่งใหม่	12. Learnability
26. ท่านเชื่อในความสามารถของตนเองที่สามารถทำทุกสิ่งที่ต้องการให้สำเร็จได้เมื่อมีความตั้งใจทำและมีกำลังใจให้ตนเอง	13. Growth mindset
27. หากท่านต้องทำงานที่ไม่ชอบท่านจะพยามทำให้ดีที่สุดโดยการคิดถึงมันในแง่บวก	14. Positive attitude
28. เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ยากลำบากท่านให้กำลังใจทั้งตนเองและแสดงความเห็นอกเห็นใจผู้อื่นด้วย	14. Positive attitude
29. ท่านคิดว่าไม่ควรหวังในตนเองในเรื่องความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้สำเร็จเพราะว่าสิ่งที่หวังมักไม่ค่อยจะเกิดขึ้น	15. Accountability
30. เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ไม่น่าพอใจท่านคิดอย่างรอบคอบว่าจะจัดการอย่างไรให้งานสำเร็จ	15. Accountability
31. ถ้าจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลาท่านจะพยามทำงานให้แล้วเสร็จ	15. Accountability
32. ท่านไม่มีความกังวลกับเรื่องที่ไม่อาจจะจัดการอะไรกับมันได้	16. Perception of risk taking
33. เรื่องท้าทายต่างๆ ท่านคิดว่าไม่ใช่สิ่งน่ากลัว แค่เป็นโอกาสที่ได้ทดสอบตัวเองและเรียนรู้	16. Perception of risk taking
34. ท่านคิดหาทางเลือกหลากหลายทางในการทำงานและการแก้ปัญหาเมื่อหนทางแรกไม่สำเร็จ	16. Perception of risk taking

แบบสอบถาม แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลมีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ส่วนที่ 2 สมรรถนะความรู้ จำนวน 10 ข้อ ส่วนที่3 สมรรถนะด้านทักษะ (Skills Competency) จำนวน 15 ข้อ และ 4 สมรรถนะด้านคุณลักษณะบุคคล (Personnel Attribute Competency) จำนวน 9 ข้อ ข้อคำถามในส่วนที่ 2 3 และ 4 มีลักษณะเป็นมาตรการประเมินปัจจัย 7 ระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง (7) ถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) และส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่นๆ เป็นคำถามปลายเปิด

ตารางที่ ข-9 : ข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลทั่วไป:	จำนวน	ร้อยละ	Valid Percent
เพศ	209	100.0	100.0
ชาย	137	65.5	65.5
หญิง	72	34.4	34.4
อายุ	209	100.0	100.0
20-30 ปี	40	19.1	19.1
31-40 ปี	111	53.1	53.1
41-50 ปี	46	22.0	22.0
51-60 ปี	12	5.7	5.7
อาชีพ	209	100.0	100.0
นักวิจัย	27	12.9	12.9
พนักงานบริษัททำงานเกี่ยวข้องนวัตกรรม	83	39.7	39.7
เจ้าของบริษัทด้านนวัตกรรม	18	8.6	8.6
Startup	28	13.4	13.4
วิศวกร	17	8.1	8.1
อาจารย์	3	1.4	1.4
พนักงานบริษัท	12	5.7	5.7
ธุรกิจส่วนตัว	15	7.2	7.2
อื่นๆ	6	2.9	2.9
ประสบการณ์ทำงานด้านนวัตกรรม	209	100.0	100.0
1-5 ปี	116	55.5	55.5
6-10 ปี	49	23.4	23.4
11-15 ปี	26	12.4	12.4
16-20 ปี	7	3.3	3.3
มากกว่า 20 ปีขึ้นไป	11	5.3	5.3
ระดับการศึกษา	209	100.0	100.0
ต่ำกว่าปริญญาตรี	11	5.3	5.3
ระดับปริญญาตรี	54	25.8	25.8
ระดับปริญญาโท	122	58.4	58.4
ระดับปริญญาเอก	22	10.5	10.5

จากตารางที่ ข-9 สถิติเชิงพรรณนาที่ใช้ในงานวิจัย จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของผู้ทำงานเกี่ยวข้องนวัตกรรมจำนวน 209 ตัวอย่าง ผู้ทำงานเกี่ยวกับนวัตกรรม พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่หรือร้อยละ 65.6 เป็นเพศชาย โดยร้อยละ 53.1 มีช่วงอายุระหว่าง 31 – 40 ปี ร้อยละ 39.7 มีอาชีพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พนักงานทำงานบริษัทนวัตกรรม มีช่วงอายุประสบการณ์ทำงานด้านนวัตกรรม 1-5 ปี ร้อยละ 55.5 และมีการศึกษาปริญญาโท ร้อยละ 58.4 ค่าร้อยละ (Percent) และ Valid Percent เท่ากัน เพราะตัวอย่างทุกคนตอบทุกข้อคำถามในการศึกษาครั้งนี้ แบบสอบถามประเมินปัจจัยสมรรถนะนวัตกรรม มีข้อคำถามจำนวน 34 ข้อ มีลักษณะเป็นการประเมินคะแนน 7 ระดับ จากเห็นด้วยอย่างอย่างยิ่ง (7) ถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท วัดประเมินใน 17 ปัจจัย ผู้วิจัยต้องการใช้การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรก่อนที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย ได้คำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา คือ คะแนนความคิดเห็นเฉลี่ย และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ละด้านหรือตัวแปรแต่ละตัว ดังนี้

ตารางที่ ข-10 : ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัจจัยความรู้นวัตกรรม

ปัจจัยความรู้นวัตกรรม	$\bar{x}$	SD
การตระหนักรับรู้ว่ามีความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรมเกิดขึ้น (KL1)		
Q1. ท่านรู้ว่ามีความรู้ใหม่เกิดขึ้นทุกวัน (X1)	**6.15**	**1.146**
Q2. ท่านอยากศึกษาความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรม (X2)	**6.33**	**0.91**
Q3. ท่านอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว (X3)	**6.35**	**0.89**
Q4. ท่านมีความรู้รอบตัวนอกจากความรู้ที่ได้รับจากสถาบันการศึกษา (X4)	**5.97**	**0.93**
การเข้าใจนวัตกรรม (KL2)		
Q6. ท่านสามารถแยกแยะความต่างของผลิตภัณฑ์นวัตกรรมและที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม (X6)	5.35	1.20
Q7. ท่านสามารถแยกแยะความต่างของธุรกิจบริการนวัตกรรมและที่ไม่ใช่ธุรกิจนวัตกรรม (X7)	**5.51**	**1.12**
Q8. ท่านสามารถแนะนำกระบวนการที่ใช้นวัตกรรมในการผลิตสินค้าให้เกิดประโยชน์ได้ (X8)	5.37	1.06
การเข้าใจระดับความใหม่ของนวัตกรรม (KL3)		
Q5. ท่านสามารถบอกได้ว่าความคิดหรือสิ่งใดใหม่หรือสิ่งใดไม่ใหม่ (X5)	5.40	1.07
การเข้าใจแหล่งที่มาของนวัตกรรม (KL4)		
Q9. ท่านรู้แหล่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมให้เกิดประโยชน์ได้ (X9)	5.24	1.14
การเข้าใจว่ากระบวนการนวัตกรรมทำให้เกิดประโยชน์ (KL5)		
Q10. ท่านมีความเข้าใจในการทำสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร (X10)	**5.76**	**1.03**

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-10 จะพบว่าองค์ประกอบประเภท ปัจจัยสมรรถนะความรู้นวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นกับ ความอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว (X3) มากที่สุด เพราะ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็นสูงสุดคือ 6.35 รองลงมาเป็น ความอยากศึกษาความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรม (X2) และรู้ว่ามีความรู้ใหม่เกิดขึ้นทุกวัน (X1) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น คือ 6.33 และ 6.15 ตามลำดับ ตัวแปร 3 คะแนนสูงสุดอันดับแรกเป็นปัจจัยด้านการตระหนักรับรู้ว่ามีความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรมเกิดขึ้น (KL1) และกลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นรู้แหล่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมให้เกิดประโยชน์ได้ (X9) ต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น 5.24 เป็นปัจจัยด้านการเข้าใจแหล่งที่มาของนวัตกรรม (KL4)

ตารางที่ ข-11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ปัจจัยทักษะนวัตกรรม

ปัจจัยความรู้นวัตกรรม	$\bar{x}$	SD
การคิดเชิงวิพากษ์/วิจารณญาณ เห็นภาพ (SK1)		
Q11. ท่านเป็นคนทำงานต้องพึ่งพาโชคลาง ดวง และสิ่งศักดิ์สิทธ์ผลักดันการทำงานให้สำเร็จ (X11) (RECODE)	5.49	1.63
Q12. ท่านเป็นคนคิดเชิงเหตุผลสามารถอธิบายภาพรวมที่สัมพันธ์กัน แตกต่างกัน เหมือนกัน และสามารถเปรียบเทียบได้ (X12)	**5.89**	**0.88**
Q13. ท่านเป็นคนใช้ความคิดตนเองเป็นหลักในการวิจารณ์งานอื่นที่แตกต่างจากงานของตน (X13) (RECODE)	3.71	1.57
ความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าได้รับการยอมรับ (SK2)		
Q14. ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า (X14)	5.49	0.92
Q15. ท่านมีความเพียรสร้างสรรค์งานแม้ยังไม่ได้รับการยอมรับในตอนแรก แต่ไม่ท้อถอยจนได้รับการยอมรับในที่สุด (X15)	5.63	1.12
Q16. ท่านพยามคิดหาทางแก้ปัญหา มากกว่าการบ่นเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆที่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ แล้วเพิกเฉยไม่ลงมือทำ (X16)	**6.09**	**0.92**
การสื่อสารในการทำงาน (SK3)		
Q17. ท่านสื่อสารความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ด้วยการพูด หรือการเขียน ให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้(X17)	**5.73**	**0.93**
Q21. ท่านไม่มีความกังวลต่อเรื่องที่คนอื่นเห็นต่างจากความคิดของท่าน (X21) (RECODE)	5.32	1.35
การทำงานเป็นทีมที่ต่างสาขาต่างความเชี่ยวชาญ (SK4)		
Q18. ท่านเปิดใจยอมรับการทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความสามารถ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างสาขา (X18)	**6.36**	**0.80**
การประสานการทำงานร่วมกัน (SK5)		
Q19. การทำงานร่วมกัน ท่านคิดว่าต้องมีการแบ่งพรรคแบ่งพวกว่า คนไหนเป็นพวกเดียวกัน พวกต่อต้าน หรือไม่ใช่พวก (X19) (RECODE)	5.60	1.78
Q20. ในการทำงานถ้าท่านไม่พอใจใครเป็นการส่วนตัว ท่านจะไม่ทำงานกับคนนั้นแม้ว่าคนนั้นจะมีบทบาทสำคัญให้งานของท่านสำเร็จลุล่วง (X20) (RECODE)	5.50	1.62
ผู้ประสานการทำงานแบบเครือข่ายได้อย่างดี (SK6)		
Q22. การทำงานของท่านต้องสร้างเครือข่าย เพราะแต่ละคนมีจุดอ่อนจุดแข็งไม่เหมือนกัน (X22)	**6.12**	**1.06**
ความท้าทายในการปรับตัวยอมรับสิ่งใหม่ (SK7)		
Q23. เมื่อต้องเผชิญกับสิ่งใหม่ ท่านคิดว่าไม่ควรเสียเวลาลงมือทำจนกว่าสถานการณ์บังคับ (X23) (RECODE)	5.39	1.63
การเรียนรู้สิ่งใหม่ในขอบเขตความรู้ใหม่ (SK8)		
Q24. ท่านยอมรับความคิดของผู้อื่นทันที แบบไม่มีความสงสัย ไม่โต้แย้ง (X24) (RECODE)	5.12	1.53
Q25. ท่านเรียนรู้เฉพาะเรื่องเดิมให้ได้อย่างสมบูรณ์แบบครบร้อยเสียก่อน ถึงจะเริ่มเรียนรู้เรื่องใหม่ (X25) (RECODE)	3.76	1.95

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-11 จากตารางที่ ข-11 จะพบว่าองค์ประกอบประเภท ปัจจัยสมรรถนะทักษะนวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นกับ การเปิดใจยอมรับการทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความสามารถ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างสาขา (X18) มากที่สุด เพราะ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็นสูงสุด คือ 6.36 รองลงมาเป็น การทำงานต้องสร้างเครือข่าย เพราะแต่ละคนมีจุดอ่อนจุดแข็งไม่เหมือนกัน (X22) และความพยามคิดหาทางแก้ปัญหา มากกว่าการบ่นเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆที่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ แล้วเพิกเฉยไม่ลงมือทำ (X16) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น คือ 6.12 และ 6.09 ตามลำดับ ตัวแปร 3 คะแนนสูงสุดอันดับแรกเป็นปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมที่ต่างสาขาต่างความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เชี่ยวชาญ (SK4) ผู้ประสานการทำงานแบบเครือข่ายได้อย่างดี (SK6) ความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าได้รับการยอมรับ (SK2) และกลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นการไม่ใช้ความคิดตนเองเป็นหลักในการวิจารณ์งานอื่นที่แตกต่างจากงานของตน (X13) ต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น 3.71 เป็นปัจจัยด้านการคิดเชิงวิพากษ์/วิจารณญาณ เห็นภาพ (SK1)

ตารางที่ ข-12 : ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัจจัยคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม

ปัจจัยความรู้นวัตกรรม	$\bar{x}$	SD
แรงกระตุ้นเชื่อในศักยภาพตนเปลี่ยนแปลงได้พัฒนาได้ (PA1)		
26. ท่านเชื่อในความสามารถของตนเองที่สามารถทำทุกสิ่งที่ต้องการให้สำเร็จได้ เมื่อมีความตั้งใจทำและมีกำลังใจให้ตนเอง (X26)	5.05	1.87
ทัศนะคติด้านบวกพร้อมทั้งการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (PA2)		
27. หากท่านต้องทำงานที่ไม่ชอบ ท่านจะพยายามทำให้ดีที่สุดโดยการคิดถึงมันในแง่บวก (X27)	5.70	1.14
28. เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ยากลำบาก ท่านให้กำลังใจทั้งตนเองพร้อมแสดงความเห็นอกเห็นใจผู้อื่นด้วย (X28)	**6.03**	**.98**
30. เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ไม่น่าพอใจ ท่านคิดอย่างรอบคอบว่าจะจัดการอย่างไรให้งานสำเร็จ (X30)	5.89	.93
มีความรับผิดชอบในการทำงาน (PA3)		
29. ท่านคิดว่าไม่ควรหวังในตนเองในเรื่องความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้สำเร็จเพราะว่าสิ่งที่หวังมักจะไม่ค่อยเกิดขึ้น (X29) (RECODE)	5.01	1.77
31. ถ้าจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา ท่านจะพยายามทำงานให้แล้วเสร็จ (X31)	**6.07**	**1.01**
มุมมองยอมรับความล้มเหลวไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ (PA4)		
32. ท่านไม่มีความวิตกกังวลกับเรื่องที่ไม่อาจจะจัดการอะไรกับมันได้ (X32)	4.46	1.54
33. เรื่องท้าทายต่างๆ ท่านคิดว่าไม่ใช่สิ่งที่น่ากลัว แต่เป็นโอกาสที่ได้ทดสอบตัวเอง และเรียนรู้ (X33)	**6.05**	**1.00**
34. ท่านคิดหาทางเลือกหลากหลายทางในการทำงานในการแก้ปัญหาเมื่อหนทางแรกไม่สำเร็จ (X34)	**6.19**	**.85**

ความหมายของผลลัพธ์ตารางที่ ข-11 จากตารางที่ ข-11 จะพบว่าองค์ประกอบประเภท ปัจจัยสมรรถนะคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม กลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นกับ การคิดหาทางเลือกหลากหลายทางในการทำงานในการแก้ปัญหาเมื่อหนทางแรกไม่สำเร็จ (X34) มากที่สุด เพราะ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็นสูงสุดคือ 6.19 รองลงมาเป็น ถ้าจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา ท่านจะพยายามทำงานให้แล้วเสร็จ (X31) และเรื่องท้าทายต่างๆ ท่านคิดว่าไม่ใช่สิ่งที่น่ากลัว แต่เป็นโอกาสที่ได้ทดสอบตัวเอง และเรียนรู้ (X33) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น คือ 6.07 และ 6.05 ตามลำดับ ตัวแปร 3 คะแนนสูงสุดอันดับแรกเป็นปัจจัยด้านมุมมองยอมรับความล้มเหลวไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ (PA4) มีความรับผิดชอบในการทำงาน (PA3) และกลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นการไม่มีความวิตกกังวลกับเรื่องที่ไม่อาจจะจัดการอะไรกับมันได้ (X32) ต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น 4.4641 เป็นปัจจัยด้านมุมมองยอมรับความล้มเหลวไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ (PA4)

สรุปจากการศึกษาตัวแปร 34 ตัว (X1, X2,..., X34) จะพบว่า ความคิดเห็นที่มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) สูงสุด 3 อันดับแรก คือ การเปิดใจยอมรับการทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความสามารถหรือผู้เชี่ยวชาญต่างสาขา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(X18) $\bar{x}$ = 6.36 ความอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว (X3) $\bar{x}$ = 6.35 และอยากศึกษาความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรม (X2) $\bar{x}$ = 6.33

ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 34 ตัว ดังนี้

H0: ตัวแปรทั้ง 34 ตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

H1: ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน

จากโปรแกรม SPSS ให้ผลลัพธ์ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ ข-13 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบ

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.847	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	3167.263	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	561	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในทีนี้ได้ค่า KMO = 0.847 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 3,167.263 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X34) มีความสัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 2 ในการศึกษานี้จะใช้วิธี Principal Component Analysis ทำการวิเคราะห์ปัจจัยโดยการสกัดปัจจัย ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ ข-13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-14 : Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	8.632	25.388	25.388	8.632	25.388	25.388	6.825
2	3.92	11.53	36.919	3.92	11.53	36.919	6.068
3	2.14	6.295	43.213	2.14	6.295	43.213	2.822
4	1.745	5.132	48.345	1.745	5.132	48.345	4.981
5	1.45	4.266	52.61	1.45	4.266	52.61	3.57
6	1.333	3.921	56.531	1.333	3.921	56.531	4.362
7	1.106	3.254	59.785	1.106	3.254	59.785	1.829
8	1.042	3.064	62.849	1.042	3.064	62.849	4.306
9	0.982	2.889	65.739				
10	0.914	2.689	68.428				
11	0.824	2.423	70.85				
12	0.76	2.236	73.087				
13	0.742	2.183	75.269				
14	0.707	2.079	77.349				
15	0.633	1.861	79.21				
16	0.629	1.851	81.061				
17	0.608	1.787	82.848				
18	0.541	1.592	84.44				
19	0.517	1.521	85.961				
20	0.481	1.415	87.376				
21	0.453	1.334	88.71				
22	0.44	1.293	90.003				
23	0.385	1.131	91.134				
24	0.372	1.093	92.227				
25	0.366	1.076	93.303				
26	0.339	0.998	94.301				
27	0.301	0.886	95.187				
28	0.297	0.874	96.061				
29	0.27	0.795	96.855				
30	0.269	0.79	97.645				
31	0.233	0.686	98.331				
32	0.224	0.658	98.989				
33	0.191	0.562	99.551				
34	0.153	0.449	100				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

ผลลัพธ์ใน ตารางที่ ข-13 แสดงการสร้างปัจจัย โดยคำว่า Component หมายถึง ปัจจัย (Factor) เนื่องจากมีตัวแปร 34 ตัว (X1,...,X34) โดยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยจะทำการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

standardized ตัวแปร X แต่ละตัว เพื่อทำให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และค่าแปรปรวนเป็น 1 ดังนั้น ค่าแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร X’s 34 ตัว และเป็น 34

ปัจจัย (Component) ที่ 1 หรือปัจจัยที่ 1 ซึ่งเป็น linear combination ของตัวแปร X’s ทั้ง 34 ตัว มีค่าแปรปรวน 8.632 คิดเป็นร้อยละ 25.388 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 2 มีค่าแปรปรวน 3.920 คิดเป็นร้อยละ 11.530 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 3 มีค่าแปรปรวน 2.140 คิดเป็นร้อยละ 6.295 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 4 มีค่าแปรปรวน 1.745 คิดเป็นร้อยละ 5.132 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 5 มีค่าแปรปรวน 1.450 คิดเป็นร้อยละ 4.266 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 6 มีค่าแปรปรวน 1.333 คิดเป็นร้อยละ 3.921 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 7 มีค่าแปรปรวน 1.106 คิดเป็นร้อยละ 3.254 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 8 มีค่าแปรปรวน 1.042 คิดเป็นร้อยละ 3.064 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

สำหรับ ปัจจัย (Component) ที่ 9 - 34 มีค่าแปรปรวนต่ำกว่า 1 ซึ่งน้อยกว่าค่าแปรปรวนของ X ที่ Standardized แล้ว จึงไม่นำมาพิจารณา ดังนั้นจากตัวแปรเดิม 34 ตัว จะจัดเป็นปัจจัยได้ 8 ปัจจัย โดยทั้ง 8 ปัจจัยมีค่าแปรปรวน 62.849% ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ขั้นที่ 3 การจัดตัวแปร X’s ให้อยู่ในปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Factor loading ใน SPSS มีการกำหนดค่าไอแกนเป็น 1 (Default =1) ค่าไอเกนเท่ากับจำนวนตัวแปร จึงเป็นไปไม่ได้ที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ ข-14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-15 : Component Matrix[a]

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X1	.440				-.431		-.235	.236
X2	.591				-.584	.209		
X3	.489				-.621			
X4	.470	-.214		.292		-.208		-.372
X5	.477	-.356	.471					
X6	.556	-.289	.445			.261		
X7	.587	-.365	.422					
X8	.644	-.315	.415					
X9	.618	-.316	.377					
X10	.683	-.240	.227					
X11		.542	.256		.261	.279		
X12	.563					-.251		
X13		.528				.319		
X14	.595	-.261				-.311		.397
X15	.604				.248			.289
X16	.697		-.269			-.200		
X17	.705							
X18	.613	.341			-.243			
X19		.681	.224			.292		
X20		.668				.294		
X21	.365			-.215			.606	
X22	.585						.255	-.340
X23	.233	.666	.223			-.306		
X24		.585	.265	-.286		-.351		
X25		.301		.792				
X26				.851				
X27	.525		-.415			.246	-.237	
X28	.689		-.303					
X29		.675	.259			-.241		
X30	.627		-.292				-.241	
X31	.585		-.301				-.360	-.248
X32	.223	-.349	-.231		.333	.348		.364
X33	.664		-.208				.268	
X34	.664		-.327					

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 8 components extracted.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อศึกษาจากค่า Factor loading ในตารางที่ ข-14 ทั้งนี้จะจัดตัวแปรที่มีค่า Factor loading สูง (ใกล้ +1 หรือ ใกล้ -1) ในปัจจัยให้อยู่ในปัจจัยนั้นๆ จะพบว่าในตารางที่ ข-14 ตัวแปร Xi ทุกตัวมีค่า Factor loading ใน Component หรือปัจจัยที่ 1 มากที่สุด แต่เมื่อศึกษารายละเอียดพบว่าตัวแปรบางตัวมีค่า Factor loading ในปัจจัยต่างๆ ใกล้เคียงกัน เช่น ตัวแปร X1 มีค่า Factor loading ในปัจจัย 1 = .440 และในปัจจัยที่ 5 เป็น -.431 ซึ่งแตกต่างกันไม่มาก (ไม่พิจารณาถึงเครื่องหมาย) จึงทำให้ไม่ชัดเจนว่าควรจัดตัวแปร X1 อยู่ในปัจจัยที่ 1 หรือ ปัจจัยที่ 5 จึงจะถูกต้อง ในทำนองเดียวกันมีความไม่ชัดเจนในการจัด X ตัวอื่นๆ ว่าควรจะอยู่ในปัจจัยที่เท่าไรจึงจะเหมาะสม และพบว่าไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใดจึงควรทำการหมุนแกนในขั้นที่ 4 ต่อไป

ขั้นที่ 4 ทำการหมุนแกน เพื่อให้สามารถจัดตัวแปร X’s ให้แก่ปัจจัยต่างๆได้ถูกต้อง ในทีนี้เลือกวิธีการหมุนแกน (Factor Rotation) แบบ Oblique Rotation ด้วยวิธี Promax ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ ข-15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-16 : Structure Matrix

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X1	.312	.321		.637				.317
X2	.434	.381		.863		.334		.271
X3	.349	.293		.800		.332		
X4	.434	.573	-.275			.289	.308	
X5	.263	.779		.225				
X6	.301	.768		.362				.357
X7	.316	.815		.314		.254		.353
X8	.348	.821		.374		.318		.433
X9	.334	.787		.347		.375		.391
X10	.440	.714		.458	.233	.385		.498
X11			.698		.289			
X12	.554	.403		.360	.355	.235		.364
X13			.609					
X14	.444	.449	-.277	.347	.215	.252		.765
X15	.508	.414		.283	.220	.304		.697
X16	.687	.324		.437	.400	.534		.581
X17	.580	.472		.455	.391	.588		.532
X18	.538	.314		.615	.512	.552		.225
X19	.202		.739		.388			
X20			.744		.357			
X21	.265					.762		.247
X22	.579	.337		.484	.269	.665		
X23			.387	.238	.772	.216		
X24			.283		.748			
X25							.834	
X26							.855	
X27	.671			.414		.278		.310
X28	.776	.321		.491	.220	.447		.385
X29			.440		.687			
X30	.751	.308		.356	.246	.354		.350
X31	.768	.312		.287		.264		.253
X32					-.411	.203		.558
X33	.565	.374		.411		.653		.571
X34	.762	.312		.336	.272	.556		.383

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อศึกษาจากค่า Factor lading ของตัวแปร X แต่ละตัวในปัจจัยต่างๆ ในตารางที่ ข-15 จะพบว่า ค่า Factor loading ของตัวแปร X16, X27, X28, X30, X31, X34 มีค่ามากในปัจจัยที่ 1 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X16, X27, X28, X30, X31, X34 อยู่ในปัจจัยที่ 1 ในทำนองเดียวกัน ค่า Factor loading ของตัวแปร X5, X6, X7, X8, X9, X10 มีค่ามากในปัจจัยที่ 2 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X5, X6, X7, X8, X9, X10 อยู่ในปัจจัยที่ 2 ส่วน ค่า Factor loading ของตัวแปร X11, X13, X19, X20 X10 มีค่ามากในปัจจัยที่ 3 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X11, X13, X19, X20 X10 อยู่ในปัจจัยที่ 3 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X1, X2, X3, X18 มีค่ามากในปัจจัยที่ 4 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X1, X2, X3, X18 อยู่ในปัจจัยที่ 4 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X23, X24, X29 มีค่ามากในปัจจัยที่ 5 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X23, X24, X29 อยู่ในปัจจัยที่ 5 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X21, X22, X33 มีค่ามากในปัจจัยที่ 6 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X21, X22, X33 อยู่ในปัจจัยที่ 6 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X25, X26 มีค่ามากในปัจจัยที่ 7 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X25, X26 อยู่ในปัจจัยที่ 7 ส่วนค่า Factor loading ของตัวแปร X14, X15 มีค่ามากในปัจจัยที่ 8 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X14, X15 อยู่ในปัจจัยที่ 8 สำหรับ X4, X12, X17, X32 ไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 1-8 ได้ เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 9, 10, 11, 12 ตามลำดับ

