

**หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**  
**สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม (หลักสูตรนานาชาติ)**  
**หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2559**

**ชื่อหลักสูตร**

ภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
(หลักสูตรนานาชาติ)

ภาษาอังกฤษ : Master of Engineering Program in Industrial Engineering  
(International Program)

**ชื่อปริญญาและสาขาวิชา**

ชื่อเต็ม: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)  
Master of Engineering (Industrial Engineering)

ชื่อย่อ : วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)  
M.Eng. (Industrial Engineering)

**หลักสูตร****แผน ก แบบ ก 2**

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 36 หน่วยกิต

**โครงสร้างหลักสูตร**

ก.	วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	24	หน่วยกิต
	- สัมมนา		2	หน่วยกิต
	- วิชาเอกบังคับ		1	หน่วยกิต
	- วิชาเอกเลือก	ไม่น้อยกว่า	21	หน่วยกิต
ข.	วิทยานิพนธ์	ไม่น้อยกว่า	12	หน่วยกิต

**รายวิชา**

ก.	วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	24	หน่วยกิต
	- สัมมนา		2	หน่วยกิต

01206597 สัมมนา  
(Seminar)

1,1

-	วิชาเอกบังคับ	1	หน่วยกิต
01206591	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Research Methodology in Industrial Engineering)	1(1-0-2)	
-	วิชาเอกเลือก ไม่น้อยกว่า	21	หน่วยกิต
ให้นักศึกษาเลือกเรียนรายวิชาจากรายวิชาดังต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 21 หน่วยกิต			
01206513	วิทยาการเชิงปริมาณประยุกต์ในวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Applied Quantitative Sciences in Industrial Engineering)	3(3-0-6)	
01206521	การหาค่าเหมาะที่สุดแบบเชิงเส้น (Linear Optimization)	3(3-0-6)	
01206522	การหาค่าเหมาะที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Optimization)	3(3-0-6)	
01206523	การหาค่าเหมาะที่สุดแบบพลวัต (Dynamic Optimization)	3(3-0-6)	
01206524	การหาค่าเหมาะที่สุดในโครงข่ายงาน (Network Flows Optimization)	3(3-0-6)	
01206525	การหาค่าเหมาะที่สุดแบบเลขจำนวนเต็มและปัญหาเชิงจัดหมู่ (Integer and Combinatorial Optimization)	3(3-0-6)	
01206526	การหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมาย (Multiple Criteria Optimization)	3(3-0-6)	
01206527	การวิเคราะห์การตัดสินใจและการหาค่าเหมาะที่สุดเชิง คลุมเครือ (Fuzzy Decision Analysis and Optimization)	3(3-0-6)	
01206531	การสร้างตัวแบบและการวิเคราะห์ระบบสโตแคสติก (Stochastic Modeling and Analysis)	3(3-0-6)	
01206533	ทฤษฎีความเชื่อถือ (Reliability Theory)	3(3-0-6)	
01206534	การสร้างและการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling and Analysis)	3(3-0-6)	
01206536	ทฤษฎีเกมส์และการตัดสินใจ (Game and Decision Theory)	3(3-0-6)	
01206541	การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (Engineering Experimental Designs)	3(3-0-6)	

01206542	การวิเคราะห์ข้อมูลและการถดถอยแบบประยุกต์ (Applied Data and Regression Analysis)	3(3-0-6)
01206543	สถิติประยุกต์ในการควบคุมคุณภาพ (Applied Statistics in Quality Control)	3(3-0-6)
01206551	การออกแบบการวางผังอุปกรณ์และตำแหน่งที่ตั้ง (Design of Facility Layout and Locations)	3(3-0-6)
01206552	การเรียงลำดับและการจัดงาน (Sequencing and Scheduling)	3(3-0-6)
01206554	ระบบการผลิตและอุตสาหกรรมสมัยใหม่ (Modern Production and Industrial Systems)	3(3-0-6)
01206555	การจัดการโครงการเชิงวิศวกรรม (Engineering Project Management)	3(3-0-6)
01206562	การวางแผนการผลิตและการควบคุมสินค้าคงคลัง (Production Planning and Inventory Control)	3(3-0-6)
01206563	วิศวกรรมระบบและการจัดการวัฏจักรชีวิต (System Engineering and Life Cycle Management)	3(3-0-6)
01206565	การจัดการงานซ่อมบำรุง (Maintenance Management)	3(3-0-6)
01206567	การวิเคราะห์และควบคุมกระบวนการทำงาน (Operational Flow Analysis and Control)	3(3-0-6)
01206572	การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับกระบวนการผลิต (Computer Numerical Control for Manufacturing Processes)	3(3-0-6)
01206596	เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Selected Topics in Industrial Engineering)	3(3-0-6)
01206598	ปัญหาพิเศษ (Special Problems)	1-3
01222521	การจัดการคุณภาพเชิงรวม (Total Quality Management)	3(3-0-6)
01222522	การออกแบบและการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Design and Management)	3(3-0-6)
01222523	การจัดการระบบการผลิต (Manufacturing Systems Management)	3(3-0-6)

01222531	การวัดสมรรถนะ การประเมิน และการวิเคราะห์ (Performance Measurement, Assessment, and Analysis)	3(3-0-6)
01222542	การจัดการสำหรับวิศวกร (Management for Engineers)	3(3-0-6)
01222543	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับวิศวกรรมและ การตัดสินใจเพื่อการจัดการ (Economic Analysis for Engineering and Managerial Decision Making)	3(3-0-6)
01222544	การบัญชีการเงินและการจัดการสำหรับวิศวกร (Financial and Managerial Accounting for Engineers)	3(3-0-6)
01222545	การจัดการต้นทุนสำหรับวิศวกร (Cost Management for Engineers)	3(3-0-6)

**ข. วิทยานิพนธ์ ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต**

01206599	วิทยานิพนธ์	1-12
----------	-------------	------

**แผน ข**

**จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 36 หน่วยกิต**

**โครงสร้างหลักสูตร**

ก.	วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	30	หน่วยกิต
	- สัมมนา		2	หน่วยกิต
	- วิชาเอกบังคับ		1	หน่วยกิต
	- วิชาเอกเลือก	ไม่น้อยกว่า	27	หน่วยกิต