สรุปตารางที่ ข-15

ปัจจัยที่ 1: อาจสื่อถึง การคิดเป็นในการลงมือทำเพื่อจัดการแก้ไขปัญหาที่ตนเผชิญ (Developed Ideas for execution and problem solving) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านการคิดเป็น เป็นสมรรถนะด้านทักษะนวัตกรรม ประกอบด้วย

X16: พยามคิดหาทางแก้ปัญหามากกว่าการบ่นเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆที่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้แล้วเพิกเฉยไม่ลงมือทำ

X27: ทำงานที่ไม่ชอบจะพยายามทำให้ดีที่สุดโดยการคิดถึงมันในแง่บวก

X28: เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ยากลำบากให้กำลังใจทั้งตนเองพร้อมแสดงความเห็นอกเห็นใจผู้อื่นด้วย

X30: เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ไม่น่าพอใจคิดอย่างรอบคอบว่าจะจัดการอย่างไรให้งานสำเร็จ

X31: ถ้าจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลาจะพยายามทำงานให้แล้วเสร็จ

X34: คิดหาทางเลือกหลากหลายทางในการทำงานในการแก้ปัญหาเมื่อหนทางแรกไม่สำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยที่ 2: อาจสื่อถึง ความรู้ที่เป็นความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับนวัตกรรม (Basic knowledge of Innovation) หรือความรู้ในการทำสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านความเข้าใจนวัตกรรม เป็นสมรรถนะความรู้นวัตกรรม ประกอบด้วย

X3: ท่านสามารถบอกได้ว่าความคิดหรือสิ่งใดใหม่หรือสิ่งใดไม่ใหม่

X6: ท่านสามารถแยกแยะความต่างของผลิตภัณฑ์นวัตกรรมและที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม

X7: ท่านสามารถแยกแยะความต่างของธุรกิจบริการนวัตกรรมและที่ไม่ใช่ธุรกิจนวัตกรรม

X8: ท่านสามารถแนะนำกระบวนการที่ใช้นวัตกรรมในการผลิตสินค้าให้เกิดประโยชน์ได้

X9: ท่านรู้แหล่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการสร้างนวัตกรรมให้เกิดประโยชน์ได้

X10: ท่านมีความเข้าใจในการทำสิ่งใหม่ให้เกิดประโยชน์แก่องค์กร

ปัจจัยที่ 3: อาจสื่อถึง คนที่มีพลังนำให้เกิดความร่วมมือกันกระตุ้นให้ทีมเกิดการเผยแพร่ความคิดสร้างสรรค์ร่วมกันทำงานที่สร้างสิ่งใหม่และสัมพันธภาพ อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านความเป็นผู้นำแบบร่วมมือกัน (Collaborative leadership) เป็นสมรรถนะด้านทักษะนวัตกรรม ประกอบด้วย

X11: ท่านเป็นคนทำงานไม่ต้องพึ่งพาโชคลาง ดวง และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ผลักดันการทำงานให้สำเร็จ (Recode)

X13: ท่านเป็นคนไม่ใช้ความคิดตนเองเป็นหลักในการวิจารณ์งานอื่นที่แตกต่างจากงานของตน (Recode)

X19: การทำงานร่วมกัน ท่านไม่คิดว่าต้องมีการแบ่งพรรคแบ่งพวกว่า คนไหนเป็นพวกเดียวกัน พวกต่อต้าน หรือไม่ใช่พวก (Recode)

X20: แม้ว่าท่านไม่พอใจใครเป็นการส่วนตัว ท่านจะทำงานกับคนนั้นเพราะคนนั้นมีบทบาทสำคัญให้งานของท่านสำเร็จลุล่วง (Recode)

ปัจจัยที่ 4: อาจสื่อถึง ความอยากรู้อยากเห็นที่เปิดกว้างรับรู้สิ่งใหม่ด้วยความเต็มใจที่จะร่วมมือกับผู้อื่น (open-minded curiosity) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านความอยากรู้ เป็นสมรรถนะด้านความรู้นวัตกรรม ประกอบด้วย

X1: ท่านรู้ว่ามีความรู้ใหม่เกิดขึ้นทุกวัน

X2: ท่านอยากศึกษาความรู้ใหม่ด้านนวัตกรรม

X3: ท่านอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นรอบตัว

X18: ท่านเปิดใจยอมรับการทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความสามารถ หรือผู้เชี่ยวชาญต่างสาขา

ปัจจัยที่ 5: อาจสื่อถึง ความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (Charles Darwin's adaptive skills) ด้วยทัศนคติเชิงบวกในการรับผิดชอบสร้างสิ่งใหม่ อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยเรียนรู้ในการปรับตัว (Learnability adaptable) เป็นสมรรถนะด้านทักษะนวัตกรรม ประกอบด้วย

X23: เมื่อต้องเผชิญกับสิ่งใหม่ท่านคิดว่าลงมือทำ ไม่ต้องรอจนกว่าสถานการณ์บังคับ (Recode)

X29: ท่านคิดว่าควรมีความคาดหวังในตนเองเรื่องความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้สำเร็จ เพราะว่าสิ่งที่หวังมักจะเกิดขึ้น (Recode)

X24: ท่านไม่ยอมรับความคิดของผู้อื่นทันที มีความสงสัย อาจโต้แย้ง (Recode)

ปัจจัยที่ 6: อาจสื่อถึง ความกล้าเสี่ยงที่เห็นโอกาสสร้างเครือข่ายในการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่แตกต่าง (Risk taking through ideas communication networking) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านความกล้าเสี่ยง(Risk taking) เป็นสมรรถนะด้านคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม ประกอบด้วย

X21: ท่านไม่มีความกังวลต่อเรื่องที่คนอื่นเห็นต่างจากความคิดของท่าน

X22: การทำงานของท่านต้องสร้างเครือข่าย เพราะแต่ละคนมีจุดอ่อนจุดแข็งไม่เหมือนกัน

X33: เรื่องท้าทายต่างๆ ท่านคิดว่าไม่ใช่สิ่งที่น่ากลัว แต่เป็นโอกาสที่ได้ทดสอบตัวเอง และเรียนรู้

ปัจจัยที่ 7: อาจสื่อถึง เชื่อในศักยภาพตนว่าสามารถพัฒนาได้ทำสิ่งที่ยิ่งใหญ่กว่าเดิมได้ด้วยการตั้งเป้าหมายให้ตนเอง (Growth mindset) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านความคิดแบบเติบโต เป็นสมรรถนะด้านคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม ประกอบด้วย

X25: ท่านไม่เรียนรู้เฉพาะเรื่องเดิมอย่างสมบูรณ์แบบครบร้อยเสียก่อน ถึงจะเริ่มเรียนรู้เรื่องใหม่ (Recode)

X26: ท่านเชื่อในความสามารถของตนเองที่สามารถทำทุกสิ่งที่ต้องการให้สำเร็จได้ เมื่อมีความตั้งใจทำและมีกำลังใจให้ตนเอง

ปัจจัยที่ 8: อาจสื่อถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าได้รับการยอมรับ (Creativity) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นสมรรถนะด้านทักษะนวัตกรรม ประกอบด้วย

X14: ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่า

X15: ท่านมีความเพียรสร้างสรรค์งานแม้ยังไม่ได้รับการยอมรับในตอนแรก แต่ไม่ท้อถอยจนได้รับการยอมรับในที่สุด

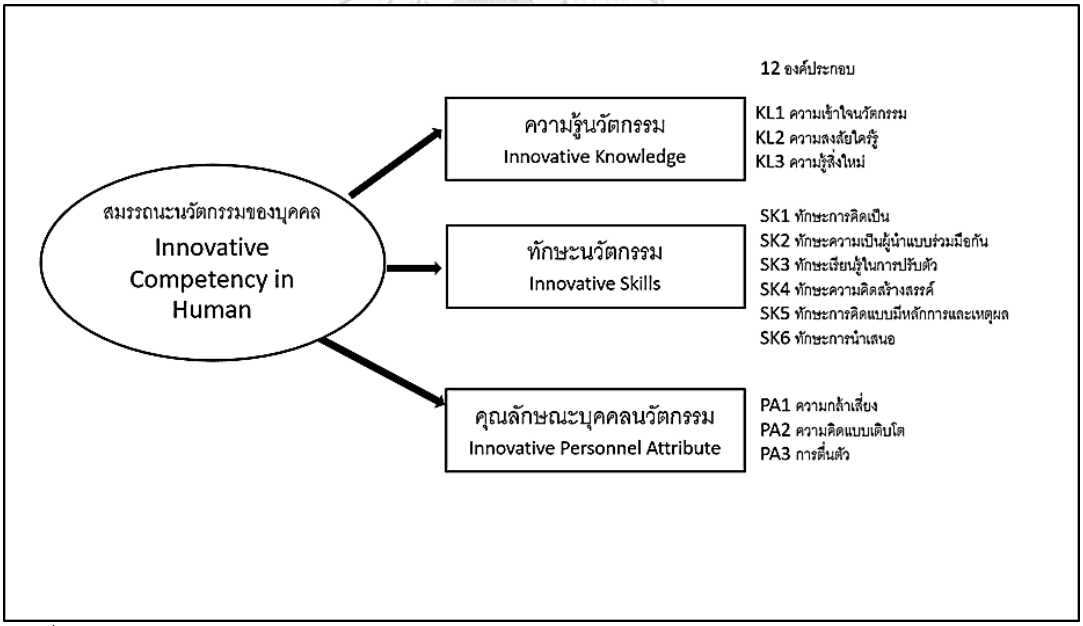
ปัจจัยที่ 9: มีความรู้รอบตัวนอกจากความรู้ที่ได้รับจากสถาบันการศึกษา อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้านตระหนักรู้สิ่งใหม่ (Awareness New Knowledge) เป็นสมรรถนะด้านความรู้นวัตกรรม

ปัจจัยที่ 10: คิดเชิงเหตุผลสามารถอธิบายภาพรวมที่สัมพันธ์กัน แตกต่างกัน เหมือนกัน และสามารถเปรียบเทียบได้ การพัฒนาความคิด (Developing Critical-Mindedness) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยด้าน ทักษะการคิดเชิงภาพรวม เป็นสมรรถนะด้านทักษะนวัตกรรม

ปัจจัยที่ 11: สื่อสารความคิดในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ด้วยการพูด หรือการเขียน ให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่าปัจจัยด้าน ทักษะการนำเสนอ (Two way communication skills) เป็นสมรรถนะด้านทักษะนวัตกรรม

ปัจจัยที่ 12: ไม่มีความวิตกกังวลกับเรื่องที่ไม่อาจจะจัดการอะไรกับมันได้ กลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ความคิดเห็น 4.4641 อาจสื่อถึง การคิดถึงความเสี่ยงที่จะเข้ามา (Sense of urgency) อาจตั้งชื่อปัจจัยนี้ว่า ปัจจัยการตื่นตัว ซึ่งเป็นทั้งด้านบวก และด้านลบ จึงควรนำไปศึกษาต่อในเชิงสมรรถนะด้านคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม

ดังนั้น จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของสมรรถนะนวัตกรรมของบุคคล มีองค์ประกอบความรู้นวัตกรรม ทักษะนวัตกรรม และคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรม อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ หรือมี 12 องค์ประกอบที่ได้จากการวิจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ ความรู้นวัตกรรมประกอบด้วยปัจจัยด้านความเข้าใจนวัตกรรม ความสงสัยใคร่รู้ ความรู้สิ่งใหม่ ทักษะนวัตกรรมประกอบด้วยปัจจัยด้านทักษะการคิดเชิงภาพรวม ทักษะความเป็นผู้นำแบบร่วมมือกัน ทักษะการเรียนรู้ในการปรับตัว ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดเป็นแบบมีหลักการและเหตุผล ทักษะการนำเสนอ และคุณลักษณะบุคคลนวัตกรรมประกอบด้วย ปัจจัยด้านความกล้าเสี่ยง ความคิดแบบเติบโต การตื่นตัว ดังแสดงในภาพที่ 4-1 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยแล้ว ต่อไปจะใช้ปัจจัยใหม่ทั้ง 12 ปัจจัยแทนตัวแปรข้อคำถามเดิม 34 ตัว (17 องค์ประกอบ) และสามารถใช้ปัจจัยหรือตัวแปรใหม่ 12 ตัวไปทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)



ภาพที่ ข-1 : ผลลัพธ์จากการวิจัยเชิงปริมาณ 12 องค์ประกอบสมรรถนะ

ผลการศึกษาคำถามแบบให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อปัจจัยการสรรหาคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานด้านนวัตกรรม พบว่า มีปัจจัยที่ผู้วิจัยให้นิยามว่า 4 E ได้แก่ Execution คือการลงมือทำโดยประยุกต์ความรู้ จัดอยู่ในปัจจัยที่ 1 เป็นปัจจัยด้านการคิดเป็นที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน Entrepreneur คือบุคลิกแบบผู้ประกอบการ จัดอยู่ใน

ปัจจัยที่ 7 ปัจจัยด้านความคิดแบบเติบโต Experience คือประสบการณ์ทำงานร่วมกันกับผู้อื่น จัดอยู่ในปัจจัยที่ 3 ปัจจัยด้านความเป็นผู้นำแบบร่วมมือกัน English คือการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสาร จัดอยู่ในปัจจัยที่ 11 ทักษะการนำเสนอ

ผลการวิจัยทางสถิติของปัจจัยที่ใช้พัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ผลการวิจัยสมรรถนะทั่วไป TABEE 13 องค์ประกอบ

ตารางที่ ข-17 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพ

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.900	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	10499.968	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	78	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในทีนี้ได้ค่า KMO = 0.900 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 10,499.968 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X13) มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ ข-18 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.892	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	9171.559	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	78	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในทีนี้ได้ค่า KMO = .892 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 9,171.559 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X13) มีความสัมพันธ์กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-19 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของอาชีพวิศวกร

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.900	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	729.723	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	78	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในที่นี้ได้ค่า KMO = .900 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 729.723 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X13) มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ ข-20 : แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ TABEE 13 องค์ประกอบระหว่างอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกรและอาชีพวิศวกร

Occupation		Non-engineer				Engineer			
Factor	Attribute	Mean	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation with INNO	Mean	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation with INNO
Abilities	Originality	2.83	0.76	0.000	0.627**	3.57	0.59	0.000	0.524**
Abilities	Response Orientation	1.34	1.14	0.000	-0.271**	1.13	1.16	0.001	-0.395**
Work Activities	Developing and Building Teams	2.86	0.95	0.000	0.348**	3.56	0.78	0.111	0.199
Work Activities	Communicating with Outsider	3.49	1.28	0.000	0.412**	4.05	0.84	0.039	0.257*
Skills	Science	1.40	1.34	0.000	0.283**	3.29	1.11	0.134	0.188
Skills	Critical Thinking	3.54	0.63	0.000	0.435**	4.03	0.44	0.033	0.264*
Skills	Technology Design	0.91	0.63	0.000	0.401**	2.43	0.99	0.000	0.505**
Skills	Complex Problem Solving	3.10	0.63	0.000	0.483**	3.82	0.48	0.011	0.313*
Skills	Management of Financial Resources	1.32	0.94	0.000	0.306**	2.02	0.88	0.010	0.319**
Skills	Active Learning	3.15	0.76	0.000	0.486**	3.79	0.56	0.011	0.313*
Knowledge	Mathematics	3.31	1.07	0.000	0.356**	4.83	0.90	0.000	0.467**
Knowledge	Engineering and Technology	2.10	1.33	0.000	0.256**	5.28	1.13	0.000	0.51**
Knowledge	Philosophy and Theology	1.34	1.15	0.000	0.403**	0.75	0.46	0.303	0.13

หมายเหตุ *p<0.05; Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ ข-19 สมรรถนะทั่วไป 13 ตัวแปรของอาชีพวิศวกรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรนวัตกรรมได้แก่ ริเริ่มต้นฉบับ (Originality) รับผิดชอบต่อสังคมไปพร้อมกับหน้าที่ (Response Orientation) การสื่อสารกับบุคคลภายนอก (Communicating with Outsider) การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) การออกแบบเทคโนโลยี (Technology Design) การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Problem Solving) การบริหารทรัพยากรทางการเงิน (Management of Financial Resources) การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active Learning) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรและเทคโนโลยี (Engineering and Technology)

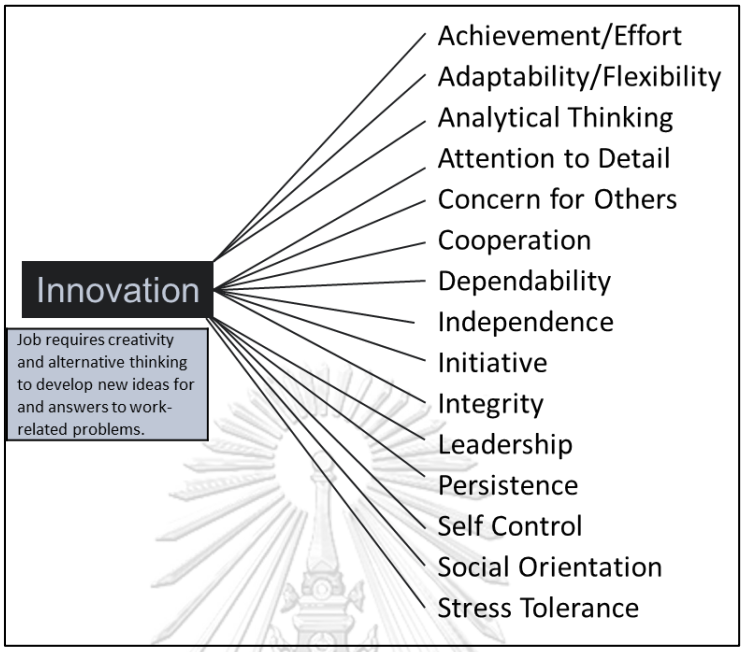
ตารางที่ ข-21 : การสรุปผลการวิเคราะห์ TABEE 13 องค์ประกอบของอาชีพวิศวกร

Engineering occupations					
Hypothesis	Relationship with Innovation	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation	Decision
1. H1	Originality	0.59	0.000	0.524**	Supported
2. H2	Response Orientation	1.16	0.001	-0.395**	Supported
3. H3	Developing and Building Teams	0.78	0.111	0.199	Not supported
4. H4	Communicating with Outsider	0.84	0.039	0.257*	Supported
5. H5	Science	1.11	0.134	0.188	Not supported
6. H6	Critical Thinking	0.44	0.033	0.264*	Supported
7. H7	Technology Design	0.99	0.000	0.505**	Supported
8. H8	Complex Problem Solving	0.48	0.011	0.313*	Supported
9. H9	Management of Financial Resources	0.88	0.010	0.319**	Supported
10. H10	Active Learning	0.56	0.011	0.313*	Supported
11. H11	Mathematics	0.90	0.000	0.467**	Supported
12. H12	Engineering and Technology	1.13	0.000	0.51**	Supported
13. H13	Philosophy and Theology	0.46	0.303	0.13	Not supported

หมายเหตุ *p<0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยสมรรถนะเฉพาะด้านรูปแบบการทำงาน (Work Style) 15 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรม (Work Style in Innovation)



ภาพที่ ข-2 : ความสัมพันธ์ของตัวแปร The Pearson correlation coefficient

ตารางที่ ข-22: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ Work Styles ระหว่างอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกรและวิศวกร

Occupation	Non-engineer				Engineer			
Factor	Mean	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation with INNO	Mean	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation with INNO
Achievement/Effort	3.84	0.40	0.000	0.611**	3.84	0.26	0.000	0.425**
Adaptability/Flexibility	3.98	0.37	0.000	0.510**	3.98	0.26	0.086	0.215
Analytical Thinking	3.81	0.58	0.000	0.619**	3.81	0.32	0.000	0.489**
Attention to Detail	4.41	0.31	0.000	0.309**	4.41	0.21	0.479	-0.089
Concern for Others	3.81	0.55	0.000	0.167**	3.81	0.34	0.256	-0.143
Cooperation	4.13	0.34	0.000	0.260**	4.13	0.24	0.668	0.054
Dependability	4.42	0.28	0.000	0.308**	4.42	0.23	0.099	-0.206
Independence	3.93	0.38	0.000	0.553**	3.93	0.31	0.025	0.279**
Initiative	4.02	0.37	0.000	0.681**	4.02	0.23	0.002	0.381**
Integrity	3.52	0.48	0.000	0.315**	3.52	0.40	0.777	0.036
Leadership	4.33	0.43	0.000	0.520**	4.33	0.32	0.901	-0.016
Persistence	3.65	0.54	0.000	0.626**	3.65	0.36	0.000	0.471**
Self Control	3.90	0.40	0.000	0.138**	3.90	0.25	0.139	-0.186
Social Orientation	4.06	0.41	0.000	0.188**	4.06	0.34	0.384	-0.110
Stress Tolerance	3.43	0.56	0.000	0.265**	4.00	0.32	0.112	-0.199

หมายเหตุ *p<0.05

จากตารางที่ ตัวแปรรูปแบบการทำงาน (Work Styles) ของอาชีพวิศวกรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรนวัตกรรมได้แก่ การปรับตัว (Adaptability/Flexibility) การคิดวิพากษ์ (Analytical Thinking) ความมีอิสระ (Independence) การริเริ่ม (Initiative) ความเพียร(Persistence)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-23 : การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ Work Styles 15 องค์ประกอบของอาชีพวิศวกร

		Engineering occupations			
Hypothesis	Relationship with Innovation	SD	Sig. (2-tailed)	Correlation	Decision
1. H1	Achievement/Effort	0.26	0.000	0.425**	Supported
2. H2	Adaptability/Flexibility	0.26	0.086	0.215	Not Supported
3. H3	Analytical Thinking	0.32	0.000	0.489**	Supported
4. H4	Attention to Detail	0.21	0.479	-0.089	Not supported
5. H5	Concern for Others	0.34	0.256	-0.143	Not supported
6. H6	Cooperation	0.24	0.668	0.054	Not supported
7. H7	Dependability	0.31	0.099	-0.206	Not supported
8. H8	Independence	0.23	0.025	0.279*	Supported
9. H9	Initiative	0.40	0.002	0.381**	Supported
10. H10	Integrity	0.36	0.777	0.036	Not supported
11. H11	Leadership	0.32	0.901	-0.016	Not supported
12. H12	Persistence	0.36	0.000	0.471**	Supported
13. H13	Self Control	0.25	0.139	-0.186	Not supported
14. H14	Social Orientation	0.34	0.384	-0.110	Not supported
15. H15	Stress Tolerance	0.32	0.112	-0.199	Not supported

หมายเหตุ *p<0.05

ตารางที่ ข-24 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพ

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.916	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	13371.03	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	120	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในทีนี้ได้ค่า KMO = 0.916 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 13,371.03 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X15) มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ ข-25 : เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.918	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	12545.338	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	120	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในทีนี้ได้ค่า KMO = 0.918 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 12545.338 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X15) มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ ข-26 เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้ความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบของทุกอาชีพวิศวกร

KMO and Bartlett's Test	ค่า	ความหมาย
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.819	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี (Meritorious)
Bartlett's Test of Sphericity		
Approx. Chi-Square	774.697	ค่าไคสแควร์มีค่ามาก
df	120	
Sig.	0.000	การทดสอบต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ที่กำหนด

ในทีนี้ได้ค่า KMO = 0.819 มีค่าใกล้ 1 สรุปว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน หรือใช้ Bartlett's Test ซึ่งมีการแจกแจงโดยประมาณแบบ Chi-Square ได้ค่า Chi-Square = 774.697 และค่า Sig = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 จึงสรุปว่า H1 จริง นั่นคือตัวแปร (X1, X2, ..., X15) มีความสัมพันธ์กัน

การศึกษานี้ใช้วิธี Principal Component Analysis ทำการวิเคราะห์ปัจจัยโดยการสกัดปัจจัย ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ ข-25 และ ตารางที่ ข-26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข-27 : Total Variance Explained อาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	8.305	51.906	51.906	8.305	51.906	51.906	6.705
2	2.638	16.490	68.396	2.638	16.490	68.396	6.765
3	1.023	6.391	74.787	1.023	6.391	74.787	4.282
4	.707	4.417	79.203				
5	.515	3.219	82.422				
6	.489	3.054	85.477				
7	.380	2.377	87.854				
8	.370	2.310	90.164				
9	.356	2.227	92.390				
10	.243	1.517	93.907				
11	.203	1.266	95.173				
12	.191	1.196	96.369				
13	.178	1.110	97.480				
14	.144	.901	98.381				
15	.139	.870	99.251				
16	.120	.749	100.000				

Extraction Method: Principal Component Analysis

ผลลัพธ์ใน ตารางที่ ข-25 แสดงการสร้างปัจจัย โดยคำว่า Component หมายถึง ปัจจัย (Factor) เนื่องจากมีตัวแปร 16 ตัว (X1,...,X16) โดยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยจะทำการ standardized ตัวแปร X แต่ละตัว เพื่อทำให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และค่าแปรปรวนเป็น 1 ดังนั้น ค่าแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร X’s 16 ตัว และเป็น 16

ปัจจัย (Component) ที่ 1 หรือปัจจัยที่ 1 ซึ่งเป็น linear combination ของตัวแปร X’s ทั้ง 16 ตัว มีค่าแปรปรวน 8.305 คิดเป็นร้อยละ 51.906 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 2 มีค่าแปรปรวน 2.638 คิดเป็นร้อยละ 16.490 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 3 มีค่าแปรปรวน 1.023 คิดเป็นร้อยละ 6.391 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

สำหรับ ปัจจัย (Component) ที่ 4 - 16 มีค่าแปรปรวนต่ำกว่า 1 ซึ่งน้อยกว่าค่าแปรปรวนของ X ที่ Standardized แล้ว จึงไม่นำมาพิจารณา ดังนั้นจากตัวแปรเดิม 16 ตัว จะจัดเป็นปัจจัยได้ 3 ปัจจัย โดยทั้ง 3 ปัจจัยมีค่าแปรปรวน 74.787% ของค่าแปรปรวนทั้งหมด และจัดตัวแปร X’s ให้อยู่ในปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Factor loading ใน SPSS มีการกำหนดค่าไอแกนเป็น 1 (Default =1) ค่าไอเกนเท่ากับจำนวนตัวแปร จึงเป็นไปไม่ได้ที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ ข-26

ตารางที่ ข-28 : Extraction Method: PCA with Rotation Method อาชีพที่ไม่ใช่วิศวกร

เมื่อศึกษาจากค่า Factor loading ในตารางที่ ข-14 ทั้งนี้จะจัดตัวแปรที่มีค่า Factor loading สูง (ใกล้ +1 หรือ ใกล้ -1) ในปัจจัยให้อยู่ในปัจจัยนั้น จะพบว่าในตารางที่ ข-26 ตัวแปร Xi ทุกตัวมีค่า Factor loading ใน Component หรือปัจจัยที่ 1 มากที่สุด ทำการหมุนแกน เพื่อให้สามารถจัดตัวแปร X's ให้แก่ปัจจัยต่างๆได้ถูกต้อง ในทีนี้เลือกวิธีการหมุนแกน (Factor Rotation) แบบ Oblique Rotation ด้วยวิธี Promax ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ ข-26

	Component		
	1	2	3
X1 Self Control	**.899**	.328	.359
X2 Social Orientation	**.886**	.327	
X3 Concern for others	**.878**	.304	.201
X4 Cooperation	**.855**	.425	.377
X5 Stress tolerance	**.816**	.527	.537
X6 Adaptability/ Flexibility	**.767**	.689	.489
X7 Dependability	**.751**	.515	.666
X8 Initiative	.511	**.921**	.506
X9 Persistence	.430	**.898**	.547
X10 Achievement/ Effort	.405	**.876**	.572
X11 Innovation	.266	**.824**	.287
X12 Analytical Thinking	.219	**.801**	.630
X13 Leadership	.654	**.729**	.252
X14 Independence	.420	**.665**	.487
X15 Attention to detail	.239	.457	**.893**
X16 Integrity	.636	.578	**.722**

Extraction Method: Principal Component Analysis

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อศึกษาจากค่า Factor lading ของตัวแปร X แต่ละตัวในปัจจัยต่างๆ ในตารางที่ ข-26 จะพบว่า ค่า Factor loading ของตัวแปร X1, X2, X3, X4, X5, X7 มีค่ามากในปัจจัยที่ 1 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X1, X2, X3, X4, X5, X7 อยู่ในปัจจัยที่ 1 ในทำนองเดียวกัน ค่า Factor loading ของตัวแปร X8, X9, X10, X11, X12 มีค่ามากในปัจจัยที่ 2 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X8, X9, X10, X11, X12 อยู่ในปัจจัยที่ 2 ส่วน ค่า Factor loading ของตัวแปร X15, X16 มีค่ามากในปัจจัยที่ 3 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X15, X16 อยู่ในปัจจัยที่ 3

สำหรับ X6, X13, X14 ไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 1-3 ได้ เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 หรือ .6 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 4, 5, 6 ตามลำดับ

สรุปตารางที่ ข-26

ปัจจัยที่ 1: อาจสื่อถึง ผู้ปฏิบัติ เพราะมีปัจจัย Self-Control, Social Orientation, Concern for Others, Cooperation, Stress Tolerance Dependability

ปัจจัยที่ 2: อาจสื่อถึง ผู้ริ่เริ่ม เพราะมีปัจจัย Initiative, Persistence, Achievement/Effort, Innovation, Analytical Thinking

ปัจจัยที่ 3: อาจสื่อถึง ผู้ค้นหาข้อมูล เพราะมีปัจจัย Attention to Detail และIntegrity

ปัจจัยที่ 4: อาจสื่อถึง ผู้สร้างสรรค์ เพราะมีปัจจัย Adaptability/Flexibility

ปัจจัยที่ 5: อาจสื่อถึง ผู้อำนวยความสะดวกเพื่อสนับสนุนทีม เพราะมีปัจจัย Leadership

ปัจจัยที่ 6: อาจสื่อถึง ผู้พัฒนา เพราะมีปัจจัย Independence

ตารางที่ ข-29 : Total Variance Explained อาชีพวิศวกร

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	7.124	44.527	44.527	7.124	44.527	44.527	6.128
2	2.915	18.216	62.744	2.915	18.216	62.744	4.447
3	1.446	9.035	71.779	1.446	9.035	71.779	4.025
4	.924	5.776	77.555				
5	.693	4.331	81.886				
6	.507	3.167	85.053				
7	.449	2.805	87.858				
8	.403	2.517	90.375				
9	.317	1.978	92.354				
10	.292	1.822	94.176				
11	.247	1.545	95.721				
12	.197	1.232	96.954				
13	.170	1.063	98.017				
14	.128	.801	98.818				
15	.106	.662	99.480				
16	.083	.520	100.000				

Extraction Method: Principal Component Analysis

ผลลัพธ์ใน ตารางที่ ข-27 แสดงการสร้างปัจจัย โดยคำว่า Component หมายถึง ปัจจัย (Factor) เนื่องจากมีตัวแปร 16 ตัว (X1,...,X16) โดยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยจะทำการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

standardized ตัวแปร X แต่ละตัว เพื่อทำให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และค่าแปรปรวนเป็น 1 ดังนั้น ค่าแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร X's 16 ตัว และเป็น 16

ปัจจัย (Component) ที่ 1 หรือปัจจัยที่ 1 ซึ่งเป็น linear combination ของตัวแปร X's ทั้ง 16 ตัว มีค่าแปรปรวน 7.124 คิดเป็นร้อยละ 44.527 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 2 มีค่าแปรปรวน 2.915 คิดเป็นร้อยละ 18.216 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

ปัจจัย (Component) ที่ 3 มีค่าแปรปรวน 1.446 คิดเป็นร้อยละ 9.035 ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

สำหรับ ปัจจัย (Component) ที่ 4 - 16 มีค่าแปรปรวนต่ำกว่า 1 ซึ่งน้อยกว่าค่าแปรปรวนของ X ที่ Standardized แล้ว จึงไม่นำมาพิจารณา ดังนั้นจากตัวแปรเดิม 16 ตัว จะจัดเป็นปัจจัยได้ 3 ปัจจัย โดยทั้ง 3 ปัจจัยมีค่าแปรปรวน 71.779% ของค่าแปรปรวนทั้งหมด

และจัดตัวแปร X's ให้อยู่ในปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะพิจารณาจากค่า Factor loading ใน SPSS มีการกำหนดค่าไอแกนเป็น 1 (Default =1) ค่าไอเกนเท่ากับจำนวนตัวแปร จึงเป็นไปไม่ได้ที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีค่าไอเกนต่ำกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ ข-29

ตารางที่ ข-30 : Extraction Method: PCA with Rotation Method อาชีพวิศวกร

	Component		
	1	2	3
X2 Social Orientation	**.896**		
X3 Concern for others	**.874**		
X1 Self Control	**.863**		
X4 Cooperation	**.776**		
X7 Dependability	**.771**		
X5 Stress tolerance	**.734**		
X13 Leadership	**.731**		
X6 Adaptability/ Flexibility	**.648**	.619	.560
X14 Independence	**.599**	.458	
X9 Persistence	.347	**.836**	.429
X10 Achievement/ Effort	.320	**.836**	.396
X8 Initiative	.541	**.788**	.444
X11 Innovation		**.732**	-.285
X12 Analytical Thinking		**.681**	.355
X15 Attention to detail	.277	.317	**.835**
X16 Integrity	.384	.481	**.621**

Extraction Method: Principal Component Analysis

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization

เมื่อศึกษาจากค่า Factor loading ในตารางจะจัดตัวแปรที่มีค่า Factor loading สูง (ใกล้ +1 หรือ ใกล้ -1) ในปัจจัยให้อยู่ในปัจจัยนั้น จะพบว่าในตาราง ตัวแปร Xi ทุกตัวมีค่า Factor

loading ใน Component หรือปัจจัยที่ 1 มากที่สุด ทำการหมุนแกน เพื่อให้สามารถจัดตัวแปร X's ให้แก่ปัจจัยต่างๆได้ถูกต้อง ในทีนี้เลือกวิธีการหมุนแกน (Factor Rotation) แบบ Oblique Rotation ด้วยวิธี Promax ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตาราง

เมื่อศึกษาจากค่า Factor lading ของตัวแปร X แต่ละตัวในปัจจัยต่างๆ ในตารางที่ จะพบว่า ค่า Factor loading ของตัวแปร X แต่ละตัวในปัจจัยต่างๆ ในตาราง จะพบว่า ค่า Factor loading ของตัวแปร X1, X2, X3, X4, X5, X7, X13 มีค่ามากในปัจจัยที่ 1 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X1, X2, X3, X4, X5, X7 อยู่ในปัจจัยที่ 1 ในทำนองเดียวกัน ค่า Factor loading ของตัวแปร X8, X9, X10, X11, X12 มีค่ามากในปัจจัยที่ 2 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X8, X9, X10, X11, X12 อยู่ในปัจจัยที่ 2 ส่วน ค่า Factor loading ของตัวแปร X15 มีค่ามากในปัจจัยที่ 3 เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ จึงควรจัดตัวแปร X15 อยู่ในปัจจัยที่ 3

สำหรับ X6, X14, X16 ไม่สามารถอยู่ในปัจจัย 1-3 ได้ เนื่องจากค่า Factor loading มีค่ากลาง .4 หรือ .5 หรือ .6 ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรจัดตัวแปรอยู่ในปัจจัยใด จึงแยกให้เป็นปัจจัยที่ 4, 5, 6 ตามลำดับ

สรุปตารางที่ ข-28

ปัจจัยที่ 1: อาจสื่อถึง ผู้ปฏิบัติ เพราะมีปัจจัย Self-Control, Social Orientation, Concern for Others, Cooperation, Stress Tolerance Dependability

ปัจจัยที่ 2: อาจสื่อถึง ผู้ริ่เริ่ม เพราะมีปัจจัย Initiative, Persistence, Achievement/Effort, Innovation, Analytical Thinking

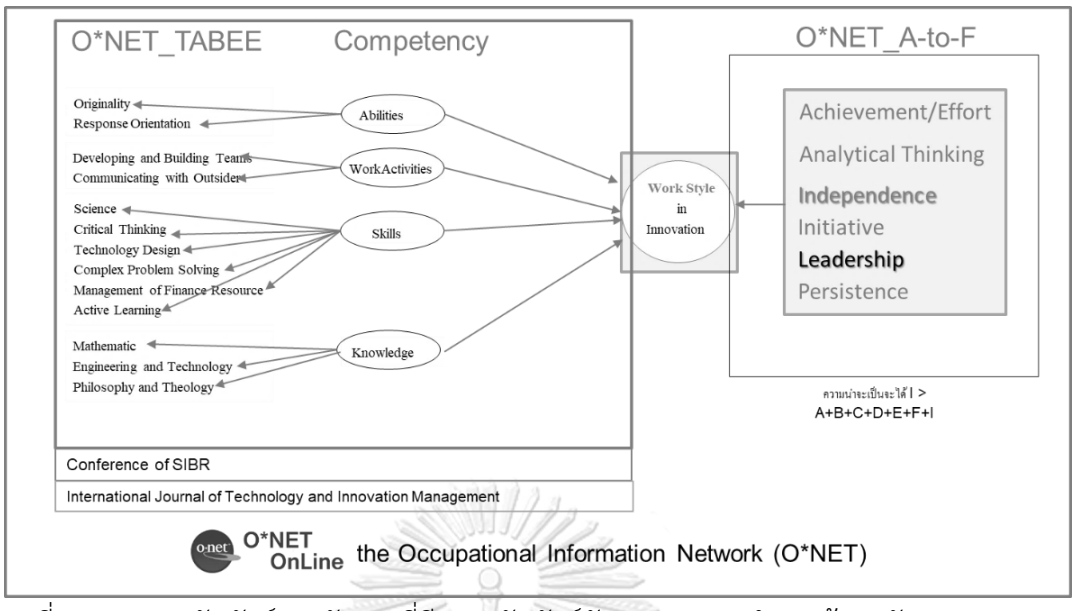
ปัจจัยที่ 3: อาจสื่อถึง ผู้ค้นหาข้อมูล เพราะมีปัจจัย Attention to Detail

ปัจจัยที่ 4: อาจสื่อถึง ผู้ซื่อสัตย์ต่อต่อเองและผู้อื่น (จริยธรรม) เพราะมีปัจจัย Integrity

ปัจจัยที่ 5: อาจสื่อถึง ผู้สร้างสรรค์ เพราะมีปัจจัย Adaptability/Flexibility

ปัจจัยที่ 6: อาจสื่อถึง ผู้พัฒนา เพราะมีปัจจัย Independence

สรุปตัวแปร ผลการวิจัยทางสถิติของปัจจัยที่ใช้พัฒนาแบบจำลองนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ Secondary O*NET 23.0 Database ทั้งผลการวิจัยสมรรถนะทั่วไป TABEE 13 องค์ประกอบ และ O*NET รูปแบบการทำงานที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม



ภาพที่ ข-3 : ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการทำงานด้านนวัตกรรมจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ O*NET

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค ตารางและดัชนีการทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม

ตาราง ค-1 : ตารางการทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม

no	Research Methods	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	ทฤษฎีการวัด Measurement	ความหมาย Measurement	ตัวแปรสำหรับการวิจัย: ความหมาย ประเภท การคัดเลือก การวัด และการควบคุม	เครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดทางการศึกษาและจิตวิทยา ได้แก่ แบบสอบ อันเป็นชุดของคำถามที่ใช้เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้ผู้ตอบทำการตอบสนอง สำหรับเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง พฤติกรรมซึ่งเป็นตัวแทนมวลคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ของสิ่งที่มุ่งวัด	อาศัยแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะของสิ่งที่มุ่งวัด เพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์ (Concept) ของสิ่งนั้นสู่รูปธรรมของข้อมูลหลักฐานที่ต้องการเก็บรวบรวมสำหรับบ่งชี้คุณลักษณะที่มุ่งวัดจากนั้นผู้วัดกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ(Operational definition) ของแต่ละคุณลักษณะในรูปของพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ และร่างคำถามตามพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ของแต่ละคุณลักษณะที่มุ่งวัด	ศิริชัย กาญจนวาสี และ ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม (2557). ตัวแปรสำหรับการวิจัย: ความหมาย ประเภท การคัดเลือก การวัด และการควบคุม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาทักษิณ. ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 หน้า 9-37
2	ทฤษฎีการวิจัยแบบผสมผสาน	ความหมาย	Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches	วิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methodology)	positivism and constructivism, explains the difference between using mixed methods in just the research methodology portion of a study versus using mixed model studies across all phases of the process	Tashakkori, A., & Teddlie, C. (1998). Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches (Vol. 46). Sage.
3	ทฤษฎีการวิจัยแบบผสมผสาน	ความหมาย	การออกแบบการวิจัย	การวิจัยแบบผสานวิธี	ในการผสานวิธีกันระหว่างการวิจัย 2 รูปแบบนั้น อาจเป็นการผสมผสานแบบครึ่งต่อครึ่ง การผสานแบบมีรูปแบบหลักร่วมกับรูปแบบรอง หรือแบบผสมผสานทุกขั้นตอน	ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกลุ และ สุภาพ จัดราภรณ์ (2549). การออกแบบการวิจัย (พิมพครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4	Factor analysis	การวิเคราะห์องค์ประกอบ	หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว สำหรับการวิจัยทางการพยาบาล	องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) เป็นเทคนิคทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว. (Multivariate analysis techniques)	เพื่อต้องการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างขององค์ประกอบว่าองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรแต่ละตัวควรมีน้ำหนักหรืออัตราความสัมพันธ์กับองค์ประกอบมากน้อยเพียงใด ต้องการทดสอบว่าตัวประกอบนี้ตรงกับทฤษฎีหรือตรงกับแบบจำลองที่มีอยู่ หรือตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่	เพชรน้อย สิงห์ช้างชัย. (2549). หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว สำหรับการวิจัยทางการพยาบาล (พิมพ์ครั้งที่ 3). สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.
5	Factor analysis	การวิเคราะห์องค์ประกอบ	การวัดและประเมินสมรรถนะของบุคลากรวิชาชีพ	การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ตัวประกอบ	การวิจัยส่วนใหญ่ที่มุ่งศึกษาความผันแปรของตัวแปรตาม และพยายามจำแนกความผันแปรตามแหล่งหรือองค์ประกอบต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดความผันแปรนั้น การออกแบบการวิจัย การวิเคราะห์และแปลผลของตัวแปรอิสระที่สนใจต่อตัวแปรตามที่ศึกษา การควบคุมตัวแปรเกินจึงมีความจำเป็นต่อการบรรลุเป้าหมาย	ศิริชัย กาญจนวาสี (2557). การวัดและประเมินสมรรถนะของบุคลากรวิชาชีพ. วารสารการวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย.

no	Competency	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	สมรรถนะ	McClelland ความหมาย สมรรถนะ	Testing for competence rather than for" intelligence."	ทำการศึกษาวิจัยว่าทำไม บุคลากรที่ทำงานในตำแหน่งเดียวกันจึงมีผลงานที่แตกต่างกันโดยแยกบุคลากรที่มีผลการปฏิบัติงานดีออกจากบุคลากรที่มีผลการปฏิบัติงานพอใช้ พบว่าผู้มีผลการปฏิบัติงานดีมีสิ่งหนึ่งเรียกว่า สมรรถนะ Competency	สมรรถนะ หมายถึงคุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการ ปฏิบัติงานในงานที่ตนรับผิดชอบให้สูงกว่า หรือเหนือกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้	McClelland, D. C., 1973. Testing for competence rather than for" intelligence.". American psychologist, 28(1), 1.
2	สมรรถนะ	Boyatzis ความหมาย สมรรถนะ	The competent manager: A model for effective performance	a context for identifying the special characteristics, as well as assessing and developing managerial talent. Develops a logical, integrated model of managerial competence	สมรรถนะ-คุณลักษณะพื้นฐาน (Underlying Characteristic) ของบุคคล ได้แก่ แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) ทักษะ (Skill) จินตภาพส่วนตน (Self-Image) หรือบทบาททางสังคม (Social Role) หรือองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ซึ่งบุคคล จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ผลงานสูงกว่าหรือเหนือกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้	Boyatzis, R. E., 1982. The competent manager: A model for effective performance. John Wiley & Sons.
3	สมรรถนะ	สมรรถนะในตำแหน่งบุคคในองค์การ	สร้างคนสร้างผลงาน	บุคคลที่มีผลการปฏิบัติงานดีจะมีสิ่งหนึ่งที่เรียกว่าสมรรถนะ	สมรรถนะในตำแหน่งหนึ่งๆในองค์การ ประกอบด้วย 1) สมรรถนะหลัก (Core competency) 2) สมรรถนะบริหาร (Professional competency) 3) สมรรถนะเชิงเทคนิค (Technical competency) ทักษะด้านวิชาชีพที่จำเป็นในการปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จ	จิรประภา อัครบวร. 2549. สร้างคนสร้างผลงาน. กรุงเทพมหานคร: ก.พล พิมพ์ (1996)
4	สมรรถนะด้านนวัตกรรม	ทุนมนุษย์ด้านนวัตกรรม (The seeds of innovation)	The seeds of innovation : Cultivating the synergy that fosters new ideas.	องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับนวัตกรรมความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงกลยุทธ์การเปลี่ยนแปลงวิธีการนำแนวคิดใหม่ไปใช้กับผลิตภัณฑ์ กระบวนการรูปแบบธุรกิจนวัตกรรม คือความสามารถในการสร้างผลกำไรจากการนำกลยุทธ์ด้านความคิดสร้างสรรค์ไปปฏิบัติจริง	การจัดการทรัพยากรมนุษย์ให้เกิดการจุดประกายความคิดในบุคคล สร้างให้เกิดแรงจูงในการสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์เชิงกลยุทธ์และการเปลี่ยนแปลงความคิดวิธีการประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์กับผลิตภัณฑ์ กระบวนการและแบบจำลองทางธุรกิจที่มีอยู่	Dundon, E., 2002. The seeds of innovation: Cultivating the synergy that fosters new ideas. AMACOM Div American Mgmt Assn.
5	สมรรถนะ	แบบจำลองสมรรถนะบุคคลในองค์กร	Performance consulting. Get credit from your clients.	วารสารของสมาคมนานาชาติเพื่อการพัฒนาความสามารถ (The International Society for Performance Improvement : ISPI) อ้างถึงงานวิจัยด้าน Performance improvement มีการนำเสนอ Human Performance Model ของที่ปรึกษาองค์กรด้านนวัตกรรม บริษัท IBM แอทคินซัน และ เชินแมอ ,1999	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของพนักงานในองค์กรนั้น คำนึงถึงความต้องการของตลาด กลยุทธ์องค์กร และงานในอนาคตเทียบกับประสิทธิภาพงานปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์หาช่องว่างในการพัฒนาสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบุคคล เกิดเป็นขอบเขตของการศึกษางานวิจัยในเรื่องนวัตกรรมการประเมินสมรรถนะด้านนวัตกรรมของบุคคลด้วยเครื่องมือวัดผลเชิงนวัตกรรม	Atkinson, V. and N. Chalmers (1999). "Performance consulting. Get credit from your clients." Performance Improvement 38(4): 14-19.

no	Index	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	เครื่องมือการประเมินความสามารถการแข่งขันด้านนวัตกรรมระดับประเทศ	บริบทสากล	The IMD World Competitiveness Yearbook	การศึกษาชีดความสามารถในการแข่งขันของแต่ละประเทศจัดอันดับความสามารถจากทั้งหมด 61 เขตเศรษฐกิจทั่วโลก วัดโครงสร้างพื้นฐาน ไทย เทคโนโลยี # 36 วิทยาศาสตร์ #48	ประเทศพัฒนาอุตสาหกรรม ประเทศตลาดเกิดใหม่/ประเทศรายได้ปานกลางเน้นปัจจัยเชิงโครงสร้าง 4 กลุ่มหลัก ให้น้ำหนักกลุ่มละ 25 เท่ากัน ได้แก่ 1) สมรรถนะทางเศรษฐกิจ (Economic Performance) 2) ประสิทธิภาพภาครัฐ (Government Efficiency) 3) ประสิทธิภาพภาคเอกชน (Business Efficiency) 4) โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) นำเสนอในรายงาน "World Competitiveness Yearbook"	IMD, I. (2017). World competitiveness yearbook. International Institute for Management Development, Lausanne.
2	เครื่องมือการประเมินความสามารถการแข่งขันด้านนวัตกรรมระดับประเทศ	บริบทสากล	WEF ความสามารถในการแข่งขันรวม	การศึกษาชีดความสามารถในการแข่งขันของแต่ละประเทศจัดอันดับความสามารถจากทั้งหมด 140 เขตเศรษฐกิจทั่วโลก ไทย ปัจจัยด้านความพร้อมเทคโนโลยี#63 ด้านนวัตกรรม #54 นำเสนอในรายงาน "The Global Competitiveness Report "	ปัจจัยด้านการประกอบธุรกิจเป็นหลักดัชนีการคำนวณน้ำหนักของคะแนนได้แก่ 1) ปัจจัยพื้นฐาน 2) ปัจจัยเสริมประสิทธิภาพ 3) ปัจจัยนวัตกรรมและความซับซ้อน และขึ้นอยู่กับลำดับขั้นการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Stage of Development) กำหนดจากรายได้ต่อหัว (GDP per capita) ของประชากรในประเทศ และสัดส่วนการส่งออกสินค้าพื้นฐานต่อการส่งออกรวม แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1) ขับเคลื่อนโดยปัจจัยการผลิต (factor-driven stage) 2) ขับเคลื่อนโดยประสิทธิภาพของการผลิต (efficiency-driven stage) 3) ขับเคลื่อนโดยนวัตกรรมการผลิต(innovation-driven stage) ข้อมูลเกณฑ์ชี้วัดคือ ข้อมูลเชิงประจักษ์ในรูปสถิติ ข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหาร การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารกับข้อมูลสถิติ 70 : 30	Schwab, K. (2010, September). The global competitiveness report 2010-2011. Geneva: World Economic Forum.
3	เครื่องมือการประเมินความสามารถการแข่งขันด้านนวัตกรรมระดับประเทศ	บริบทสากล	Global Innovation Index (GII) ดัชนีนวัตกรรมโลก	การจัดอันดับความสามารถของประเทศที่ทำผลงานด้านนวัตกรรมทั้งในเชิงนโยบายและเชิงผลผลิต เป็นข้อมูลอ้างอิงที่ประเทศนำไปใช้เพื่อออกมาตรการ/นโยบายที่จะสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาด้านนวัตกรรม ไทย ความสามารถด้านนวัตกรรมในภาพรวม #51	จัดทำโดย World Intellectual Property Organization ร่วมกับมหาวิทยาลัยคอร์แนลและสถาบัน INSEAD เพื่อจัดอันดับผลการดำเนินงานด้านนวัตกรรม GII จัดทำขึ้นจากเครื่องชี้วัด 84 ตัวเพื่อวัดความสามารถด้านนวัตกรรมของประเทศ เช่น ระดับการศึกษาของประชากร จำนวนนักวิทยาศาสตร์ จำนวนสิ่งพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์ ค่าใช้จ่ายการวิจัยและพัฒนา การเข้าถึงข้อมูลทางเทคโนโลยีสารสนเทศ คุณภาพของสถาบันวิจัย รวมไปถึง GDP และเสถียรภาพทางการเมือง	The Global Innovation Index 2017 (GII),10th edition, co-published by Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization (WIPO, an agency of the United Nations)
4	เครื่องมือการประเมินความสามารถการแข่งขันด้านนวัตกรรมระดับประเทศ	บริบทสากล	ดัชนีความคิดสร้างสรรค์โลก (The Global Creativity Index)	เป็นดัชนีที่ใช้วัดความก้าวหน้าและความเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนบนฐานการพัฒนาเศรษฐกิจ 2015 ไทยอันดับที่ 82 จากทั้งหมด 139 ประเทศ	3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความสามารถ (Talent) พิจารณาจากระดับความคิดสร้างสรรค์ การสำเร็จการศึกษา และความสามารถในระดับโลก (2) ด้านเทคโนโลยี (Technology) ประกอบไปด้วยการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี และ (3) ด้านการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (Tolerance) ทั้งการยอมรับทางเชื้อชาติ ชาติพันธุ์ และการยอมรับความสัมพันธ์ของเพศเดียวกัน	Florida, R., Mellander, C., & King, K. (2015). The global creativity index 2015.
5	เครื่องมือการประเมินความสามารถการแข่งขันด้านนวัตกรรมระดับประเทศ	บริบทสากล	ตัวชี้วัดทรัพย์สินทางปัญญาโลก (World Intellectual Property Indicators)	จัดทำเพื่อรายงานผลการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา	สิทธิบัตร (Patents) ผลิตภัณฑ์อรรถประโยชน์/อนุสิทธิบัตร (Utility Models) เครื่องหมายการค้า (Trademarks) สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Designs) และการคุ้มครองจุลชีวันและความหลากหลายของพันธุ์พืช (Microorganisms and Plant Variety Protection) ในระดับโลก	Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2016

no	Knowledge Innovation	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	Policy innovation	STI นโยบายกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม	นโยบายนวัตกรรม กับการยกระดับความสามารถ SMEs สตาร์ทอัพ ธุรกิจนวัตกรรมของประเทศไทย	นโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (STI) นโยบายที่เชื่อมโยงระบบการสร้างองค์ความรู้และการแสวงหาประโยชน์จากความรู้เพื่อให้เกิดพลวัตรทางสังคมเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม (ในแผน 12)	นโนบายนวัตกรรมเป็นการสนับสนุนการถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่การประยุกต์โดยการเตรียมความพร้อมหรือทำให้มีทรัพยากรเกื้อหนุนและจำเป็นต่างๆ และองค์ความรู้ที่จำเป็นอื่นๆผ่านการสนับสนุนให้มีผู้ประกอบการและการปกป้องทรัพย์สินทางปัญหา นโยบายเทคโนโลยี<-นโยบายวิทยาศาสตร์<-นโยบายวิจัย ประกอบด้วยS-curve, Framwork, System, Accesibility	พันธุ์อาจ ชัยรัตน์. (2547).การจัดการนวัตกรรมสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ
2	Policy innovation	Thailand 4.0 ประเทศไทย 4.0	ประเทศไทย 4.0 บริบท ทางเศรษฐกิจ และการเมือง. วารสารรัฐศาสตร์ และรัฐประศาสนศาสตร์	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) "ประเทศไทย 4.0" เป็นความมุ่งมั่นของนายกรัฐมนตรี ที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ ไปสู่ "Value-Based Economy" หรือ "เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม"ต้องการปรับเปลี่ยนเป็น "ทำน้อยได้มาก" 1.เป็นจุดเริ่มต้นของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี 2.เป็น "Reform in Action" 3.เป็น"ประชารัฐ"	การขับเคลื่อนให้เปลี่ยนแปลง 3 มิติ คือ1.จากการผลิตสินค้า "โภคภัณฑ์" ไปสินค้าเชิง "นวัตกรรม" 2จากภาคอุตสาหกรรม ไปเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม 3.จากการผลิตสินค้า ไปบริการมากขึ้น ความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ" มี 2 ด้าน"ความหลากหลายเชิงชีวภาพและเชิงวัฒนธรรม" ให้เป็น "ความได้เปรียบ ในเชิงแข่งขัน" "5 กลุ่มเป้าหมาย" ประกอบด้วย 1.กลุ่มอาหาร เกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ 2.กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพเทคโนโลยีทางการแพทย์ 3.กลุ่มเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ ระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบ อิเล็กทรอนิกส์ควบคุม4.กลุ่มดิจิตอล เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่อบังคับอุปกรณ์ต่างๆ ปัญญาประดิษฐ์เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว 5.กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าสูง	ชนินทร เพ็ญสุตร. (2017). ประเทศไทย 4.0 บริบท ทางเศรษฐกิจ และการเมือง. วารสารรัฐศาสตร์ และ รัฐประศาสนศาสตร์ (Political Science and Public Administration Journal), 8(1), 67-99.
3	Policy innovation	ยุทธศาสตร์ 20 ปี ซึ่งมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 12 (2560 - 2564)	แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี	สศช.แผนพัฒนาฯฉบับที่ 12 "ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้วด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง"	6 ยุทธศาสตร์หลักของยุทธศาสตร์ชาติ ได้แก่ (1)ความมั่นคง (2) การสร้างความสามารถในการแข่งขัน (3) การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน (4) การสร้างโอกาสความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม (5) การสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (6)การปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ กำหนดเป้าหมาย ตัวชี้วัด และแนวทางการพัฒนาภายใต้ที่มีอยู่ 10 ยุทธศาสตร์ เพื่อนำยุทธศาสตร์ชาติมาสู่ปฏิบัติในช่วง5 ปีข้างหน้าอย่างเป็นรูปธรรม	สำนัก นายกรัฐมนตรี สำนักงาน คณะกรรมการ พัฒนาเศรษฐกิจ และ สังคม แห่ง ชาติ. เอกสารประกอบ การ ประชุม ประจำ ปี 2558 ของ ส ศ ช. ทิศทาง แผนพัฒนา เศรษฐกิจ และ สังคม แห่ง ชาติ ฉบับ ที่ 12 (พ. ศ. 2560-2564).
4	Knowledge innovation	Knowledge, innovation, and service system	Knowledge, innovation, and service system in latecoming Southeast Asia	บทความฉบับนี้ใช้กรณีศึกษาเป็นกรณีศึกษาเพื่อทำความเข้าใจระบบนวัตกรรมแห่งชาติ (NIS) ในประเทศกำลังพัฒนา	ประเทศกำลังพัฒนามีความสำเร็จในการใช้เทคโนโลยีน้อยตรงกันข้ามกับประเทศที่พัฒนาแล้วระดับการพัฒนาของ NIS ในประเทศไทยไม่ได้เชื่อมโยงกับระดับการพัฒนาโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ขณะที่ประเทศไทยย้ายจาเกษตรกรรมไปสู่เศรษฐกิจอุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้น NIS ยังคงอ่อนแอและกระจัดกระจายอยู่ ความไม่ลงตัวระหว่างความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยทั้งสองประเทศและมีส่วนทำให้เกิดวิกฤตเศรษฐกิจในช่วงนี้ การศึกษา NIS ในประเทศต่างๆ เช่นประเทศไทย ควรมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่เอื้อต่อการสร้างความต่อเนื่องยาวนานของ NIS ที่อ่อนแอและกระจัดกระจาย	Chairatana, P. A. (2009). Knowledge, innovation, and service system in latecoming Southeast Asia. Asian Journal of Technology Innovation, 17(1), 143-163.
5	Knowledge innovation	Knowledge Management	The Knowledge-Creating Company	SECI Modelแสดงความสัมพันธ์การหลอมรวมความรู้ในองค์กรระหว่างความรู้ฝังลึก (Tacit Knowledge) กับความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ใน 4 กระบวนการ	ยกระดับความรู้ให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร เริ่มจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Socialization) การสกัดความรู้ออกจากตัวคน (Externalization) การควบรวมความรู้ (Combination) และการผนึกฝังความรู้ (Internalization) และวนกลับมาเริ่มต้นทำซ้ำที่กระบวนการแรก เพื่อพัฒนาการจัดการความรู้ให้เป็นงานประจำที่ยั่งยืน	Nonaka, I., & Takeuchi, H., 1995. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford university press.

no	Skill Innovation	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 บริบทสากล	Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning	21st Century Skilss วัดความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ 21 ได้อย่างไร ทักษะในศตวรรษที่เช่น ความคิดสร้างสรรค์การแก้ปัญหาและการใช้เทคโนโลยี กรอบและความคิดเชิงปฏิบัติ	ทักษะแห่งอนาคตใหม่ มีการก่อตั้งเป็นเครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หรือ เครือข่าย P2 โดยสรุปทักษะสำคัญในคุณลักษณะที่นักเรียนพึงมีได้แก่ Reading (การอ่าน) การเขียน(Writing) คณิตศาสตร์ (Arithmetic) การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) รวมถึงทักษะชีวิต อาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศสื่อเทคโนโลยี	Greenstein, L. (2012). Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning, SAGE Publications
2	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 บริบทสากล	Out of our minds: Learning to be creative	21st Century Skilss	การศึกษาและการฝึกอบรมเป็นกุญแจสู่อนาคต เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดการจัดการศึกษาระบบโรงงาน มาเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์และเข้ากับบริบทของโลกที่ได้เปลี่ยนแปลงไป (Changing Education Paradigms)	Robinson, K. (2011). Out of our minds: Learning to be creative. John Wiley & Sons.
3	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 บริบทไทย	วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21	การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21	การเรียนรู้แบบใฝ่รู้เป็นการเรียนรู้ที่ไม่หยุดนิ่ง กล่าวคือเป็นการเรียนรู้ที่ต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต (long life learning) ซึ่งปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้นั้น ผู้สอนต้องปรับแนวทางการเรียนการสอน โดยต้องมีการกำหนดเป้าหมายของการสอนโดยให้เน้นการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะ (skill) มากกว่าการที่จะให้องค์ความรู้ (knowledge) แก่ผู้เรียน	วิจารณ์ พานิช. (2555). วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
4	ทักษะแรงงานที่จำเป็นสำหรับโลกอนาคต	ทักษะแรงงานในศตวรรษที่ 21 บริบทไทย	The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution	การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่กำลังมีประเด็นกับสังคมเศรษฐกิจอื่น ๆ และปัจจัยทางภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแรงกระทำที่สมบูรณ์แบบของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบธุรกิจในทุกอุตสาหกรรมส่งผลให้ตลาดแรงงานเกิดการหยุดชะงัก	ทักษะแรงงานที่จำเป็นสำหรับโลกอนาคตในปี ค.ศ.2020 ประกอบไปด้วยทักษะที่จำเป็นอย่างทักษะที่สามารถแก้ไขปัญหาเชิงซับซ้อน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการจัดการบุคคล ทักษะในการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ และทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะที่จำเป็นในการทำงานทั้งเก่าและใหม่จะเปลี่ยนไปในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่และเปลี่ยนวิธีการและสถานที่ที่คนทำงาน	World Economic Forum. (2016). The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.
5	ทักษะแรงงานที่จำเป็นสำหรับโลกอนาคต	ทักษะแรงงานในศตวรรษที่ 21 บริบทไทย	ASEAN in transformation: The future of jobs at risk of automation	ทักษะสำคัญที่ปัญญาประดิษฐ์ไม่สามารถทดแทนงานของมนุษย์ โดยกำหนดความน่าจะเป็นของระบบอัตโนมัติของงานในแง่ของขอบเขตงานที่ไม่สามารถใช้การทำงานแบบอัตโนมัติได้ เพื่อที่จะแยกประเภทอาชีพของงาน	การใช้ตัวแปร 9 ตัว เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะแบ่งได้สามรูปแบบงานที่ไม่สามารถใช้รูปแบบการทำงานอัตโนมัติทดแทนได้ ดังนี้ 1) งานด้านการรับรู้และการจัดการงาน ได้แก่ (1) ความชำนาญในการใช้นิ้วมือ (2) ความคล่องแคล่วทำงานด้วยมือ (3)พื้นที่ทำงานคับแคบ,สถานการณ์ที่อึดอัดใจ 2) งานปัญญาสร้างสรรค์ ได้แก่ (4) ความเป็นต้นฉบับ และ (5) ศิลปกรรมศาสตร์ 3) งานด้านความฉลาดทางสังคม ได้แก่ (6) การรับรู้ทางสังคม (7) การเจรจาต่อรอง (8) การชักชวน และ (9) การช่วยเหลือและดูแล ผู้อื่น	Chang, J. H., & Huynh, P. (2016). The future of jobs at risk of automation in ASEAN (No.994906463402676). International Labour Organization.
6	ทักษะแรงงานที่จำเป็นสำหรับโลกอนาคต	ทักษะแรงงานในศตวรรษที่ 21 บริบทไทย	ASEAN in transformation: The future of jobs at risk of automation	ทักษะสำคัญที่ปัญญาประดิษฐ์ไม่สามารถทดแทนงานของมนุษย์ โดยกำหนดความน่าจะเป็นของระบบอัตโนมัติของงานในแง่ของขอบเขตงานที่ไม่สามารถใช้การทำงานแบบอัตโนมัติได้ เพื่อที่จะแยกประเภทอาชีพของงาน	การใช้ตัวแปร 9 ตัว เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะแบ่งได้สามรูปแบบงานที่ไม่สามารถใช้รูปแบบการทำงานอัตโนมัติทดแทนได้ ดังนี้ 1) งานด้านการรับรู้และการจัดการงาน ได้แก่ (1) ความชำนาญในการใช้นิ้วมือ (2) ความคล่องแคล่วทำงานด้วยมือ (3)พื้นที่ทำงานคับแคบ,สถานการณ์ที่อึดอัดใจ 2) งานปัญญาสร้างสรรค์ ได้แก่ (4) ความเป็นต้นฉบับ และ (5) ศิลปกรรมศาสตร์ 3) งานด้านความฉลาดทางสังคม ได้แก่ (6) การรับรู้ทางสังคม (7) การเจรจาต่อรอง (8) การชักชวน และ (9) การช่วยเหลือและดูแล	Chang, J. H., & Huynh, P. (2016). The future of jobs at risk of automation in ASEAN (No.994906463402676). International Labour Organization.

no	Personnel attribute	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	Personnel attribute คุณลักษณะบุคคล	ความหมาย Personnel attribute	สร้างคนสร้างผลงาน	คุณลักษณะบุคคลประกอบด้วย แรงจูงใจ (motive) บุคลิกลักษณะ (Trait) และทัศนคติ (attitude)	บุคลิกลักษณะที่เป็นพื้นฐานของปัจเจกบุคคลซึ่งมีส่วนในการทำนายผลการปฏิบัติงานที่ดีและ/หรือตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในงาน ขีดความสามารถประกอบด้วยแรงขับ (Motives) ลักษณะ (Traits) แนวคิด/ความคิดของตน (Self-Concepts) ทัศนคติ (Attitude) หรือคุณค่า (Values) ความรู้ในเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ ความรู้ความคิด (Cognitive) หรือทักษะเชิงพฤติกรรม (Behavioral Skills) ที่สามารถวัดได้หรือเชื่อถือได้ซึ่งประกอบกันทำให้บุคคลแตละคนได้รับความสำเร็จในการทำงานแตกต่างกัน	จิรประภา อัครบวร. 2549. สร้างคนสร้างผลงาน. กรุงเทพมหานคร: ก.พล พิมพ์ (1996)
2	แรงจูงใจ (Motive)	ความหมาย แรงจูงใจ	Motivation reconsidered: The concept of competence.	แรงจูงใจประกอบด้วยแรงจูงใจภายใน (intrinsic motives) และแรงจูงใจภายนอก (extrinsic motives)	แรงจูงใจภายในเป็นสิ่งผลักดันจากภายในตัวบุคคล เช่นเจตคติ ความคิดเห็น ความสนใจ ความตั้งใจการมองเห็นคุณค่า ความพอใจ ความต้องการ มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมค่อนข้างถาวร แรงจูงใจภายนอกเป็นสิ่งผลักดันภายนอกตัวบุคคลที่มากระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมเช่นการได้รับรางวัล เกียรติยศ ชื่อเสียง ค่าชม การได้รับการยอมรับ ยกย่อง แรงจูงใจนี้ไม่คงทนถาวรต่อพฤติกรรมบุคคลจะแสดงพฤติกรรมเพื่อตอบสนองสิ่งจูงใจดังกล่าว	White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. Psychological review, 66(5), 297.
3	แรงจูงใจ (Motive)	แรงจูงใจจากปัจจัยภายใน	The empirical exploration of intrinsic motivational processes	ความต้องการมีสมรรถภาพ และความอยากรู้อยากเห็นเป็นแรงจูงใจภายในที่เป็นที่ยอมรับของนักจิตวิทยาโดยทั่วไป	ความมีสมรรถภาพ (Competence) ความมีสมรรถภาพเป็นแรงจูงใจภายในของ มนุษย์ทุกคน ซึ่งหมายถึงความต้องการที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพมนุษย์เราต้องการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมมาตั้งแต่วัยทารกและพยายามที่จะปรับปรุงตัวอยู่เสมอ ความต้องการมีสมรรถภาพจึงเป็นแรงจูงใจภายใน และความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) นักจิตวิทยาถือว่า เป็นแรงจูงใจภายในที่ทำให้เกิดพฤติกรรมที่อยากค้นคว้าสำรวจสิ่งแวดล้อม	Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1980). The empirical exploration of intrinsic motivational processes. Advances in experimental social psychology, 13, 39-80.
4	คุณลักษณะส่วนบุคคล (Trait)	The Big Five	The Big Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives	Big 5 theory เป็น 5 ทฤษฎีหลักที่เป็น Classical หรือเรียกว่า Five factors เป็นเรื่องการสร้างและพัฒนาแบบสอบวัดบุคลิกภาพห้าองค์ประกอบ	บุคลิกภาพห้าองค์ประกอบ คือ บุคลิกภาพเป็นผลรวมของคุณลักษณะเฉพาะตัวที่ค่อนข้างมั่นคงถาวรในแต่ละบุคคลคุณลักษณะเหล่านี้เป็นรูปแบบที่ประกอบขึ้นจากความคิดความรู้สึก และการกระทำของบุคคลอันเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมที่แต่ละบุคคลแสดงออกในสถานการณ์ต่างๆโดยบุคลิกภาพแบ่งได้เป็นองค์ประกอบได้แก่ Neuroticism, Extraversion Openness to Experience, Agreeableness และ Conscientiousness	John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. Handbook of personality: Theory and research, 2(1999), 102-138.
5	ทัศนคติ (Attitude)	ความหมาย ทัศนคติ	Basic psychology	เคลเลอร์(Howard H. Kendler , 1963 : 572)- การแสดงพฤติกรรมของบุคคล	สภาวะความพร้อม ของบุคคล ที่จะ แสดงพฤติกรรม ออกมา ในทางสนับสนุน หรือ ต่อต้าน บุคคล สถาบัน สถานการณ์ หรือ แนวความคิด	Kendler, H. H. (1963). Basic psychology.
6	เครื่องมือการวัดคุณลักษณะบุคคลด้านนวัตกรรม	แบบวัดการปรับตัว	Student adaptation to college questionnaire (SACQ)	แบบวัดการปรับตัว the Student Adaptation to College Questionnaire (SACQ)ทดสอบกลุ่มนักเรียนเป็นจำนวนมากให้คะแนนด้วยคอมพิวเตอร์และการตีความใช้ WPS TEST REPORT บรรทัดฐานขึ้นอยู่กับตัวอย่างของนักศึกษาชายและหญิงมากกว่า 1,300 คนและแบ่งชั้นตามภาคการศึกษา (ภาคการศึกษาที่ 1 และ 2) คู่มือ SACQ มีรายการศึกษามากมายโดยใช้แบบทดสอบแบบวัดการปรับตัว	แบบสอบถามการปรับตัวในมหาวิทยาลัย SACQ ประโยชน์ที่ได้รับคือประเมินการปรับตัวภายในcollegeการตรวจหาปัญหาการชี้นำการแทรกแซงและการส่งเสริมการดูแล อายุ นักเรียนcollege เวลาสอบ 15-20 นาที รูปแบบ คลังข้อมูลที่รายงานด้วยตัวเอง เกณฑ์ปกติ ได้รับการคัดเลือกจากนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยมากกว่า 1,300 คนและแบ่งตามภาคการศึกษาที่ 1 หรือ 2 วันที่เผยแพร่ 1987	Baker, R. W., & Siryk, B. (1989). Student adaptation to college questionnaire (SACQ). Los Angeles, CA: Western Psychological Services.

no	Recruit select	sub topic	paper/text	Inquiry-based knowledge	Description	citation
1	สมรรถนะบุคคลด้านนวัตกรรมในการสรรหาคัดเลือก	การสรรหา	ระบบการประเมินการจัดการทรัพยากรมนุษย์เพื่อบ่งชี้ความสามารถนวัตกรรมทางองค์กร	การสรรหาพนักงานที่มีคุณภาพ (High Potential Pool)	1)การที่องค์กรดึงดูดผู้สมัครงานที่มีคุณสมบัติเหมาะสม มีทักษะและความรู้เฉพาะด้านตามที่องค์กรต้องการ 2)องค์กรเน้นการสรรหาพนักงานที่มีความโดดเด่น(Talents) 3)มีความมุ่งมั่นในการสร้างนวัตกรรม 4)องค์กรสรรหาผู้สมัครที่มีทักษะหลายด้าน (Multiple-skil) มีความเชี่ยวชาญเฉพาะ และมีประสบการณ์ในการทำงาน 5)สร้างความสมดุลระหว่างการสรรหาพนักงานจากภายนอกและภายใน	วรรณภา วิจิตรจรรยา . (2555). ระบบการประเมินการจัดการทรัพยากรมนุษย์ เพื่อบ่งชี้ความสามารถทางนวัตกรรมขององค์กร.
2	สมรรถนะบุคคลด้านนวัตกรรมในการสรรหาคัดเลือก	การคัดเลือก	ระบบการประเมินการจัดการทรัพยากรมนุษย์เพื่อบ่งชี้ความสามารถนวัตกรรมทางองค์กร	การคัดเลือกพนักงานที่เหมาะกับสมรรถนะ (Competency Fit)	1)องค์กรระบุสมรรถนะหลักของพนักงานซึ่งมีความเชื่อมโยงกับงาน และเป้าหมายด้านนวัตกรรมขององค์กร 2)การคัดเลือกพนักงานโดยยึดสมรรถนะความกล้าเสี่ยง การอภิปราย อดกลั้นต่อความไม่แน่นอนและไม่ชัดเจน ความคิดเปิดกว้าง และมีทักษะในการแก้ไขปัญหา 3) การคัดเลือกที่คำนึงถึงศักยภาพในการทำงานในอนาคต (Future Potential) ของผู้สมัคร 4) การคัดเลือกพนักงานที่คำนึงถึงความหลากหลายของบุคคลในองค์กร	วรรณภา วิจิตรจรรยา . (2555). ระบบการประเมินการจัดการทรัพยากรมนุษย์ เพื่อบ่งชี้ความสามารถทางนวัตกรรมขององค์กร.
3	การสรรหาคัดเลือก	Recruit and selection	การศึกษาเปรียบเทียบแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ในประเทศอาเซียนปีพ.ศ. 2557– 2558	การศึกษาแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์นี้มีการศึกษาในประเทศไทยเป็นประจำทุกปี มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 การศึกษารอบนี้เป็นการศึกษารอบที่ 4 ในประเทศไทย ซึ่งทีมวิจัยได้ตกลงในกรอบการศึกษา โดยยึดกรอบการศึกษาเดิมที่มีการแบ่งตามโครงสร้างงานด้านทรัพยากรมนุษย์ที่สำคัญ 9 สายงานหลัก	ประเด็นช่องทางในการสรรหาของประเทศในอาเซียน ช่องทางที่มีแนวโน้มในการใช้งานมากที่สุด คือ อินเทอร์เน็ต (24.61%) หากแต่มีแนวโน้มที่ใช้น้อยมากในประเทศ สปป.ลาว รองลงมา คือ การใช้เครือข่ายทางสังคม (Social Network) (19.48%) การใช้บุคคลภายในแนะนำ (17.79%) การสร้างภาพลักษณ์องค์การ(13.82%) การรับนักศึกษาฝึกงาน (11.43%) และการให้ทุนเรียน (6.54%) ประเด็นวิธีการคัดเลือกของประเทศในอาเซียน วิธีที่มีแนวโน้มในการใช้งานมากที่สุด คือ การสัมภาษณ์(36.57%) รองลงมา คือ **การสัมภาษณ์เชิงสมรรถนะ** (22.10%) การทดสอบภาษาอังกฤษ (17.14%) แบบทดสอบเชิงจิตวิทยา/บุคลิกภาพ (13.89%) และศูนย์การประเมิน (Assessment Center) (6.01%)	จิรประภา อัครบวร (2558) การศึกษาเปรียบเทียบแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ในประเทศอาเซียนปีพ.ศ. 2557 – 2558. วารสารการพัฒนา ทรัพยากรมนุษย์และองค์การ (HROD Journal), 7(1)
4	Assessement	Assessment Center	การศึกษาแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ พ.ศ. 2555-2556 (HR Trends 2012-2013)	งานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของเครื่องมือในการคัดเลือกบุคลากรมาดำรงตำแหน่งของ HR Magazine พบว่า การใช้เครื่องมือ "การประเมินแบบรวมศูนย์" หรือ Assessment Center มีความแม่นยำ (Validity) สูงที่สุด คือประมาณ 65% หลักการง่ายๆ ของเครื่องมือชิ้นนี้ คือ การประเมินผู้บริหารที่จะขึ้นสู่ตำแหน่ง จำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติของผู้บริหารในตำแหน่งใหม่ที่จะไปดำรงอยู่ ซึ่งการใช้ข้อมูลประเมินผลการปฏิบัติงาน (Performance Evaluation) "บริบทงานต่างไปจากเดิม อาจไม่สามารถใช้สมรรถนะเดิมทำงานใหม่ได้"	การประเมินด้วยแบบสอบถามทางจิตวิทยาและการใช้กิจกรรมสร้างสถานการณ์เดียวกันกับงานในอนาคต แล้วให้ผู้ถูกประเมิน ผู้บริหารเดิมในตำแหน่ง ผู้บริหารระดับสูงขององค์การ คณะที่ปรึกษา หรือคณะผู้ประเมิน (Assessors) สังเกตพฤติกรรมผู้บริหารตามสมรรถนะที่กำหนดไว้ในตำแหน่งว่ามีความสอดคล้องหรือไม่เพียงใด เครื่องมือนี้เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในการคัดเลือกสู่ตำแหน่งระดับสูงหรือตำแหน่งที่สำคัญ เพราะทำให้เรามั่นใจได้ว่าผู้บริหารที่จะได้รับการแสนอชื่อเป็น "คนที่ใช่" และอาจใช้ข้อมูลจากการประเมินแบบรวมศูนย์ เพื่อคัดเลือกผู้จะมาดำรงตำแหน่ง และทายาทที่จะมาดำรงตำแหน่งในอนาคต (Successor) แล้วจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรรายบุคคล (IDP – Individual Development Plan) ในช่วงระยะเวลา 2-3 ปี เพื่อให้ผู้บริหารเหล่านี้ถึงพร้อมเมื่อต้องขึ้นสู่ตำแหน่ง	จิรประภา อัครบวร (2555) การศึกษาแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ พ.ศ. 2555-2556 (HR Trends 2012-2013), โครงการสนับสนุนงานวิจัยคณะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ดัชนีการทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญของสมรรถนะทางนวัตกรรม

1. แหล่งข้อมูล (Information Resources)

1.1 เลือกจากฐานข้อมูล ได้แก่ 1) EDS Chulalongkorn University, 2) ScienceDirect, 3) Scopus, 4) Web of Science 5) Google Scholar 6) Google Book และ 7) Google

1.2 เงื่อนไขการค้นหา (Criteria Search Options)

1: Search Modes and Expanders 2: Limit your results

☐ Search modes: Find all my search terms ☐ Full Text

☐ Also search within the full text of the articles ☐ Date Published: 2012 – 2018

☐ Apply equivalent subjects ☐ Language: English and Thai

☐ Location: All

1.3 ผลการค้นหา (Search results): Studies included from searching and screening

กรณีที่ 1

ตารางที่ ค-2: Innovative Competency Assessment search strategies

No	Search Items	Search Results
#1	“competency”[ih] or “skill-competency”[tiab] or “knowledge-competency” [tiab] or “personnel attribute-competency”[tiab]	23,618*
#2	“assessment”[ih] or “assessing”[tiab] or “measurement”[tiab] or “measuring”[tiab]	24,673*
#3	“engineering”[ih] or “engineering graduates[tiab] or “engineering higher education” [tiab] or “engineering student” [tiab]	4,891*
#4	#1 AND #2 AND English[la]	720*
#5	#1 AND #2 AND #3 AND English[la]	557*

Key: [ih] Innovation subject heading; [tiab] keyword in title or abstract; [la] language

Remark: *duplicated data

Other alternative terms: Factors [ih] and messure [ih]

Sefl-Efficacy [ih]

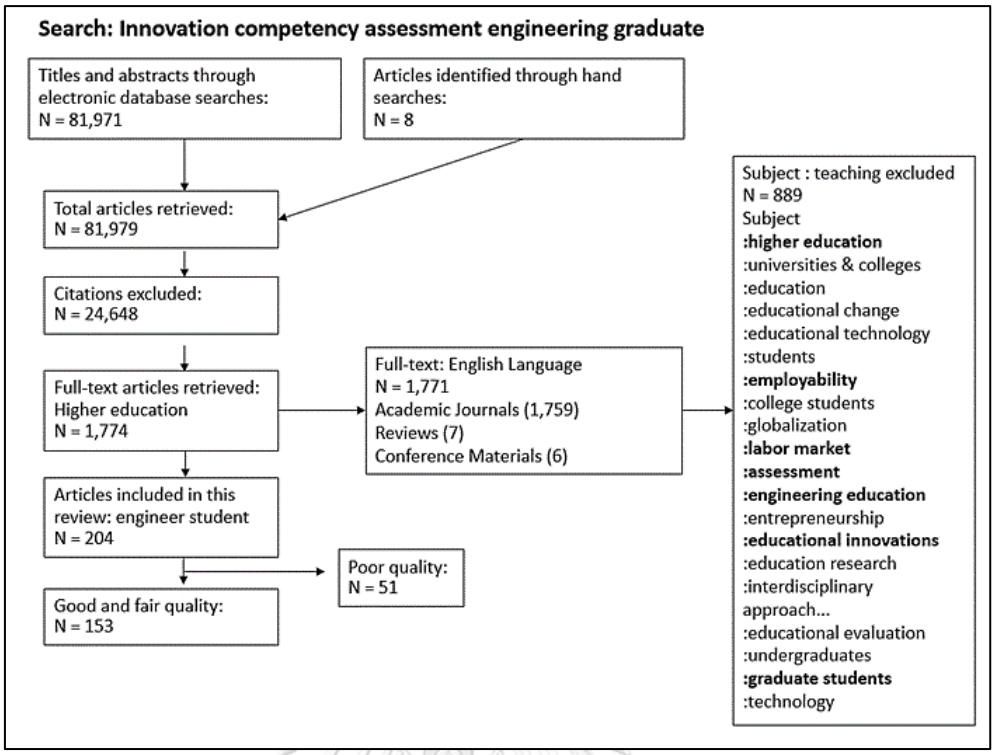
Behaviors [ih]

Capability [ih]

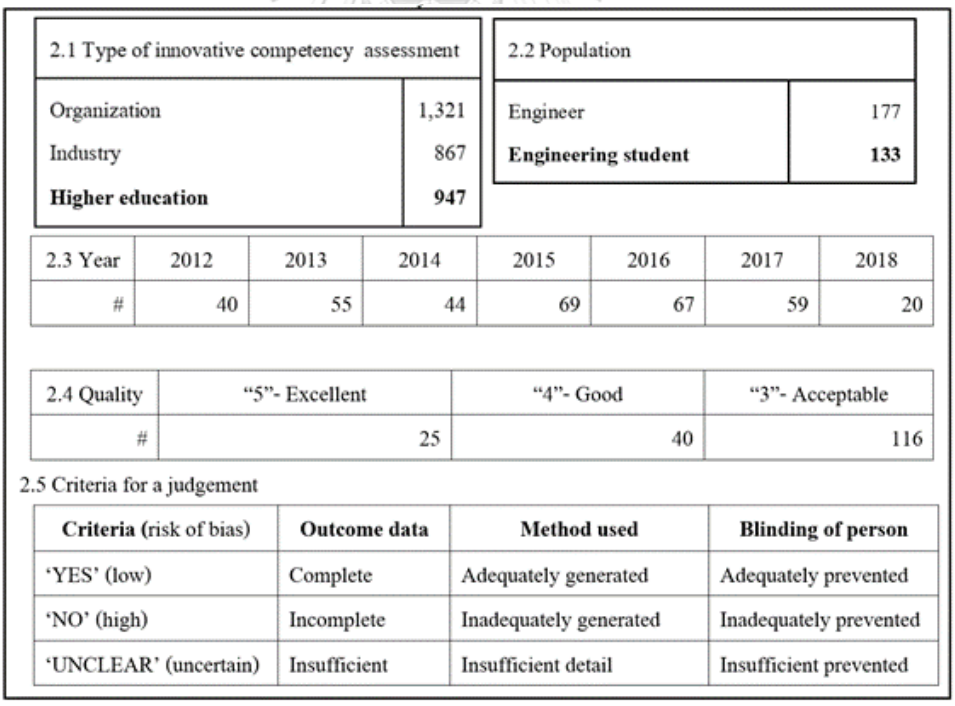
Person [ih] and Human [ih]

กรณีที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ ค-1 Flow diagram depicting review and disposition of articles



2.1 Type of innovative competency assessment	
Organization	1,321
Industry	867
Higher education	**947**

2.2 Population	
Engineer	177
Engineering student	**133**

2.3 Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
#	40	55	44	69	67	59	20

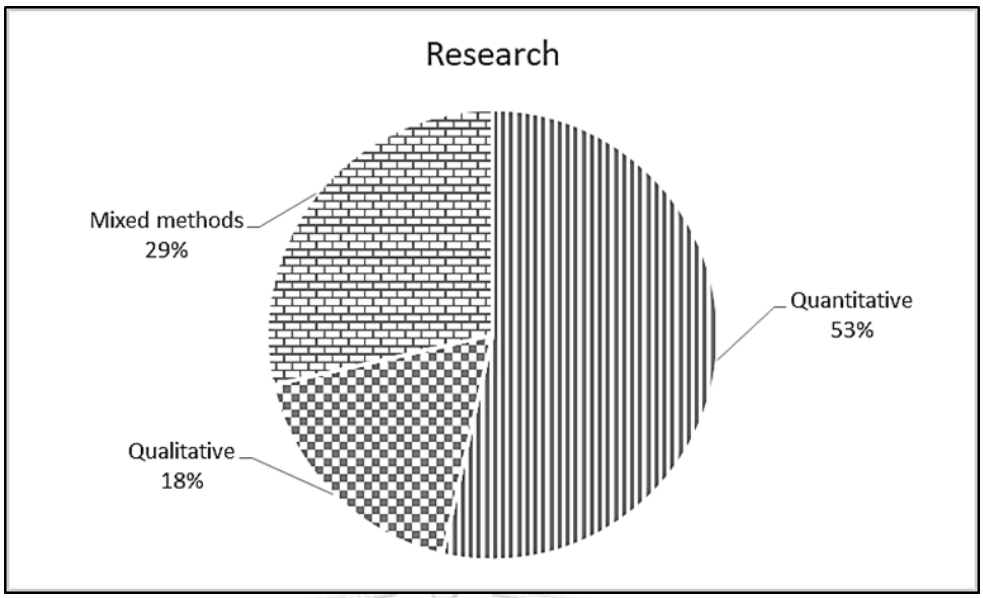
2.4 Quality	"5"- Excellent	"4"- Good	"3"- Acceptable
#	25	40	116

2.5 Criteria for a judgement

Criteria (risk of bias)	**Outcome data**	**Method used**	**Blinding of person**
'YES' (low)	Complete	Adequately generated	Adequately prevented
'NO' (high)	Incomplete	Inadequately generated	Inadequately prevented
'UNCLEAR' (uncertain)	Insufficient	Insufficient detail	Insufficient prevented

ภาพที่ ค-2 รายละเอียดของการศึกษา: Summary characteristics of included studies

3. Criteria: Engineering student, Excellent Quality และ "YES": วิธีการศึกษา (Study methodologies) * Methodology: Quantitative, Qualitative (Case studies/Grounded theory/Narrative study), Mixed methods



ภาพที่ ค-3 : ระเบียบวิธีวิจัยของบทความวิจัยการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค-3 : Criteria บทความวิจัยการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

Citation	Title	Theories/ Models	Methodology*	Sample size	Variables	Location	Output
Kadiyala, Gavini, Kumar, Kiranmayi, & Rao, 2017	Applying blooms taxonomy in framing MCQs: An innovative method for formative assessment in medical students	Applying blooms taxonomy in framing MCQs: An innovative method for formative assessment in medical students. Formative assessment (FA)	Quantitative: Multiple choice questions tests (MCQs) & Feedback questionnaire. Cognition:Pearson's correlation coefficient Mean scores: paired t-test.	1st Year of 150 MBBS students taking biochemistry classes	level 1 (recall of facts), level 2 (interpretation of facts),level 3 (problem solving abilities), level 4 (application), level 5 (application and synthesis).	Asia: India	Students' perception indicated a high level of acceptability & motivation toward MCQs as a tool for FA helps to reinforce learning. Using the BT model, tests knowledge of cognition in FA pattern.
Puente-Diaz, Maier, Brem, & Cavazos-Arroyo, 2016	Generalizability of the Four C Model of Creativity: A Cross-Cultural Examination of Creative Perception	The Complete 4 C Model: Kaufman & Beghetto; LISREL, root mean square error of approximation (RMSEA), comparative fit index (CFI), incremental fit index (IFI)	Quantitative: questionnaires in German large groups during regular class time. Spanish small groups of 2 or3	Study1: 516 college students of German public university, Study 2: 505 college students of 2 private universities in Mexico	Big-C, Pro-c,Little-c,Mini-c, not creative;IM = impression management; SDE = self-deceptive enhancement.	Europe: Germany	the 4 C model of creativity in different cultural contexts & different populations. Factorial structure of the model across 2 countries. Individuals from different countries correctly categorize & differentiate among products, processes, or people different levels of creativity.
Schar, Gilmartin, Harris, Rieken, & Sheppard, 2017	InnovationSelf-Efficacy: AVeryBriefMeasureforEngineering Students	The Innovator's DNA model & Standards for Educational; Psychological Testing (2014); Lent's SCCT model	ISE.5 Validity & reliability testing by Confirmatory Factor Analysis; Regression analysis; Descriptives & Correlation; Pearson r correlation	United States undergraduate engineering students(#1=334, #2= 110,#3 = 5,819 Junior, Senior & 5th)	Questioning, Observing, Experimenting, Networking Ideas and Associational Thinking	United States	#1 – Scale Construction: outlines process & measure of innovation selfefficacy ; #2 - ISE.5 Scale Test-Retest Reliability:confirms the temporal stability of this scale through a test-retest analysis ; #3 - ISE.5 Scale External Validity: Innovation Interests & Career Goals: Innovative Work
Rodrigues & Rebelo, 2013	Incremental validity of proactive personality over the Big Five for predicting job performance of software engineers in an innovative context	Big five personnelity trait	Quantitative: e-mail questionnaires; reliability, validity coefficients, multiple correlation, descriptive, hierarchical regression analysis.	243 Portuguese software engineers and supervisor ratings in a sub-sample of 95 of these engineers	proactive personal, Emotional Stability, Extraversion, Openness, Agreeableness, Conscientiousness, Proactive Personality, Tenure, Overall job performance	Europe: portugal	proactive personality represents a valid and important predictor of overall job performance in the context of an innovative job of software engineering,not show a relevant increment in the prediction of this criterion that is provided by the Big Five and organizational tenure

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Citation	Title	Theories/ Models	Methodology*	Sample size	Variables	Location	Output
Fillion, Koffi, & Ekionea, 2015	Peter Senge's Learning Organization: A Critical view and the addition of some new concepts to actualize theory and practice	The fifth Discipline; Learning Process into Learning Organization (adapted from Swieringa & Wierdsma, 1992;Maturity Levels of Organizations Using Knowledge Management (adapted from Venkatraman, 1994)	Narrative: Literature review; #1 present the learning organization rationale; #2 organizational learning; #3 a critical view of the learning organization; #4 two new concepts to the five fundamental disciplines.	None	Five fundamental disciplines: systems thinking, personal mastery, mental models, shared vision, and team learning	North America: Canada	Senge's five core disciplines in order to help actualize the learning organization theory & practice, & to perform a better management of the individual & organizational knowledge & the organizational behavior of people within the enterprises.
Marin-Garcia et al., 2016	Proposal of a Framework for Innovation Competencies Development and Assessment (FINCODA)	Innovative competency model	A literature review of innovation competence models; Qualitative: surveys3 teams of 3 researchers.; long & short questionnaires (consultants, university teachers, supervisors, management or HR personnel in companies).	European Union "FINCODA": university teachers, supervisors, management or Human Resources personnel in companies	FINCODA innovation competence model 3 dimensions: creativity, critical thinking & a cluster of capacities-intrapreneurship(initiative, teamwork & networking)	Europe	Search 1. Of these 71, 14 presented innovation models • Search 2. of 200 valid ones, 12 identify models. • Search 3. 754 references, filterin 18 artides identify models
Sallaya, 2014	Competency Model of Theravada Buddhist Monks in Thailand - A Methodological Fit	Innovative competency model	Mixed Method: Factor analysis; cluster analysis; frequency analysis; thematic analysis of Atlas.ti;Delphi technique; Descriptive statistics; create model	Survey 357 monks, 22 best practices (BPs), 28 subject matter experts (SMEs)	8 Generic (mastering knowledge,observing conduct, sustaining longevity, rightful execution, integration, mindful elevation, faith, relationship) 6Functional(Vinaya guarding, Pali,orchestrating, disseminating, appropriating artifacts,socially engaging)	Asia: Thailand	2 clusters:The model gives a broad and holistic view of the generic competencies fundamentally needed for the monks,the functional competencies in order to achieve performance in a specific deontological area
Chang & Huynh (2016	The future of jobs at risk of automation in ASEAN	International Labor Organization: Deploying the automation probabilities Frey & Osborne study applied to the labour force survey data of 5 Contries	Quantitative: regression analysis & a logistic regression model to quantify the relative probability ratios of being employed in an occupation at high risk of automation	5 countries: data of Cambodia, Indonesia, the Philippines, Thailand, Viet Nam: Primary graduate or less/Secondary graduate/Post-secondary or tertiary	National labour force survey data Cambodia (2012),Indonesia (August 2010),Philippines(October 2013), Thailand(Quarter 3, 2013) Viet Nam(2013). ASEAN labour market,ILO, Asian Development Bank	Asia: ASEAN	the econometric relationship between the risks of automation with two other factors: educational attainment and earnings; a standard logistic regression model quantifies the probability of being employed in a high-risk occupation for different socio-demographic indicators such as sex and age.
Frey & Osborne, 2017	The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?	International Skills labor: The task model prediction	Quantitative: the linear model corresponding; implementing a novel methodology to estimate the probability of computerisation to logistic regression	US labour market 702 occupations drawn from a database developed by the United States Department of Labor, the online service O*NET, and calculated the probability of computerization for each occupation	O*NET variables• Perception & manipulation tasks: (1) Finger dexterity; (2) Manual dexterity; (3) Cramped workspace, awkward positions • Creative intelligence tasks: (4) Originality (5) Fine arts • Social intelligence tasks: (6) Social perceptiveness; (7) Negotiation; (8) Persuasion;(9) Assisting & caring for others.	United States	around 47 per cent of total employment in the United States is at high risk of automation, with low-wage & low-skill occupations being particularly vulnerable but exclude Perception and manipulation/Perception and manipulation/Social intelligence. And technology races ahead, low-skill workers will reallocate to tasks that are non-susceptible to computerisation

Citation	Title	Theories/ Models	Methodology*	Sample size	Variables	Location	Output
Rukumnuaykit & Pholphirul, 2016	Human capital linkages to labour productivity: implications from Thai manufacturers	Thailand Skills labor	Quantitative: Empirical studies to investigate human capital and its linkages on the labour demand side; statistical t-test,coefficient,R-square	1043 Thai manufacturing sector: World Bank's Enterprise Survey in Thailand'Productivity and Investment Climate Survey (PICS 2007); 6 regions & 9 industries	Cognitive skills (English, Creative thinking , Problem solving,Information technolog, Expertise/professionalism)&Non-cognitive skills (Communication, Socialisation,Team work,Leadership, Time management, Adaptation)	Asia: Thailand	Hiring higher education impact increase labour productivity; higher education institutes & a decrease in the numbers of students in vocational education. skill in information technology is found to be the most important cognitive skill for increasing labour productivity . Non-cognitive skills such as leadership, time-management & communication are important & positive relationship to labour productivity
Ghulam & Jay, 2011	Knowledge creation and human capital for development: the role of graduate entrepreneurship	Entrepreneur model (Education Partnerships in Africa :EPA)	Quantiative: Illustrative case study of the project to develop the arguments,conceptual & exploratory approach.(workshops, seminars, interviews& group based activities)	2 universities in Nigeria: graduate entrepreneurship education (EPA,2010)	the institutional, cultural & economic dimensions of change & the specific role	Africa: Nigeria	Knowledge creation (KC) for entrepreneurship (E) is based on human capital (HC) development; relationship between KC, HC and E, graduate entrepreneurship's role within a holistic, institutional framework
Sohn Kim & Jeon, 2016	Re-evaluation of global innovation index based on a structural equation model	The Global Innovation Index	Quantitative: Empirical studies; a structural equation model (SEM) the hypothesised national innovation structure.CFA (relationship between the measurement variables and latent variables). Cronbach's alpha (reliability)	GII data from 2013	7 factors 5 inputs (institution, human capital & research, infrastructure, market sophistication,& business sophistication) & 2 outputs (knowledge & technology outputs, &creative outputs)	Global: Korean	business sophistication & infrastructure strongest direct & indirect effects on creative output, respectively. New ranking based on the fitted SEM. Improve innovation capabilities. For the Innovation Efficiency Index, the re-evaluated rankings of 74 countries increased, while 65 dropped
วรรณภา วิจิตรจรรยา, 2555	Human resource management evaluation system for organizational innovative capability indication	Recruitment & Selection (innovative firm factors) specific in organization theory	Mixed method: EFA & CFA	Questionaires 557 return 408 HR managers; Thailand company	company infrastructure, external confidence, clear objectives, team constitution, external influence, freedom, attitude toward risk, internal confidence, department growth & development, work period	Asia: Thailand	Firms should create an innovative culture, set innovative behaviors as the work standard,communicatio help employees create new ideas and implement ideas.Relationship between corporate management & HRM & the factors predict financial innovation perfomance were competency fit,empowerment, incentive system & career management. Final assessments 32 items
จิรประภา อัครบวร , 2557	การศึกษาเปรียบเทียบแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ในประเทศอาเซียน ปี พ.ศ. 2557 – 2558	Recruitment & Selection	Quantitative: Survey Research; Questionaires & interviews. Research in Organization: Foundations and Methods of Inquiry, Content Validity,Descriptive Statistics,Frequency, Percentage	9 countries in ASEAN (except Brunei Darussalam) 253 samples	9 of HR's role:Workforce Planning, Recruitment &Selection, Employee Relations, Compensation &Benefit, Training &Developmen, Performance Managemen, Organization Development, Career Development,CSR	Asia: ASEAN	Top three most decreasing trends were Recruitment and Selection (50.98%), Workforce Planning (65.55%) and Employee Relations (68.15%). Discussions and recommendations were provided at the end of the study from the author's perspectives
Tholen, 2017	Recruitment and Selection of Graduate Workers Graduate Work	Recruitment & Selection	Qualitative: Narrative Literature review, the experimental approach is whether real-life recruitment and selection	The workers in the four case studies ; 4 graduate occupations (scientists, software engineers, financial analysts, press officers)	Similarly sector, company size, and other employer characteristics shaped the recruitment and selection process;entry-level and more senior roles; Qulification, skills & knowledge	United States	Not essence a rational matching process between the needs of the organization & the skills and knowledge possessed by individual. Recruiting & selecting suitable candidates is contextualized, situational, & occupation-dependent process. The hard skills and knowledge skills often identified to distinguish graduates from non-graduates .Occupations, sectors, & positions is general principles process for graduate workers

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Criteria	Citation	Title	Theories/ Models	Methodology*	Sample size	Variables	Location	Output
4.INNOVATIVE HIGHER EDUCATION	Nordli, 2017	Measuring innovation in tourism with Community Innovation Survey: a first step towards a more valid innovation instruments	Oslo Manual: OECD, CIS	Qualitative interviews represent a type of exploratory approach, and provide access to the experiences and information of others	8 senior managers & department managers from tourism businesses, interview after completed CIS questionnaire (alpine centres in Norway)	Statistics Norway in the 2010 tourism survey; CIS quesionaries	Europe: Norway	some innovations intourism are not captured by CIS. CIS captures the tip of the innovation iceberg.Hidden innovation srange from all the small changes and improvements. the CIS can be improved in a more integrative direction, CIS should not be dismissed as an instrument for measuring innovation, but rather should be improved.
4.INNOVATIVE HIGHER EDUCATION	Watts, Aznar-Mas, Penttilä, Kairisto-Mertanen , Stange, & Helker, 2013	Innovation competency development and assessment in higher education	Oslo Manual: OECD, INCODE- Innovation Competencies Development,AHELO mesurement,R&D-i and active learning methods	Mixed methods: literature, in-depth interviews with HR manager, a focus group meeting of R&D managers, 2 raters each of video recording from the 4 partner (8 videos X 8 raters).Instrument Development and Construct Validation methodology informed by Onwuegbuzie et al. (10 Steps)	4 European partner universities: Turku University of Applied Sciences from Finland, Universitat Politècnica de València from Spain, University of Applied Sciences Hamburg from Germany and Karel de Grote-Hogeschool Antwerpen from Belgium	4 phases(planning, implementation, analyzing&reporting) ,3 components (competence, capacity, skill); 5 capacities(creativity, initiative, & leadership, forward thinking, communication, team work)3 dimensions set (individual, interpersonal, networking)	Europe: Finland, pain, Germany, Belgium	The cluster of capacities and skills contained in innovation competence are divided into an individual, an interpersonal and a networking dimension(different components together form a cluster competence called Innovation Competence (IC). After substantial revision, the instrument is now being field tested at the four partner universities.Quantitative and qualitative analysis will validate the instrument and shed light on the usefulness of the learning methodology
4.INNOVATIVE HIGHER EDUCATION	Rieckmann, 2012	Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?	Higher Education for Sustainable Development (HESD), future-oriented higher education	The empirical design: a Delphi study,Regression analysis of 112 dependent variables, Factor analysis;variance; reliability analysis: Cronbach's alpha	#1: 18 experts Europe (Germany,Great Britain) and Latin America (Chile, Ecuador, Mexico).#2: 70 Samples of the second Delphi round.	Factor 1 "Education: awareness creation & competence development" Factor 2 "Promoting sustainable development" Factor 3 "Empowerment"	Europe and Latin America	The 19 key competencies selected by the Delphi respondents can be subsumed in a set of twelve key competencies crucial for sustainable development can be identified; the most relevant ones are those for systemic thinking, anticipatory thinking and critical thinking.
4.INNOVATIVE HIGHER EDUCATION	สุชาดา บัวหมวิภาต , 2558	PISA in FOCUS: การจัดสรรทรัพยากรการเรียนอย่างเท่าเทียม สัมพันธ์กับผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร	PISA & OECD	Quantitative: Empirical studies	Thai schools: สพฐ.1 สพฐ.2 สช. กศท. สาธิต อศ.1 อศ.2	OECD (2014). PISA 2012 Results	Global: Thailand	School systems in countries with high PISA scores can equally allocate learning resources.High socioeconomic status or low,supporting schools with economic status &Low-income; not need to provide more learning resources but provide learning resources and High quality human resources
4.INNOVATIVE HIGHER EDUCATION	Sellar & Lingard, 2014	TheOECDand the expansion of PISA: new global modes of governance in education	PISA & OECD	Interview, analysis of relevant OECD documents	33 interviews with past and present personnel from (OECD,International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), English & Australian education systems)	Scope: measuring 'wider' conceptions of human capital,Scale: measuring human capital in more places and more often,	Global:participation of cities :Shanghai, Hong Kong; oversampling:UK, state systems: Australia & US	PISA, and the OECD's education work more broadly, has facilitated new epistemological and infrastructural modes of global governance for the OECD in education. Expanding the scope, scale & explanatory power of PISA create new modalities of governance for the OECD in education, globally and nationally, comparative data important.
5. INNOVATIVE COMPETENCY OF ENGINEERING GRADUATES	Kinde & Asfawossen, 2016	Improving students' self-efficacy and academic performance in Applied Mathematics through innovative classroom-based strategy at Jimma University, Ethiopia	Learning assessment:self-efficacy belief and academic achievements of students in applied mathematics II employing explanatory sequential mixed methods design	Explanatory sequential mixed methods design: Design of the intervention phase,Instruments,Procedures, Analysis: Quantitative Analysis(Mean and independent t test),Qualitative analysis(transcribing and coding key data elements), Ethical Considerations	Jimma University, Ethiopia; 60(48 males, 12 females) and 63(42 males, 21 females) students participated in the control and experimental group	an innovative classroom based strategy (• Mastery experience • Vicarious experience • Verbal persuasion • Physiological state),Academic achievements in math II,Self-efficacy belief in math II	Africa:Ethiopia	the experimental group scored higher than the control group. validated the self efficacy theory in Ethiopian context & provided insight how mathematics instructors could use the innovative classroom based strategy. Further study on the applicability and generalization of the intervention package in other contexts is warranted.

Citation	Title	Theories/ Models	Methodology*	Sample size	Variables	Location	Output
Ozaltin, Besterfield-Sacre, & Clark, 2015	An Engineering Educator's Decision Support Tool for Improving Innovation in Student Design Projects	Learning assessment: Bayesian network model is based on Dym's design process framework and actual design process	Qualitative & survey twice per week through a secure online system to collect quantifiable data about design activities. Cross validation using all available outcomes data & sensitivity analysis, clustering (the silhouette coefficient).	26 undergraduate engineering capstone teams over multiple terms-18 teams the Mid-Atlantic region & 8 teams Midwest (bioengineering senior 2007-08 & 2008-09)	Problem Definition ,Conceptual design ,Preliminary Design ,Detailed Design, Design Communication, Review, Management, Marketing (8 Bayesian Network variables)	United States	Bayesian network modelmas a decision support tool for teaching engineering design. 3 separate dynamic models of the team's activities were built and validated for each time phase of a multi-term capstone design project. innovative and non-innovative product assess the process used by a design team and the level of innovativeness, innovative final design outcomes.
Gerber, Olson, and Komarek, 2012	Extracurricular Design-Based Learning: Preparing students for careers in innovation	Learning assessment: Extracurricular Design-Based Learning	a non-experimental, single group research design,questionnaires and observations:Semi-structured interviews,Daily questionnaires (Electronic Event Sampling Methodology),Pre and post surveys	America at Northwestern University:13 participants (five women) in the DFA Summer Studio 2010	Sources of Self-efficacy (Vicarious learning, Social persuasion), ABET (Solving engineering problems, Multidisciplinary team,Communicate effectively, Knowledge of contemporary issues)	United States	achievement in learning outcomes outlined Board for Engineering & Technology,EDBL's COP that students' beliefs in their ability to complete innovation related tasks (innovation self-efficacy,successful task completion, social persuasion, & vicarious learning in COP with clients, peers,industry professionals, faculty)
E.Gerber, Martin, Kramer, Braunstein & Carberry, 2012	Developing an Innovation Self-Efficacy Survey	Learning assessment: Innovation Self-efficacy (ISE)	Mixed: LR interview & Factor analysis run on statements within each cluster.Reliability analysis	academics and practitioners (N=22), pilot survey engineering students at a large state university (N=62)	Exploration, Synthesis, Creativity, Iteration, Resourcefulness, Implementation, Communication	United States	LR & interview data 38 indicators grouped into nine clusters then pilot survey 25 indicators, Finally, cluster &13indicators. Next, iteration, studying innovation self-efficacy more diverse sample sizes to obtain more robust validity determinations
Schar, Gilmartin, Harris, et al., 2017	Innovation self-efficacy: A very brief measure for engineering students	5-item innovation self-efficacy (ISE.5),19-item Dyer et al. Innovative Behavior Scale (IBS),Standards for Educational and Psychological Testing (2014)	Mixed: Qalitative & Quantitative: confirmatory factor analysis, test-retest analysis, Descriptives and Correlations	5,819 respondents: undergraduate engineering students and engineers in the workplace	Questioning, Observing, Experimenting, Networking Ideas, Associational Thinking	United States	mediator between innovation interests & desire innovative work as a career postgraduation; relationship among sub-populations of engineering students, not a substitute for a full multi-factor innovation assessment tool. ISE.5 indicator of innovation self-efficacy among an undergraduate engineering student population.(3 components, 12-items)
Kazeem & Asimiran, 2016	Factors Affecting Entrepreneurial Self-efficacy of Engineering Students	model of self-efficacy Adapted from Social Cognitive Career Theory (Lent et al., 1994, Bandura's (1986) model of self-efficacy	Quantitative: Pearson correlation & a multiple regression analysis	204 public engineering students	Personality traits, family factors, entrepreneurial education, entrepreneurial self-efficacy.	Asia: Malaysia	Personality traits, family factors are affecting entrepreneurial self-efficay (ESE) but family is positive relationship.
Berglund, 2012	Do we facilitate an innovative learning environment? Student efficacy in two engineering design projects	model of self-efficacy: a student-centric point of view, intrinsic motivation for work "The learning environment's supporting elements"	Qualitative, structured questionnaires	2 groups of 15, 16 engineering design project course (Master level course of Integrated Product Development 24 credits (ECTS)3 quarters of a year)	Context, Content, Facilitation,Assessment	Europe: Sweden	Internal proximity and joint motivation to work have positive influence together with lecturer/coach presence, informative clarity & valuable input.Difference clearly separated the teams with several useful features of course analysis to consider for future work
Williamson et al., 2013	Key personality traits of engineers for innovation and technology development	Personnel Trait Assessment and O*NET (2012): 14 different occupational groups, the Personal Style Inventory (PSI),	Quantitative: t tests comparing the mean scores of non-engineers and engineers	4876 engineers versus 75,892 non-engineers (March 2004 and June 2010).	13 traits: Assertiveness, Conscientiousness, Customer Service Orientation, Emotional Stability, Extraversion, Image Management, Optimism, Visionary Style, Work Drive, Intrinsic Motivation, Tough-Mindedness, Openness, Teamwork.	United States	Not encouraging for the new roles of engineers such as intrapreneurship. occupational profiling of engineers as well as career planning, selection, training, and professional development of engineers. 9 traits were significantly positively correlated with career satisfaction: Assertiveness, Customer Service Orientation, Emotional Stability, Extraversion, Openness, Optimism, Teamwork, Tough-Mindedness, and Work Drive

ภาคผนวก ง ค่าดัชนีความสอดคล้อง และค่าอำนาจจำแนกรายข้อแบบสอบถาม

ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเชิงคุณภาพ

ผลประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อข้อคำถาม สรุปคะแนนรวมมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยคุณภาพ ซึ่งทำการประเมินความเที่ยงตรงในทุกข้อของแบบสอบถาม โดยผ่านเกณฑ์ในการพิจารณาความเที่ยงตรง จากทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ดร. พยัต วุฒิรงค์ ดร. พิมพิมน คงพิชญานนท์ ดร. นพรัตน์ ศรีเจริญ ผศ.ดร. ดาวิษา ศรีธัญรัตน์ และ ผศ.ดร.กฤษฎา พนมเชิง

ตารางที่ ง-1 : ผลประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถามเชิงคุณภาพ

IOC	ผู้ทรงคนที่ 1	ผู้ทรงคนที่ 2	ผู้ทรงคนที่ 3	ผู้ทรงคนที่ 4	ผู้ทรงคนที่ 5	IOC	แนวทาง
Q1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q4	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
Q5	0	1	1	1	0	0.60	ใช้ได้
Q6	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q7	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q8	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q9	0	0	1	1	1	0.60	ใช้ได้
Q10	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q11	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.4	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
Q11.5	1	1	1	0	0	0.60	ใช้ได้
Q11.6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.7	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.8	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.9	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.10	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
Q11.11	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
Q12	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.5	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.6	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
Q13	0	0	1	1	1	0.60	ใช้ได้
Q14	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q14.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q14.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q14.3	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
Q14.4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q14.5	1	1	1	1	0	0.80	ใช้ได้
Q14.6	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q15	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q15.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q15.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q15.3	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q15.4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q16	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถามเชิงคุณภาพ

แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเชิงคุณภาพ

หัวข้อวิจัยเรื่อง

“นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม”

คำชี้แจง : แบบประเมินความเที่ยงตรง (IOC) ของเครื่องมือการวิจัยเรื่องนวัตกรรมการวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรรมบัณฑิต

เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถาม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งจะทำการประเมินความเที่ยงตรงในทุกตอนของแบบสอบถาม โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความเที่ยงตรง

ตารางที่ ง-2: เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน (IOC) แบบสอบถามเชิงคุณภาพ

ผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนน	เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน
+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์
-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์

โปรดเขียนเครื่องหมาย√ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านว่าข้อความมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์เพียงใด (ผลการประเมิน)

วัตถุประสงค์/ตอนที่	ข้อคำถาม	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
ตอนที่ 1ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์	1.ชื่อ..... นามสกุล.....				
	2. เพศ.....				
	3. อายุ..... ปี				
	4. สำเร็จการศึกษาได้รับปริญญา				
	5. เคยรับทุนการศึกษา				
	6. สถานภาพการทำงานปัจจุบัน				
	7. ลักษณะงาน				
	8. อายุการทำงาน				
ส่วนที่ 2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกร	9. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการจัดกลุ่มตำแหน่งงานทางวิศวกรรมของ O*NET ได้แก่ ผู้จัดการ/ฝ่ายบริหาร เทคนิคเทคโนโลยี และ วิศวกร				
	10. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการที่บัณฑิตวิศวกรรม มีความสามารถทำงานได้หลากหลายตำแหน่งงาน				
	11. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อคุณลักษณะพื้นฐานความรู้ความสามารถที่เพียงพอต่อการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมดังต่อไปนี้				
	11.1 ความรู้วิศวกรรมพื้นฐานวิทยาศาสตร์				
	11.2 การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม				
	11.3 การออกแบบพัฒนาเพื่อหาคำตอบและปัญหา				
	11.4 การพิจารณาตรวจสอบ				
	11.5 การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย				
	11.6 การทำงานร่วมกันเป็นทีม				
	11.7 การติดต่อสื่อสาร				
	11.8 กิจกรรมสังคมสิ่งแวดล้อมการพัฒนาที่ยั่งยืนวิชาชีพวิศวกรรม				
	11.9 จรรยาบรรณวิชาชีพ				
	11.10 การบริหารงานวิศวกรรมการลงทุน				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	11.11 การเรียนรู้ตลอดชีพ				
วัตถุประสงค์/ตอนที่	ข้อคำถาม	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
ส่วนที่ 3 สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์	12. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ A-to-F โมเดล เกี่ยวกับบทบาทของบุคคลในกระบวนการนวัตกรรมในองค์กรได้แก่				
	12.1 ผู้ริเริ่มโครงการ				
	12.2 ผู้ค้นหาข้อมูล				
	12.3 ผู้สร้างสรรค์				
	12.4 ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์				
	12.5 ผู้ประยุกต์ใช้นำไปสู่การปฏิบัติ				
	13. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อวิธีการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมอาจทำให้เกิดกระบวนการนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์				
	14. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสมรรถนะเฉพาะตามบทบาทของวิศวกรในทีมโครงการนวัตกรรม				
	14.1 ริเริ่มสิ่งใหม่				
	14.2 แสวงหาข้อมูลความรู้เพื่อนำมาวิเคราะห์				
	14.3 คิดสร้างสรรค์ให้เกิดความคิดวิธีการและแนวทาง				
	14.4 พัฒนาความคิดให้เกิดเป็นใหม่ได้จริง				
	14.5 ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ในองค์กรและตลาด				
	14.6 อำนวยการสนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงาน				

วัตถุประสงค์/ตอนที่	ข้อคำถาม	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
ส่วนที่ 4 อุปสรรคและข้อเสนอแนะอื่นๆต่อการคัดเลือกบทบาทที่ตรงกับสมรรถนะของวิศวกร	15. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่ออุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ได้แก่				
	15.1 ความรู้ของบุคคลด้านนวัตกรรม				
	15.2 ทักษะของบุคคลด้านนวัตกรรม				
	15.3 คุณลักษณะของบุคคลด้านนวัตกรรม				
	15.4 บทบาทของบุคคลในกระบวนการนวัตกรรม				
	16. ข้อเสนอแนะอื่นๆ				

.....

(ชื่อ..... นามสกุล.....)

ลงวันที่...../...../.....

ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเชิงปริมาณ

ผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเชิงปริมาณ

ผลประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อข้อคำถาม สรุปคะแนนรวมมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยคุณภาพ ซึ่งทำการประเมินความเที่ยงตรงในทุกข้อของแบบสอบถาม โดยผ่านเกณฑ์ในการพิจารณาความเที่ยงตรง จากทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ดร. พยัต วุฒิรงค์ ดร. พิมพิมน คงพิชญานนท์ ดร. นพรัตน์ ศรีเจริญ ผศ.ดร. ดาวิษา ศรีธัญรัตน์ และ ผศ.ดร.กฤษฎา พนมเชิง

ตารางที่ ง-3 : ผลประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถามเชิงปริมาณ

IOC	ผู้ทรงคนที่ 1	ผู้ทรงคนที่ 2	ผู้ทรงคนที่ 3	ผู้ทรงคนที่ 4	ผู้ทรงคนที่ 5	IOC	แนวทาง
Q1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q3	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q4	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q5	1	0	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q6	0	1	1	1	1	0.80	ใช้ได้
Q7	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q8.1	1	1	0	0	1	0.60	ใช้ได้
Q8.2	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
Q9.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q9.2	1	1	1	0	1	0.80	ใช้ได้
Q10.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q10.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q11.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q12.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q13.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q13.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q14.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q14.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q15.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q15.2	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
Q16.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q16.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q17.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q17.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q18.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q18.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q19.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q19.2	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
Q20.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q20.2	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
Q21.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q21.2	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
Q22.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q22.2	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q23.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q23.2	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้
Q24.1	1	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Q24.2	1	1	0	1	1	0.80	ใช้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถามเชิงปริมาณ

คำชี้แจง : แบบประเมินความเที่ยงตรง (IOC) ของเครื่องมือการวิจัยเรื่องนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรรมบัณฑิต เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถาม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งจะทำการประเมินความเที่ยงตรงในทุกตอนของแบบสอบถาม โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความเที่ยงตรง

ตารางที่ ง-2: เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน (IOC) แบบสอบถามเชิงปริมาณ

ผู้ทรงคุณวุฒิให้คะแนน	เกณฑ์พิจารณาการให้คะแนน
+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์
-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์

โปรดเขียนเครื่องหมาย√ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่านว่าข้อความมีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์เพียงใด (ผลการประเมิน)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ (ตอบเพียงคำตอบเดียว)

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
1. เพศ	☐ ชาย ☐ หญิง				
2. อายุ	☐ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 20 ถึง 29 ปี ☐ 30 ถึง 39 ปี ☐ 40 ถึง 49 ปี ☐ 50 ถึง 59 ปี ☐ มากกว่า 60 ปีขึ้นไป				
3. ท่านจบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมบัณฑิต (วศ.บ.)	☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่				
4. ประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา	☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 ถึง 5 ปี ☐ 6 ถึง 10 ปี ☐ 11 ถึง 15 ปี ☐ 16 ถึง 20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปีขึ้นไป				
5. ตำแหน่งงานปัจจุบันของท่านอยู่ในกลุ่มงานทางวิศวกรรม	☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่				
6. ปัจจุบันการทำงานของท่านมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม	☐ ไม่เกี่ยวข้อง ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ มากที่สุด				
7. ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบัน	☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 ถึง 5 ปี ☐ 6 ถึง 10 ปี ☐ 11 ถึง 15 ปี ☐ 16 ถึง 20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปีขึ้นไป				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 2 สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (ตอบเพียงคำตอบเดียว)

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
8.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่มต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
8.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่มต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน **B.2** ท่านสามารถคิดวิธีการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้แตกต่างอย่างชาญฉลาดสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด **B.3** ท่านสามารถพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการแก้ไขปัญหา	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
9.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการเข้าใจความรับผิดชอบต่อ กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรมต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
9.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถเข้าใจการรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม **B.2** ท่านสามารถเลือก หรือตอบสนองได้อย่างรวดเร็วระหว่างสองอย่างหรือมากกว่า (วิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม) อย่างถูกต้อง **B.3** ท่านสามารถประเมินผลกระทบการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมต่อสังคมสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
10.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
10.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กร **B.2** ท่านสามารถเป็นตัวแทนองค์กร ในการติดต่อกับลูกค้า รัฐบาล ภาครัฐ **B.3** ท่านสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยวิธีการเขียนจดหมาย หรือทางโทรศัพท์ หรืออีเมล์	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
11.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการพัฒนาสร้างทีมงานต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
11.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถพัฒนาทีมพร้อมกับการสนับสนุนทีมงาน **B.2** ท่านสามารถสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกัน หรือความเคารพ **B.3** ท่านสามารถสร้างความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
12.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของ การคิดเชิงวิพากษ์ต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
12.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ไขปัญหา **B.2** ท่านสามารถใช้ตรรกะในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการแก้ไข ทางเลือกข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหา **B.3** ท่านสามารถใช้เหตุผลในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการแก้ไข ทางเลือกข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหา	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
13.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการออกแบบเทคโนโลยีต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
13.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถออกแบบเทคโนโลยีต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน **B.2** ท่านมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการผลิตของแผนงานทางเทคนิคที่มีความแม่นยำ พิมพ์เขียว ภาพร่าง และแบบจำลองต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน **B.3** ท่านมีหลักการที่เกี่ยวข้องในการผลิตของแผนงานทางเทคนิคที่มีความแม่นยำ พิมพ์เขียว ภาพร่าง และแบบจำลองต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชา 7. สูงสุด				
14.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
14.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อน **B.2** ท่านสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ **B.3** ท่านสามารถประเมินปัญหาอย่างเป็นระบบ	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
15.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการบริหารงานและการลงทุนต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
15.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถจัดการทรัพยากรทางการเงิน โดยกำหนดวิธีการที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานเสร็จ **B.2** ท่านสามารถตรวจสอบและควบคุมทรัพยากรโดยการทำบัญชีสำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น **B.3** ท่านมีความรู้เกี่ยวกับหลักการธุรกิจและการจัดการ ด้านการจัดสรรทรัพยากร ทรัพยากรมนุษย์ การผลิต การวางแผน และการประสานงาน	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
16.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีพต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
16.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นเพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิต **B.2** ท่านสามารถเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของข้อมูลใหม่ ๆ สำหรับการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจทั้งปัจจุบันและอนาคต **B.3** ท่านตระหนักถึงความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิต	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
17.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
17.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์เพื่อการทำงาน **B.2** ท่านสามารถประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการทำงาน **B.3** ท่านสามารถประยุกต์ความรู้วิศวกรรมศาสตร์การทำงาน	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
18.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของปรัชญาและจริยธรรมต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
18.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ ซึ่งรวมถึงหลักการพื้นฐานท่านค่าจริยธรรมวิถีการคิดการปฏิบัติและผลกระทบต่อมนุษย์ **B.2** ท่านมีความรู้เกี่ยวกับปรัชญา จริยธรรมต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน **B.3** ท่านมีความรู้เกี่ยวกับระบบปรัชญา ศาสนา ซึ่งรวมถึงหลักการพื้นฐานทางจริยธรรม วิถีการคิด ประเพณีการปฏิบัติ และวัฒนธรรม	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				

ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม (ตอบเพียงคำตอบเดียว)

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
19.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการคิดริเริ่มต่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
19.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถเริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ **B.2** ท่านมีภารกิจเริ่มต้นกระบวนการทำงาน **B.3** ท่านเต็มใจรับหน้าที่งานที่ท้าทาย	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
20.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ต่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
20.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถคิดวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตรรกะเพื่อแก้ปัญหาและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน **B.2** ท่านสามารถค้นหาข้อมูล จัดหาข้อมูลให้กับเพื่อนร่วมงาน **B.3** ท่านมีภารกิจตรวจสอบตลอดทั้งกระบวนการเพื่อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเริ่มต้นกระบวนการและการประยุกต์ใช้แนวคิดใหม่	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
21.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ ต่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
21.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถสร้างหรือให้แนวคิดกับทีมงานโดยค้นหาแนวทางในทุกขั้นตอนของความเป็นไปได้ของสิ่งใหม่ **B.2** ท่านสามารถคิดทางเลือกสำหรับการพัฒนาแนวคิดใหม่เพื่อตอบปัญหาที่เกี่ยวกับงาน **B.3** ท่านสามารถพัฒนาออกแบบ หรือประยุกต์สร้างสิ่งใหม่จากความคิด ความสัมพันธ์ จนเป็นระบบหรือผลิตภัณฑ์	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
22.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ ต่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
22.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถพัฒนาความคิด ให้เกิดการพัฒนาคิดค้น ไปสู่การประดิษฐ์สิ่งต่างๆ **B.2** ท่านมีอิสระในการทำแนวคิดให้มีรูปแบบหรือ พัฒนาแผนการตลาด **B.3** ท่านสามารถเปลี่ยนความคิดเป็นวิธีการให้กลายเป็นสิ่งที่ "จับต้อง" (ผลิตภัณฑ์และบริการ) ในระยะเวลาอันสั้น	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	คำตอบ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	1	
23.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริงให้สำเร็จต่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
23.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านพยายามทำสิ่งประดิษฐ์สามารถใช้ได้จริง โดยนำนวัตกรรมที่อยู่ระหว่างการพัฒนาไปสู่องค์กร และตลาดขายและทำตลาดได้จริง **B.2** ท่านมีความรู้เกี่ยวกับหลักการ วิธีการ กลยุทธ์ทางการขายและการตลาด **B.3** ท่านสามารถทำตามเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของตัวเองอย่างทุ่มเทความพยายามทำให้สำเร็จ	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				
24.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ ความสำคัญ ในเรื่องดังต่อไปนี้ **A.** ความสำคัญของการสนับสนุนอำนวยการต่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1. ไม่สำคัญ* 2. ค่อนข้าง 3. สำคัญ 4. สำคัญสำคัญมาก 5.สำคัญอย่างยิ่ง				
24.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อระดับ ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้ **B.1** ท่านสามารถอนุมัติรายการค่าใช้จ่าย การลงทุนที่จำเป็นในเรื่องใหม่ สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เพื่อสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม **B.2** ท่านเชื่อถือได้หรือรับผิดชอบการปฏิบัติตามเงื่อนไขโดยไม่มีการติดขัดในขั้นตอนต่าง ๆ **B.3** ท่านเต็มใจที่จะเป็นผู้นำด้านความรับผิดชอบ ให้ความคิดเห็นและชี้แนวทาง	1. ต่ำสุด 2. เรียนรู้ 3. เริ่มต้น 4. ใช้งาน 5. สอนงาน 6. เชี่ยวชาญ 7. สูงสุด				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

(ชื่อ..... นามสกุล.....)

ลงวันที่...../...../.....

ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก จ แบบสอบถาม

แบบสอบถามเชิงคุณภาพ

แบบสอบถามเชิงคุณภาพที่ได้รับการปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน

แบบสอบถามเชิงคุณภาพประกอบการสัมภาษณ์

(Semi-Structured Interviewed Questionnaire)

หัวข้อวิจัยเรื่อง

“นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม”

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม และเพื่อพัฒนาแบบทดสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านตอบแบบสอบถามฉบับนี้โดยแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระในฐานะเป็นผู้เชี่ยวชาญ คำตอบของท่านมีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย โดยจะใช้ข้อมูลเพื่อนำไปสรุปเป็นภาพรวม คำตอบของท่านถือเป็นความลับ ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงและสมบูรณ์จะช่วยให้ผลการวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้องและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม

แนวข้อคำถามเพื่อการสัมภาษณ์เชิงลึก

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

1. ชื่อ..... นามสกุล.....

2. เพศ ..... 3. อายุ..... ปี

4. วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี/โท/เอก.....

5. เคยได้รับทุนการศึกษา (เคย/ไม่เคย) 6. ตำแหน่งงานปัจจุบัน.....

7. ลักษณะงานที่ทำ.....8. อายุงานในองค์กรปัจจุบัน.....

ส่วนที่ 2 สมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม

9. ท่านคิดว่าบัณฑิตวิศวกรรม ควรมีความสามารถทำงานได้หลากหลายตำแหน่งงาน

.....

10. ท่านคิดว่าบัณฑิตวิศวกรรมควรมีสมรรถนะต่อการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ตามมาตรฐานของคณะอนุกรรมการรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ (TABEE) .....

10.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ .....

10.2 การวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม .....

10.3 การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบ .....

10.4 การพิจารณาตรวจสอบ .....

10.5 การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทันสมัย .....

10.6 การทำงานร่วมกันเป็นทีม .....

10.7 การติดต่อสื่อสาร .....

10.8 กิจกรรมสังคมสิ่งแวดล้อมการพัฒนาที่ยั่งยืนและวิชาชีพวิศวกรรม .....

10.9 จรรยาบรรณวิชาชีพ .....

10.10 การบริหารงานวิศวกรรมและการลงทุน .....

10.11 การเรียนรู้ตลอดชีพ .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10.12 อื่น ๆ โปรดระบุ.....

11. ท่านคิดว่าควรมีการจัดกลุ่มงานทางวิศวกรรม ได้แก่ ผู้จัดการ เทคนิค เทคโนโลยี และวิศวกร

.....

12. ท่านคิดว่าสมาชิกในทีมงานนวัตกรรมควรประกอบด้วยบัณฑิตวิศวกรรมที่มีลักษณะ 6 ประเภทตามการอ้างอิง A-to-F โมเดล ของ Trias de Bes & Kotler, 2011) .....

12.1 ผู้ริเริ่มโครงการ .....

12.2 ผู้ค้นหาข้อมูล.....

12.3 ผู้สร้างสรรค์ .....

12.4 ผู้พัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์ .....

12.5 ผู้ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่นำไปสู่การปฏิบัติ .....

12.6 ผู้อำนวยการสนับสนุน.....

13. ท่านว่าควรมีวิธีแบบใหม่ในการคัดเลือกสมรรถนะของบัณฑิตวิศวกรรมในงานด้านนวัตกรรม โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับวิธีการปัจจุบัน .....

14. ท่านคิดว่าบัณฑิตวิศวกรรมควรมีสมรรถนะเฉพาะในการทำงานด้านนวัตกรรม

.....

14.1 ริเริ่มสิ่งใหม่.....

14.2 แสวงหาข้อมูลความรู้เพื่อนำมาวิเคราะห์.....

14.3 คิดสร้างสรรค์ให้เกิดความคิดวิธีการและแนวทาง .....

14.4 พัฒนาความคิดให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ได้จริง.....

14.5 ประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ในองค์กรและตลาด .....

14.6 อำนวยการสนับสนุนให้เกิดกระบวนการทำงาน.....

ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

15. ท่านคิดว่าอุปสรรคที่มีต่อการคัดเลือกบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อทำงานด้านนวัตกรรมโดยพิจารณาจากความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะบุคคล .....

16. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

นางสาว เมธินี เทียบรัตน์

แบบสอบถามเชิงปริมาณ

แบบสอบถามเชิงปริมาณที่ได้รับการปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน

หัวข้อวิจัยเรื่อง

การวิจัย “นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม”

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของสมรรถนะทางนวัตกรรมของวิศวกรในบริบทธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยที่มีการดำเนินงานด้านนวัตกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรม และเพื่อพัฒนาแบบทดสอบสถานภาพของเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรมเพื่อใช้ในการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านตอบแบบสอบถามฉบับนี้โดยแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ คำตอบของท่านมีค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย โดยจะใช้ข้อมูลเพื่อนำไปสรุปเป็นภาพรวม คำตอบของท่านถือเป็นความลับ ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงและสมบูรณ์จะช่วยให้ผลการวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้องและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม

เอกสารยินยอมการเข้าร่วมวิจัย

ข้าพเจ้าตกลงเข้าร่วมโครงการวิจัยของนางสาวเมธินี เทียบรัตน์ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เป็นลายลักษณ์อักษร ข้าพเจ้ายืนยันว่ามีอายุเกิน 18 ปี สัญชาติไทย ข้าพเจ้าเข้าร่วมโดยสมัครใจ ข้าพเจ้าทราบว่าสามารถถอนตัวจากการศึกษานี้ได้โดยไม่มีผลกระทบใดๆไม่ว่าจะก่อนหรือระหว่างที่กำลังร่วมการวิจัยก็ตาม และสามารถยกเลิกการให้ความยินยอมใช้ข้อมูลได้ ภายในหนึ่งเดือนหลังจากเข้าร่วมการวิจัย หากประสงค์เช่นนั้น ข้อมูลของข้าพเจ้าจะถูกลบออก และข้าพเจ้าเข้าใจว่าข้อมูลที่ใช้เขียนวิทยานิพนธ์หรือผลงานตีพิมพ์จะไม่มีการระบุตัวตน แหล่งที่มาของข้อมูล จะแสดงที่เป็นบทสรุปโดยภาพรวมเท่านั้น

☐ ท่านให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

☐ ท่านไม่ประสงค์จะเข้าร่วมการวิจัย

.....

ส่วนที่ 1ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (โปรดเลือกคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว)

1. ท่านจบการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)

☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่

2. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

4. อายุ

☐ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 20 ถึง 29 ปี ☐ 30 ถึง 39 ปี ☐ 40 ถึง 49 ปี ☐ 50 ถึง 59 ปี ☐ มากกว่า 60 ปีขึ้นไป

4. โปรดระบุสาขาของวุฒิการศึกษาสูงสุด .....

(ตัวอย่าง ปริญญา ตรีวิศวกรรมศาสตรสาขาไฟฟ้า /โท วิศวกรรมศาสตร์สาขาไฟฟ้า /เอก วิศวกรรมศาสตร์ สาขาไฟฟ้า)

5. ประสบการณ์ทำงานหลังจบการศึกษา

☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 ถึง 5 ปี ☐ 6 ถึง 10 ปี ☐ 11 ถึง 15 ปี ☐ 16 ถึง 20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปีขึ้นไป

6. ตำแหน่งงานปัจจุบันของท่านมีความเกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรม

(หมายถึง งานที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของการวางแผนการออกแบบ การสร้าง และการใช้งานอย่างถูกหลักการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ โดยประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และปลอดภัยต่อชีวิต ร่างกาย และทรัพย์สิน)

☐ ไม่เกี่ยวข้อง ☐ เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ประสบการณ์ทำงานในองค์กรปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องด้านนวัตกรรม
(หมายถึง ผู้เริ่มคิด สร้างสรรค์ และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิค วิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรืองานที่เป็นสิ่งใหม่ มีคุณค่า มีประโยชน์)

☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 ถึง 5 ปี ☐ 6 ถึง 10 ปี
☐ 11 ถึง 15 ปี ☐ 16 ถึง 20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปีขึ้นไป

คำแนะนำสำหรับการให้คะแนน: คำถามเหล่านี้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงาน ความสามารถที่ท่านทำงานได้ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งคำถามเกี่ยวข้องกับสมรรถนะและงานในปัจจุบันของท่าน การตอบแบบสอบถามนี้ผู้วิจัยมีการระบุและกำหนดนิยามของตัวแปร เช่น

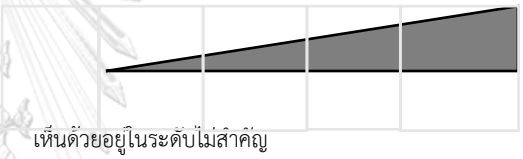
ความสามารถในการทำงาน	ลักษณะที่ยั่งยืนของความสามารถที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพ

โดยใส่เครื่องหมาย X ในช่องตัวเลขที่ตรงกับคำตอบของท่าน (อย่าทำเครื่องหมายที่ระหว่างตัวเลข)

	ความสำคัญ ตัวอย่างเช่น	ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
A.	*ความสำคัญของความสามารถต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบันอย่างไร?*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*

** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย X ที่เลข 1 ให้ข้ามคำถาม B และดำเนินการต่อในข้อถัดไป*

A. เกณฑ์การกำหนดค่าระดับ**ความสำคัญ**แต่ละช่วงคะแนนดังนี้



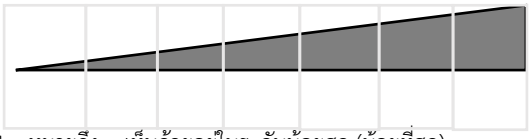
ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 ระดับ 5

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับไม่สำคัญ
ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับค่อนข้างสำคัญ
ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับสำคัญ
ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับสำคัญมาก
ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับสำคัญมากที่สุด

	ระดับ ตัวอย่างเช่น	น้อย สุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.	*ระดับความสามารถของท่านต่อการทำงานในปัจจุบันอย่างไร?*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

B. เกณฑ์การกำหนดค่าระดับ**ความสามารถ**แต่ละช่วงคะแนนดังนี้



ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ3 ระดับ 4 ระดับ 5 ระดับ 6 ระดับ7

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยสุด (น้อยที่สุด)
ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับเรียนรู้ (ค่อนข้างน้อย)
ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับเริ่มต้น (น้อย)
ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับใช้งาน (ปานกลาง)
ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับสอนงาน (ค่อนข้างมาก)
ระดับ 6 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับเชี่ยวชาญ (มาก)
ระดับ 7 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากสุด (มากที่สุด)

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับสมรรถนะทั่วไปของบัณฑิตวิศวกรรม (โปรดเลือกคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว)

Personal Attribute: Ability

8	การใช้เครื่องมือที่ทันสมัยให้เกิดการริเริ่ม	ความสามารถในการคิดที่ผิดปกติหรือฉลาดเกี่ยวกับหัวข้อหรือสถานการณ์ที่กำหนดหรือเพื่อพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา						
8.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด		
A.	ความสำคัญของการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5		
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
8.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อให้เกิดการริเริ่มในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการทำงานได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถพัฒนาวิธีที่สร้างสรรค์ในการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการแก้ไขปัญหา	1	2	3	4	5	6	7
9	กิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรม	เข้าใจและความรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคม และสิ่งแวดล้อม และสามารถการประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน						
9.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด		
A.	ความสำคัญของการเข้าใจความรับผิดชอบต่อกิจกรรมสังคม สิ่งแวดล้อม การพัฒนาที่ยั่งยืน และวิชาชีพวิศวกรรมเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5		
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
9.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านเข้าใจการรับผิดชอบต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมกับบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถใช้วิชาชีพวิศวกรรมโดยตระหนักถึงบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถประเมินผลกระทบการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมต่อสังคมสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Personal Attribute: Work Activity

10	การติดต่อสื่อสาร	สามารถติดต่อสื่อสารในงานวิศวกรรม หรือ วิชาชีพอื่น และบุคคลทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิผลด้วยวาจาด้วยการเขียนรายงาน การเสนอผลงาน การเขียนและอ่านแบบ ตลอดจนสามารถออกคำสั่งและรับคำสั่งงานได้อย่างชัดเจน						
10.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
10.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ**ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถเป็นตัวแทนองค์กร ในการติดต่อกับบุคคลภายนอกองค์กร	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมเช่น การเขียนจดหมาย ทางโทรศัพท์ หรืออีเมล์ เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	1	2	3	4	5	6	7
11	การทำงานร่วมกันเป็นทีม	สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลายในสหสาขาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานในฐานะสมาชิกของกลุ่มและผู้นำกลุ่มได้						
11.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอกองค์กรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
11.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ**ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถพัฒนาทีมพร้อมกับการสนับสนุนการทำงานเป็นทีม	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถสร้างความไว้วางใจซึ่งกันและกัน หรือความเคารพต่อสมาชิกในทีม	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถสร้างความร่วมมือระหว่างสมาชิกในทีม	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Skills

12	การคิดเชิงวิพากษ์	ใช้ตรรกะและเหตุผลในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการแก้ไข ทางเลือกข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหา						
12.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของ การคิดเชิงวิพากษ์เพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
12.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ไขปัญหา	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถใช้ตรรกะในการระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของวิธีการต่างๆเพื่อหาพิจารณาแนวทางในการแก้ไขปัญหา	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถใช้เหตุผลในการประเมินเพื่อหาข้อสรุป หรือ แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม	1	2	3	4	5	6	7
13	การออกแบบเทคโนโลยี	การสร้างหรือปรับอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้						
13.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการออกแบบเทคโนโลยีเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
13.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถออกแบบเทคโนโลยีที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการผลิตของแผนงานทางเทคนิคที่มีความแม่นยำ พิมพ์เขียว ภาพร่าง และแบบจำลองต่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านเข้าใจหลักการทางเทคนิค และสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทำงานจริง	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

14	การพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อน	ระบุปัญหาที่ซับซ้อนและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาและประเมินทางเลือกและใช้เป็นแนวทางแก้ไข					
14.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการพิจารณาตรวจสอบปัญหาที่ซับซ้อนเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป							
14.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ**ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบได้	1	2	3	4	5	6	7
15	การบริหารงานและการลงทุน	การกำหนดวิธีการ เครื่องมือ ทรัพยากรที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานเสร็จและการทำบัญชีสำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น					
15.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการการบริหารงบลงทุนเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4	5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป							
15.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ**ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถจัดการทรัพยากรโดยกำหนดวิธีการที่จะใช้จ่ายเงินเพื่อให้งานสำเร็จอย่างเหมาะสมคุ้มค่า	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถตรวจสอบเพื่อควบคุมทรัพยากรหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับหลักการธุรกิจและการจัดการ ด้านการจัดสรรทรัพยากร ทรัพยากรมนุษย์ การผลิต การวางแผน และการประสานงาน เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

16	การเรียนรู้ตลอดชีพ	ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของข้อมูลใหม่ ๆ สำหรับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจทั้งในปัจจุบันและในอนาคต						
16.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีพเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
16.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นเพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านเข้าใจและสามารถตีความข้อมูลหรือความรู้ใหม่ สำหรับการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจทั้งปัจจุบันและอนาคต	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านตระหนักถึงความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองตลอดชีวิต	1	2	3	4	5	6	7

Knowledge

17	ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์	สามารถประยุกต์ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และความรู้เฉพาะทางวิศวกรรมเพื่อกำหนดกรอบความคิดของแบบจำลองทางวิศวกรรม หรือนิยามและประยุกต์วิธีการ กระบวนงาน กระบวนการ หรือระบบงานทางวิศวกรรมในการทำงานได้						
17.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์เพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
17.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านมีความรู้คณิตศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านมีความรู้วิทยาศาสตร์เพียงพอต่อทำงาน	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านมีความรู้วิศวกรรมศาสตร์เพียงพอต่อการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

18	จรรยาบรรณวิชาชีพ	ความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ ซึ่งรวมถึงหลักการพื้นฐานท่านค่าจริยธรรมวิถีการคิดการปฏิบัติและผลกระทบต่อมนุษย์						
18.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของปรัชญาและจริยธรรมเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
18.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ หลักการพื้นฐานทางจริยธรรม และแนวปฏิบัติ ที่คำนึงถึงผลกระทบต่อมนุษย์ และสังคม	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพในการทำงานด้านวิศวกรรม	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านมีความรู้เกี่ยวกับจรรยาบรรณวิชาชีพ และสามารถประยุกต์ใช้ในวัฒนธรรมที่แตกต่างและหลากหลายได้	1	2	3	4	5	6	7

ส่วนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับสมรรถนะเฉพาะของบัณฑิตวิศวกรรม (จงเลือกคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว)

19	การคิดริเริ่ม	งานที่ต้องการความเต็มใจที่จะรับหน้าที่และความท้าทาย						
19.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการคิดริเริ่มเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
19.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถเริ่มต้นกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถริเริ่มรูปแบบใหม่ในการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านเต็มใจรับหน้าที่งานที่ท้าทาย	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

20	การค้นหาข้อมูลเพื่อการคิดวิเคราะห์	งานที่ต้องการ การวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้ตรรกะเพื่อแก้ปัญหาและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน				
20.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
A.	ความสำคัญของการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการคิดวิเคราะห์เพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1	2	3	4	5
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย X ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป						

20.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถวิเคราะห์และเลือกข้อมูลเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถค้นหาข้อมูล จัดหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนร่วมงานได้	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านติดตามความรู้ หรือข้อมูลที่ทันสมัยอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานทั้งกระบวนการให้กับเพื่อนร่วมงานได้	1	2	3	4	5	6	7

21	การคิดสร้างสรรค์	ผู้ที่สร้างความคิดให้กับคนในกลุ่ม หน้าที่คือการให้แนวคิดและความเป็นไปได้ของสิ่งใหม่ และค้นหาแนวทางใหม่ ในทุกขั้นตอน				
21.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
A.	ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์เพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1	2	3	4	5
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย X ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป						

21.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถสร้างหรือให้แนวคิดกับทีมงานโดยค้นหาแนวทางในทุกขั้นตอนของความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านสามารถคิดทางเลือกที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาแนวคิดใหม่ เพื่อตอบปัญหาที่เกี่ยวกับงาน	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถพัฒนา ออกแบบ หรือประยุกต์สร้างสิ่งใหม่ จากความคิด ความสัมพันธ์ จนเป็นระบบหรือผลิตภัณฑ์ ตามที่บริษัทต้องการ	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

22	การพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์	ผู้เชี่ยวชาญในการเปลี่ยนความคิดเป็นผลิตภัณฑ์และบริการ ให้กลายเป็นสิ่งที่ "จับต้อง" โดยทำแนวคิดให้มีรูปแบบและพัฒนาแผนการตลาดโดยทั่วไป สร้างแนวคิดให้เกิดขึ้น พัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ หน้าที่คือการใช้ความคิดและเปลี่ยนให้เป็นการคิดค้นวิธีการในระยะเวลาอันสั้น

22.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
A.	ความสำคัญของการพัฒนาความคิดไปสู่การประดิษฐ์เพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1	2	3	4	5
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป						

22.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถพัฒนา คิดค้น ไปสู่การประดิษฐ์ หรือการสร้างนวัตกรรมให้องค์กรได้	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านแสดงออกได้อย่างอิสระด้านแนวคิด เพื่อพัฒนางาน	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านสามารถเปลี่ยนความคิด หรือวิธีการ ให้เป็นสิ่งที่ "จับต้อง" (ผลิตภัณฑ์และบริการ) ได้	1	2	3	4	5	6	7

23	การนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริง	งานที่ต้องมีการสร้างและรักษาเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของตัวเองอย่างทุ่มเทความพยายามทำให้สำเร็จ

23.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
A.	ความสำคัญของการนำสิ่งประดิษฐ์ไปสู่การประยุกต์ใช้จริงให้สำเร็จเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1	2	3	4	5
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป						

23.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านใช้ความพยายามที่จะนำสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมที่อยู่ระหว่างการพัฒนาไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง และสร้างมูลค่าให้กับบริษัท	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านเข้าใจหลักการ วิธีการ กลยุทธ์ทางการขาย และการตลาด	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านมีความทุ่มเทเพื่อนำนวัตกรรมไปสู่การยอมรับและนำไปใช้ได้จริง	1	2	3	4	5	6	7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

24	การสนับสนุนอำนวยการ	ผู้อนุมัติรายการค่าใช้จ่ายในเรื่องใหม่ๆ และการลงทุนที่จำเป็น สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เป็นผู้จัดการกระบวนการเพื่อป้องกันการติดขัด ภารกิจคือสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม						
24.1 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ **ความสำคัญ** ในเรื่องดังต่อไปนี้		ไม่สำคัญ*	ค่อนข้างสำคัญ	สำคัญ	สำคัญมาก		สำคัญมากที่สุด	
A.	ความสำคัญของการสนับสนุนอำนวยการเพื่อประสิทธิภาพการทำงานด้านนวัตกรรมในปัจจุบัน	1	2	3	4		5	
***** ถ้าท่านให้คะแนนไม่สำคัญ ทำเครื่องหมาย **X** ที่เลข **1** ให้ข้ามคำถาม **B.1 B.2 B.3** และดำเนินการต่อในข้อถัดไป								
24.2 ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อ**ระดับ** ความสามารถของท่านในเรื่องดังต่อไปนี้		น้อยสุด	เรียนรู้	เริ่มต้น	ใช้งาน	สอนงาน	เชี่ยวชาญ	มากสุด
B.1	ท่านสามารถคุมค่าใช้จ่าย การลงทุนที่จำเป็นในเรื่องใหม่ สำหรับขั้นตอนของกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีโอกาสในอนาคต เพื่อสนับสนุนเครื่องมือของกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม	1	2	3	4	5	6	7
B.2	ท่านเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานและสามารถหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้งานเป็นไปอย่างราบรื่น	1	2	3	4	5	6	7
B.3	ท่านเต็มใจที่จะให้ข้อคิดเห็นและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน และรับผิดชอบต่อการตัดสินใจ	1	2	3	4	5	6	7

ผู้วิจัยขอขอบพระท่านที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

นางสาวเมธินี เทียบรัตน์

Maytinee.Te@student.chula.ac.th

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์

แบบสอบถาม ความพึงพอใจในการใช้รายงานการวิเคราะห์ (Dashboard)

ICAC: Innovation Competency Assessment Center

คำชี้แจงโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ของแต่ละข้อที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ท่านเคยให้พนักงานในองค์กรทดลองใช้นวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะทางนวัตกรรมของบัณฑิตวิศวกรรม (questionnaire)

☐ เคย ☐ ไม่เคย

ท่านสนใจบริการจาก ICAC ระดับใด

☐ Free ☐ ระดับ Silver ☐ ระดับ Gold

สิทธิ์ของท่านที่ต้องการเข้าใช้รายงานการวิเคราะห์ (Dashboard)

☐ ระดับบริหาร/ผู้จัดการ ☐ ระดับปฏิบัติการ ☐ ผู้กรอกข้อมูล

☐ ผู้สนใจ/ผู้เข้าดูข้อมูล ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการใช้รายงานการวิเคราะห์ (Dashboard)

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ของระบบ						
1.	ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน					
2.	ความถูกต้องของการประมวลผล สูตรการคำนวณและรายงาน					
3.	ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ					
4.	ความเหมาะสมของขั้นตอนการใช้รายงานการวิเคราะห์					
5.	การจัดการรักษาความปลอดภัย และกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งาน					
6.	ความง่าย (User Friendly) ของการใช้งาน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
7.	ภาษาที่ใช้เป็นทางการ ตรงประเด็น และสื่อความหมายชัดเจน					
8.	อำนวยความสะดวกในการจัดทำรายงานให้กับผู้บริหารประกอบการตัดสินใจเชิงคัดเลือกบุคคลได้					
9.	ผู้บริหารสามารถใช้ประโยชน์ ในการดำเนินงานตามองค์ประกอบการตัดสินใจเชิงคัดเลือกบุคคลได้อย่างสะดวก					
10.	การเผยแพร่ข้อมูลผลการประเมินในเชิงสถิติที่ได้จากระบบ					
ด้านการออกแบบ						
11.	ความสวยงาม การจัดวางรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน					
12.	ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านง่ายและสวยงาม					
13.	ความเร็วในการแสดงภาพ ตัวอักษร และข้อมูลต่างๆ					
ด้านการสนับสนุนการใช้งาน						
14.	ช่องทางการติดต่อการใช้งานมีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
15.	มีช่องทางในการติดต่อ/สอบถามปัญหาอย่างเพียงพอ					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นส. เมธินี เทียบรัตน์

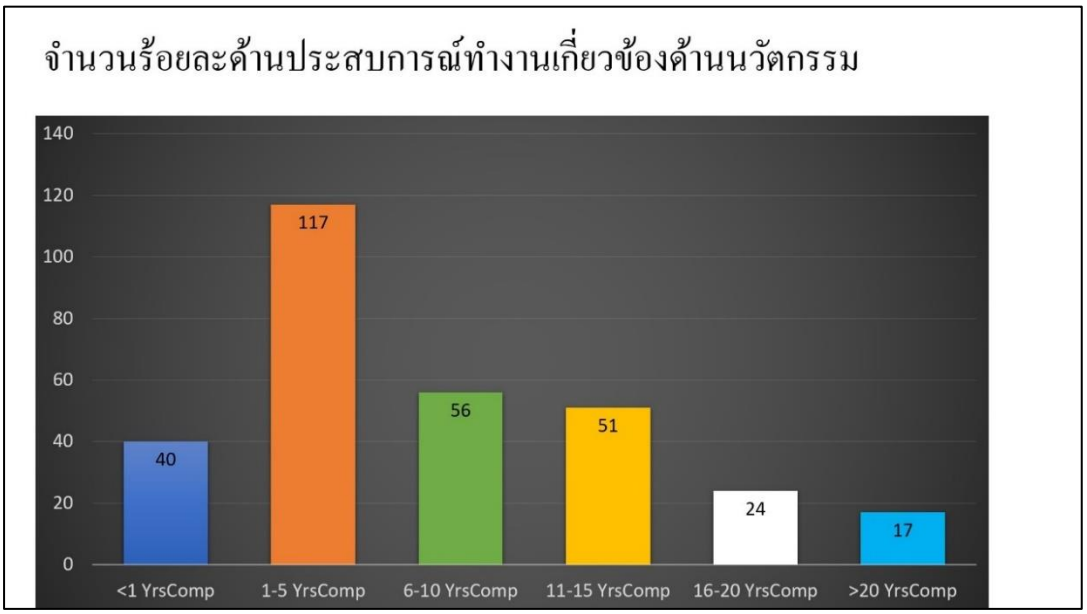
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช รูปแบบรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลทรัพยากรมนุษย์ของผู้จบการศึกษาด้านวิศวกรรม

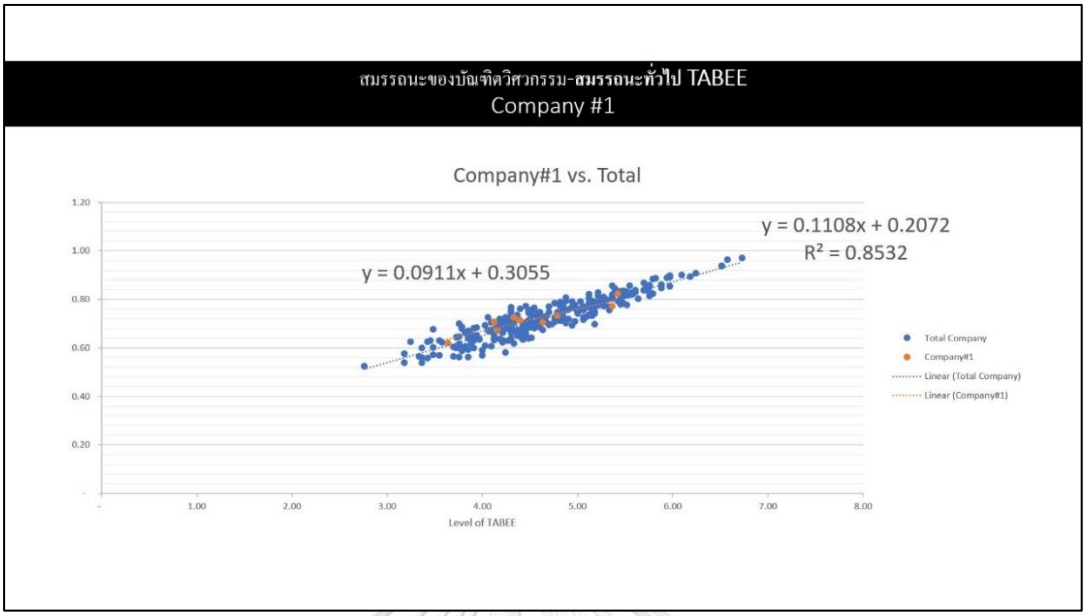
เป็นนวัตกรรมธุรกิจในรูปแบบโมเดลศูนย์การคัดเลือกบุคลากรที่มีสมรรถนะทางนวัตกรรมที่จบสาขาวิศวกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถเชิงแข่งขันให้กับธุรกิจภาคอุตสาหกรรมไทยด้านนวัตกรรม ด้วยการบริหารทรัพยากรมนุษย์ในรูปแบบนวัตกรรมเครื่องมือวัดสมรรถนะโดยใช้การวิเคราะห์ทรัพยากรมนุษย์: แอพพลิเคชั่นเพื่อทำนายความสามารถด้านวิศวกรรมสำหรับการคัดเลือกบุคคลทำงานในบทบาทด้านนวัตกรรม ที่เรียกว่า ICAC: Innovation Competency Assessment Center

ภาพที่ ช-1 : แสดงรูปแบบ Prototype: HR Analytics (LOGIN)

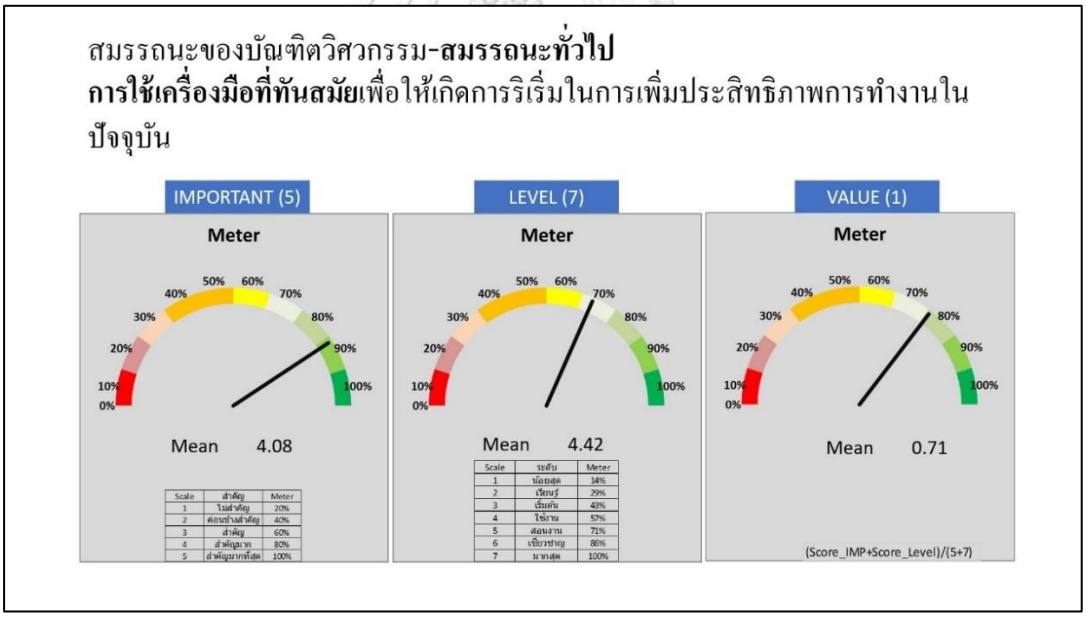
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



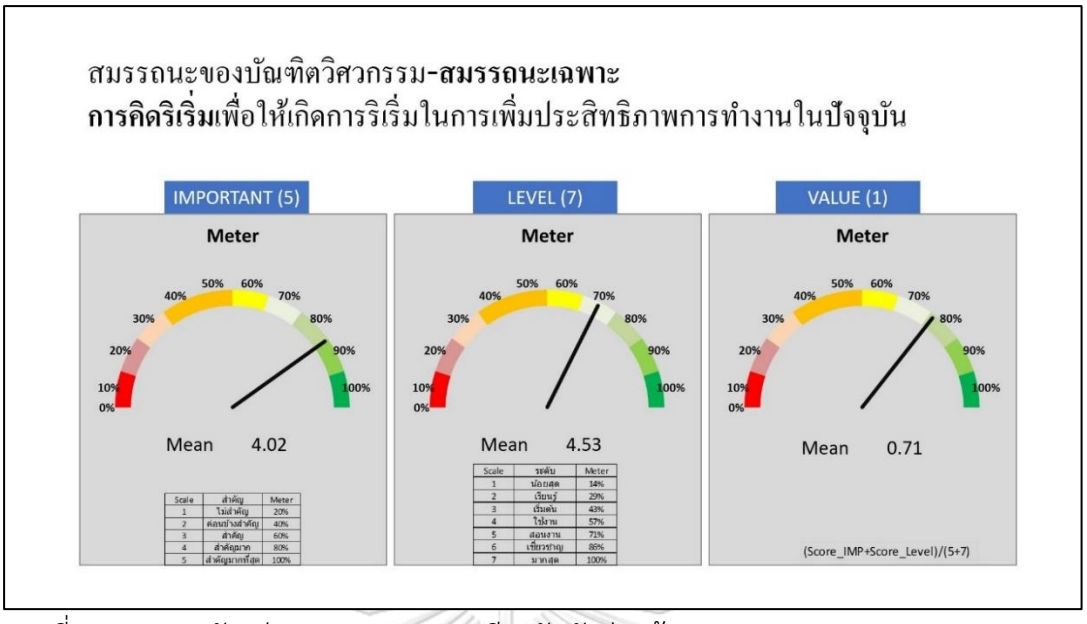
ภาพที่ ช-2 : แสดงตัวอย่าง ICAC ส่วนข้อมูลทั่วไป



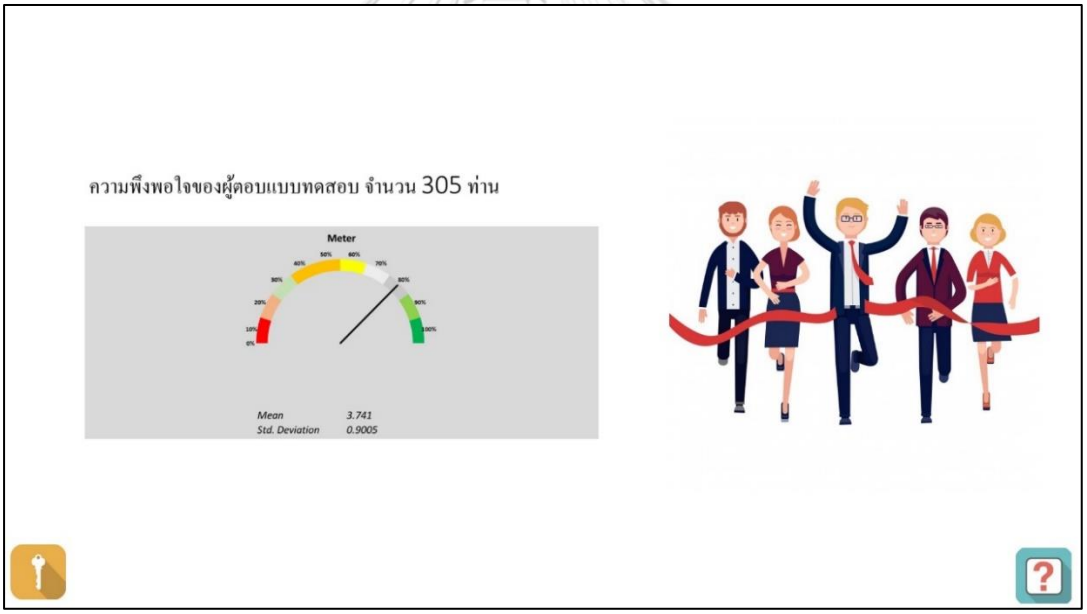
ภาพที่ ช-3 : แสดงตัวอย่าง ICAC ภาพรวมส่วนข้อมูลสมรรถนะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับบริษัท



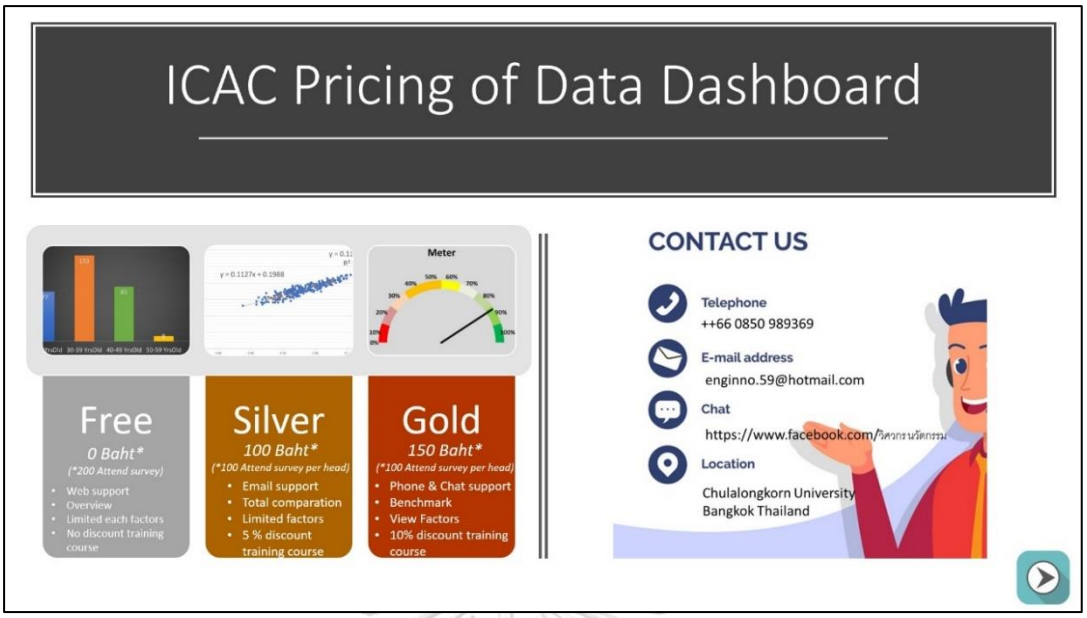
ภาพที่ ช-4 : แสดงตัวอย่าง ICAC ลงรายละเอียดปัจจัยส่วนข้อมูลสมรรถนะทั่วไป



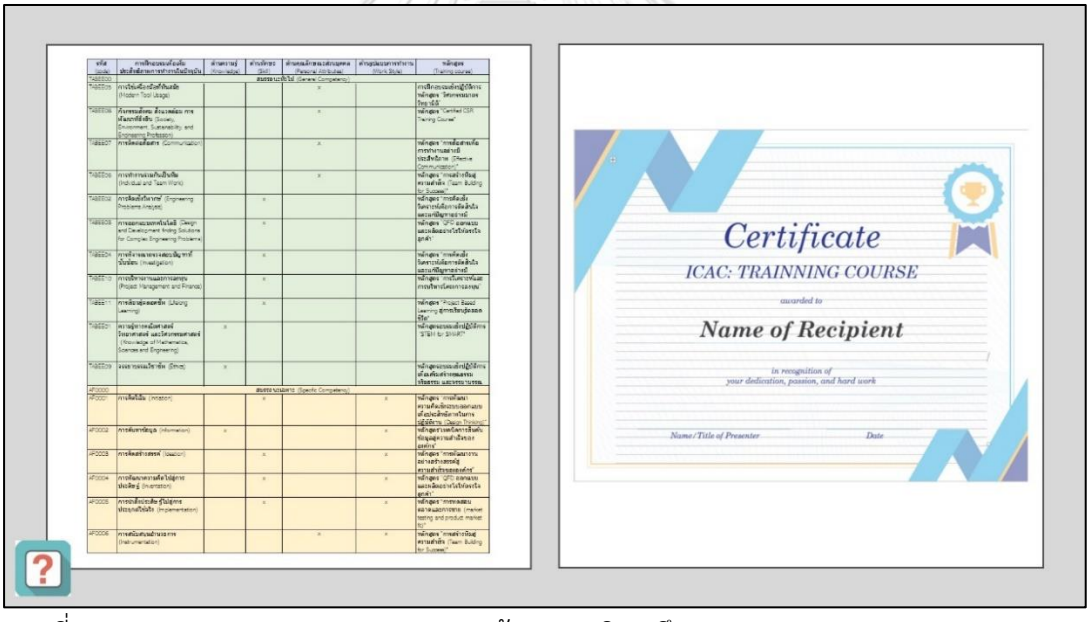
ภาพที่ ช-5 : แสดงตัวอย่าง ICAC ลงรายละเอียดปัจจัยส่วนข้อมูลสมรรถนะเฉพาะ



ภาพที่ ช-6 : แสดง ICAC ส่วนความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 305 ท่าน



ภาพที่ ช-7 : แสดง ICAC ส่วนข้อมูล Package ที่เป็น Business Model และ ช่องทางการติดต่อ



ภาพที่ ช-8 : แสดง ICAC Business Model ด้านการบริการฝึกอบรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Allport, G. W. (1961). Pattern and growth in personality. *New York : Holt, Rinehart and Winston*(c1961. 2d ed.).

Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*: John Wiley & Sons.

Bach, S., & Edwards, M. R. (2005). *Managing human resources*: Wiley Online Library.

Bandura, A. (1999). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Asian journal of social psychology, 2*(1), 21-41.

Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2007). The genesis of creative greatness: mini-c and the expert performance approach. *High Ability Studies, 18*(1), 59-61.

Berglund, A. (2012). Do we facilitate an innovative learning environment? Student efficacy in two engineering design projects. *Global Journal of Engineering Education, 14*(1), 27-33.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives, handbook I: the cognitive domain. New York: David McKay Co. In: Inc.

Boxall, P., & Purcell, J. (2015). *Strategy and Human Resource Management* (Vol. 4th ed). Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: A model for effective performance*: John Wiley & Sons.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review, 86*(6), 84.

Browne, M. W., & Cudeck, R. (1989). Single sample cross-validation indices for covariance structures. *Multivariate behavioral research, 24*(4), 445-455.

Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological review, 67*(6), 380.

Chang, J.-H., & Huynh, P. (2016). *The future of jobs at risk of automation in ASEAN*. Retrieved from

Chesbrough, H. (2010). *Open services innovation: Rethinking your business to grow and compete in a new era*: John Wiley & Sons.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cifuentes, M., Boyer, J., Lombardi, D. A., & Punnett, L. (2010). Use of O* NET as a job exposure matrix: a literature review. *American journal of industrial medicine, 53*(9), 898-914.

Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A First Course in Factor Analysis* (Vol. Second edition). Hillsdale, N.J.: Psychology Press.

Council, N. R. (2010). *A database for a changing economy: Review of the Occupational Information Network (O* NET)*: National Academies Press.

Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*: Sage publications.

Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of Psychological Testing*: New York : Harper & Row, 1970. 3rd ed.

Csikszentmihalyi, M. (1964). *The systems model of creativity*: Springer.

Csikszentmihalyi, M. (2014). *The Systems Model of Creativity : The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*. Berlin: Springer.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1980). The empirical exploration of intrinsic motivational processes. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 13, pp. 39-80): Elsevier.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy, 11*(3), 147-162.

Dundon, E. (2002). *Seeds of innovation: Cultivating the synergy that fosters new ideas*: AMACOM Div American Mgmt Assn.

Dyer, J. H., Gregersen, H. B., & Christensen, C. M. (2008). Entrepreneur behaviors, opportunity recognition, and the origins of innovative ventures. *Strategic Entrepreneurship Journal, 2*(4), 317-338.

Dyer, J. H., Gregersen, H. B., & Christensen, C. M. (2011). *The innovator's DNA: Mastering the five skills of disruptive innovators*: Harvard Business Press.

Edwards, M. R., & Edwards, K. (2016). *Predictive HR Analytics: Mastering the HR Metric*: Kogan Page Publishers.

Ewell, P. T. (2001). Accreditation and Student Learning Outcomes: A Proposed Point of Departure. CHEA Occasional Paper.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Ferguson, D. M., Cawthorne, J., Edwin, J., Ahn, B., & Ohland, M. W. (2013). Engineering innovativeness. *The Journal of Engineering Entrepreneurship, 4*(1), 1-16.

Ferguson, D. M., Cawthorne, J. E., Jr., Ahn, B., & Ohland, M. W. (2013). Engineering innovativeness. In. Australia, Australia/Oceania: Saint Louis, MO : Saint Louis University.

Fillion, G., Koffi, V., & Ekionea, J.-P. B. (2015). Peter Senge's learning organization: a critical view and the addition of some new concepts to actualize theory and practice. *Journal of Organizational Culture, Communications Conflict, 19*(3), 73.

Fitz-enz, J. (2009). Predicting people: From metrics to analytics. *Employment Relations Today, 36*(3), 1-11.

Fletcher 1992 in Jo Boon AHRD. (2002). *Competency*. Paper presented at the AHRD, The First Academy of Human Resource Development Conference in Asia, Bangalore India.

Florida, R., Mellander, C., & King, K. (2015). *The global creativity index 2015*: Martin Prosperity Institute.

Foster, R. N. (1986). *The S-curve: A new forecasting tool*: Macmillan.

Frey, C. B., & Osborne, M. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *, 114*, 254-280.

Gerber, E., Martin, C. K., Kramer, E., Braunstein, J., & Carberry, A. R. (2012). *Work in progress: Developing an Innovation Self-efficacy survey.* Paper presented at the Frontiers in Education Conference (FIE), 2012.

Gerber, E. M., Marie Olson, J., & Komarek, R. (2012). Extracurricular design-based learning: Preparing students for careers in innovation. *International Journal of Engineering Education, 28*(2), 317.

Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field methods, 18*(1), 59-82.

Guilford, J. P. (1950). Fundamental statistics in psychology and education.

Guilford, J. P. (1970). Creativity: Retrospect and prospect. *The Journal of Creative Behavior, 4*(3), 149-168.

Hair Jr, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). Multivariate data analysis.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

vectors, 7th Editio. In: Pearson Prentice Hall.

Herzberg, F., Snyderman, B. B., & Mausner, B. (1966). *The Motivation to Work: 2d Ed*: J. Wiley.

Hu, L. t., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal, 6*(1), 1-55.

Jackson, D. N. (1976). *Jackson personality inventory JPI: manual*: Research Psychologists Press.

John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big Five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. *Handbook of personality: Theory research, 2*(1999), 102-138.

Kadiyala, S., Gavini, S., Kumar, D. S., Kiranmayi, V., & Rao, P. N. S. (2017). Applying blooms taxonomy in framing MCQs: An innovative method for formative assessment in medical students. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences, 6*(2), 86.

Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity. *Review of general psychology, 13*(1), 1-12.

Kazeem, A. A., & Asimiran, S. (2016). Factors Affecting Entrepreneurial Self-efficacy of Engineering Students. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 6*(11), 519-534.

Khan, M. J., Aslam, N., & Riaz, M. N. (2012). Leadership Styles as Predictors of Innovative Work Behavior. *Pakistan Journal of Social Clinical Psychology, 9*(2).

Kinde, G., & Asfawossen, B. (2016). Improving students' self-efficacy and academic performance in Applied Mathematics through innovative classroom-based strategy at Jimma University, Ethiopia. *Journal for Higher Education, 4*(1), 119-143.

Kirton, M. (1976). Adaptors and innovators: A description and measure. *Journal of applied psychology, 61*(5), 622.

Kleysen, R. F., & Street, C. (2001). Toward a multi-dimensional measure of individual innovative behavior. *Journal of intellectual Capital, 2*(3), 284-296.

Kline. (2005). Methodology in the social sciences.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. *The Positive Sum Game, Washington. DC*.

Kondratiev, N. D. (1935). The major economic cycles. In: Moscow.

Kraisuth, D., & Panjakajornsak, V. (2018). Thai AEC engineer readiness: A confirmatory factor analysis. *SAGE Open, 8*(1), 2158244017745346.

Larson, L. C., & Miller, T. N. J. K. D. P. R. (2011). 21st century skills: Prepare students for the future. *47*(3), 121-123.

Lawler III, E. E., Levenson, A., & Boudreau, J. (2004). HR metrics and analytics: Use and impact. *Human Resource Planning, 27*(4), 27-36.

Lawshe, C. H. J. P. p. (1975). A quantitative approach to content validity 1. *28*(4), 563-575.

Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior, 45*(1), 79-122.

Levenson, A. (2005). Harnessing the power of HR analytics. *Strategic HR Review, 4*(3), 28-31.

Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1998). The triple helix as a model for innovation studies. *Science public policy, 25*(3), 195-203.

Limphaibool, W., Limphaibool, N., & Davidson, C. (2017). The Relationship between Mindfulness and the Work Performance of Employees Working in the Manufacturing Sector. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research, 6*(2), 1-8.

Loudon, D. L., & Della Bitta, A. J. (1988). *Consumer behavior : concepts and applications*: New York : McGraw-Hill, 1988. 3rd ed.

Lounsbury, J. W., Gibson, L. W., Sundstrom, E., Wilburn, D., & Loveland, J. M. (2004). An empirical investigation of the proposition that 'school is work': a comparison of personality–performance correlations in school and work settings. *Journal of Education Work, 17*(1), 119-131.

Lucia, A. D., & Lepsinger, R. (1999). *Art & science of competency models*: Jossey-Bass San Francisco, CA.

Marin-Garcia, J. A., Andreu Andres, M., Angeles, Atares-Huerta, L., Aznar-Mas, L. E.,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Garcia-Carbonell, A., & Watts, F. (2016). Proposal of a Framework for Innovation Competencies Development and Assessment (FINCODA). *WPOM-Working Papers on Operations Management, 7*(2), 119-126.

McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for" intelligence.". *American psychologist, 28*(1), 1.

Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological review, 69*(3), 220.

Mitra, J., Abubakar, Y., & Sagagi, M. (2011). Knowledge creation and human capital for development: the role of graduate entrepreneurship. *Education+ Training, 53*(5), 462-479.

Müller, R. M., & Thoring, K. (2012). Design thinking vs. lean startup: A comparison of two user-driven innovation strategies. *Leading through design, 151*, 91-106.

Murphy, G., Murphy, L. B., & Newcomb, T. M. (1937). *Experimental social psychology: an interpretation of research upon the socialization of the individual*: Harper & Brothers.

Murphy, G., Murphy, L. B., & Newcomb, T. M. (1970). *Experimental Social Psychology: An Interpretation of Research Upon the Socialization of the Individual*: Greenwood Press.

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2008). Mplus (Version 5.1). *Los Angeles, CA: Muthén & Muthén*.

Narula, S. (2015). HR ANALYTICS: ITS USE, TECHNIQUES AND IMPACT. *International Journal of Research in Commerce Management, 6*(8).

National Education Association. (2012). Preparing 21st century students for a global society: An educator's guide to the "Four Cs". *Alexandria, VA: National Education Association*.

Newcomb, H. (1860). *A Cyclopedia of Missions: Containing a Comprehensive View of Missionary Operations Throughout the World: with Geographical Descriptions, and Accounts of the Social, Moral, and Religious Condition of the People*: Charles Scribner.

Nordli, A. (2017). Measuring innovation in tourism with Community Innovation Survey: a first step towards a more valid innovation instruments. *Scandinavian Journal of*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hospitality Tourism, 17(4), 423-440.

Nowak, R. (2018). Executive'S Personality And Group Performance: The Mediating Role Of Absorptive Capacity. *International Journal of Innovation Management, 22*(06), 1850047.

O*NET. (2018). *Occupational Information Network*. O*NET Online. Retrieved from http://www.onetlonline.org

Organisation for Economic Cooperation Development Statistical Office of the European Communities , O. (2005). *Oslo Manual : Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data* (Vol. 3rd ed). Paris: OECD.

Ozaltin, N. O., Besterfield-Sacre, M., & Clark, R. M. (2015). An Engineering Educator's Decision Support Tool for Improving Innovation in Student Design Projects. *Advances in Engineering Education, 4*(4), n4.

Pearnpitak, K. (2018). Creative Talent Management in the 21st Century. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research, 7*(2), 131-138.

Peterson, N. G., Mumford, M. D., Borman, W. C., Jeanneret, P. R., Fleishman, E. A., Levin, K. Y., . . . Pearlman, K. (2001). Understanding work using the Occupational Information Network (O* NET): Implications for practice and research. *Personnel Psychology, 54*(2), 451-492.

Pholphirul, P. (2017). Educational mismatches and labor market outcomes: Evidence from both vertical and horizontal mismatches in Thailand. *Education+ Training, 59*(5), 534-546.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Puente-Diaz, R., Maier, M. A., Brem, A., & Cavazos-Arroyo, J. (2016). Generalizability of the four C model of creativity: A cross-cultural examination of creative perception. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 10*(1), 14.

Ratanopas, S. (2014). Competency Model of Theravada Buddhist Monks in Thailand-A Methodological Fit. *NIDA Development Journal, 54*(2), 159-197.

Remane, G., Hanelt, A., Tesch, J. F., & Kolbe, L. M. (2017). The business model pattern database—a tool for systematic business model innovation. *International Journal of Innovation Management, 21*(01), 1750004.

Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures, 44*(2), 127-

135.

Robert G. Cooper. (2001). *Winning at New Products. Accelerating the Process from Idea to Launch*: Massachusetts: Perseus Publishing.

Rodrigues, N., & Rebelo, T. (2013). Incremental validity of proactive personality over the Big Five for predicting job performance of software engineers in an innovative context. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, 29*, 21-27.

Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*: Simon and Schuster.

Rosenberg, M. J., Hovland, C. I., McGuire, W. J., Abelson, R. P., & Brehm, J. W. (1960). Attitude organization and change: An analysis of consistency among attitude components.(Yales studies in attitude and communication.), Vol. III.

Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International marketing review, 11*(1), 7-31.

Rounds, J., Walker, C. M., Day, S. X., Hubert, L., Lewis, P., & Rivkin, D. J. R., NC: National Center for O* NET Development. (1999). O* NET Interest Profiler: Reliability, validity, and self-scoring.

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). *On the Use of Content Specialists in the Assessment of Criterion-Referenced Test Item Validity*. Retrieved from http://ezproxy.car.chula.ac.th/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED121845&site=eds-live

Rukumnuaykit, P., & Pholphirul, P. (2016). Human capital linkages to labour productivity: implications from Thai manufacturers. *Journal of Education Work, 29*(8), 922-955.

Schar, M., Gilmartin, S., Harris, A., Rieken, B., & Sheppard, S. (2017). *Innovation Self-Efficacy: A Very Brief Measure for Engineering Students.* Paper presented at the Proceedings for the American Society for Engineering Education Annual Conference, June 25-28. Columbus, OH.

Schar, M., Gilmartin, S., Rieken, B., Brunhaver, S., Chen, H., & Sheppard, S. (2017). *The Making of an Innovative Engineer: Academic and Life Experiences that Shape Engineering Task and Innovation Self-Efficacy.* Paper presented at the Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, June 25-28. Columbus, OH.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*: New York : Haper & Brothers publishers, 1942. 2nd ed.

Scott, S. G., & Bruce, R. (1994). Determinants of innovative behavior: A path model of individual innovation in the workplace. *Academy of management journal, 37*(3), 580-607.

Sellar, S., & Lingard, B. (2014). The OECD and the expansion of PISA: New global modes of governance in education. *British Educational Research Journal, 40*(6), 917-936.

Senge, P. M. (1990). The art and practice of the learning organization. In: New York: Doubleday.

Shermon, G. (2004). *Competency based HRM: A strategic resource for competency mapping, assessment and development centres*: Tata McGraw-Hill Education.

Smith, D. (2006). *Exploring innovation*: London : McGraw-Hill, c2006., 2nd ed.

Sohn, S. Y., Kim, D. H., & Jeon, S. Y. (2016). Re-evaluation of global innovation index based on a structural equation model. *Technology Analysis & Strategic Management, 28*(4), 492.

Soper, D. S. (2018). A-priori sample size calculator for structural equation models [Software]. *Avail-able from http://www. danielsoper. com/statcalc*.

Sternberg, R. J. (1997). A triarchic view of giftedness: Theory and practice. *Handbook of gifted education, 2*, 43-53.

Sternberg, R. J., & Lubart, T. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. *Handbook of creativity, 1*, 3-15.

Stevens, J. (1992). *Applied multivariate statistics for the social sciences*: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5): Pearson Boston, MA.

Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*: Sage.

The Engineer's council For Professional Development. (1941). THE ENGINEERS' COUNCIL FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT. *94*(2446), 456-456.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

doi:10.1126/science.94.2446.456 %J Science

Tholen, G. (2017). *Graduate Work: Skills, Credentials, Careers, and Labour Markets*: Oxford University Press.

Torrance, E. P. (1972). Predictive validity of the Torrance tests of creative thinking. *The Journal of Creative Behavior, 6*(4), 236-262.

Trias De Bes, & Kotler, P. (2011). *Winning at innovation: the A-to-F model*: Palgrave Macmillan.

Van de Ven, A. H., Angle, H. L., & Poole, M. S. (2000). *Research on the management of innovation: The Minnesota studies*: Oxford University Press on Demand.

Vandenberg, R. J., & Lance, C. E. (2000). A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research. *Organizational research methods, 3*(1), 4-70.

Watts, F., Aznar-Mas, L., Penttilä, T., Kairisto-Mertanen, L., Stange, C., & Helker, H. (2013). *Innovation competency development and assessment in higher education.* Paper presented at the Proceedings of INTED2013 Conference, 4th.

White, R. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological review, 66*(5), 297.

Williamson, J. M., Lounsbury, J. W., & Han, L. D. (2013). Key personality traits of engineers for innovation and technology development. *Journal of Engineering and Technology Management, 30*(2), 157-168. doi:https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2013.01.003

World Economic Forum. (2015). *New vision for education: Unlocking the potential of technology*: British Columbia Teachers' Federation.

World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.* Paper presented at the World Economic Forum.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย *SPSS for Windows*: [กรุงเทพฯ] : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

พิมพ์ครั้งที่ 3.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2549). สถิติสำหรับงานวิจัย: กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาฯ, 2549. พิมพ์ครั้งที่ 2.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จิรประภา อัครบวร. (2549). สร้างคนสร้างผลงาน. กรุงเทพมหานคร: ก.พลพิมพ์.

จิรประภา อัครบวร. (2557). การศึกษาเปรียบเทียบแนวโน้มงานทรัพยากรมนุษย์ พ.ศ. 2557-2558 ในประเทศอาเซียน. วารสารการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และองค์การ (*HROD Journal)*(6(2)), 4-41.

ดำรงค์ เบญจคีรี, วสันต์ ฉายรัศมีกุล, ตรัยย์เดช ชุมเดช, พันธุ์ธัช ศรีทิพันธุ์, ไพศาล อนุตรานุสรณ์, & ภัทราวดี มากมี. (2560). ปัจจัยทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยมหา มกุฏราชวิทยาลัย: การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณพหุระดับ. *RMUTSB ACADEMIC JOURNAL, 2*(2), 136-148.

บุญมี พันธุ์ไทย. (2545). ระเบียบวิธีวิจัยการศึกาาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

พระราชกฤษฎีกา พ.ศ.2552 จัดตั้ง สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). รายงานประจำปี *2559* สำนักนวัตกรรมแห่งชาติ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.).

พิริยะ ผลพิรุฬห์ และ ปังปอนด์ รักอำนวยกิจ. (2558). ทุนมนุษย์กับผลิตภาพแรงงานในภาคอุตสาหกรรมไทย: กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2558. พิมพ์ครั้งที่ 1.

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย. (2549). หลักการและการใช้สถิติการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว สำหรับการวิจัยทางการพยาบาล: สงขลา : ชานเมืองการพิมพ์, 2549. พิมพ์ครั้งที่ 3.

มงคลชัย วิริยะพินิจ. (2556). รวมแนวคิดหลากมุมมององค์กรแห่งการเรียนรู้และการจัดการความรู้ภาควิชาการ: กรุงเทพฯ : ส่องศยาม, 2556. พิมพ์ครั้งที่ 1.

ระเบียบสภาวิศวกร. (2542). ข้อบังคับสภาวิศวกร พระราชบัญญัติสภาวิศวกร, . กรุงเทพฯ: สภาวิศวกร.

วรรณภา วิจิตรจรรยา. (2555). ระบบการประเมินการจัดการทรัพยากรมนุษย์ เพื่อบ่งชี้ความสามารถทางนวัตกรรมขององค์กร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีเรือน แก้วกังวาล. (2544). ลักษณะบุคลิกภาพของนักศึกษาไทย *6* สาขาอาชีพ (กฎหมาย, คอมพิวเตอร์, แพทยศาสตร์, มนุษยศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์) จากการชี้วัดของ *Myers Briggs Type Indicator (MBTI)*: กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2544.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2557). การวัดและประเมินสมรรถนะของบุคลากรวิชาชีพ. วารสารการวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย.

ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ. (2549). โครงการวางระบบประเมินสมรรถนะในการสรรหาผู้ดำรงตำแหน่งประเภทอำนวยการ. กทม.: สำนักงาน ก.พ.

สภาวิศวกร: COE. (2559). วิศวกรรมศาสตร์ในหลักสูตรที่มีการรับรอง. Retrieved from http://www.coe.or.th/coe-2/main/coeHome.php?aMenu=301

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). รายงานประจำปี 2559. from สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)

สุชาดา ปัทมวิภาต. (2558). PISA in FOCUS: การ จัดสรร ทรัพยากร การ เรียน อย่าง เท่าเทียม สัมพันธ์ กับ ผล การ เรียน รู้ ของ นักเรียน อย่างไร.

เอื้อมพร หลินเจริญ. (2555). เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University, 17*(1), 17-29.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เมธินี เทียบรัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	29 เมษายน 2522
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บริหารธุรกิจบัณฑิต (บธ.บ.) และมหาวิทยาลัยรามคำแหง บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (บธ.ม.)
ที่อยู่ปัจจุบัน	1207/148 ถ.เดอะพาร์แลนด์ แขวงบางนา เขตบางนา กทม. 10260
ผลงานตีพิมพ์	PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research ISSN:2286-959x. The Topic is “Development Indicator Factors of Thai Engineering Graduates in Innovation: Testing Measurement Invariance by Low and High Level of Innovation Work Experience”.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University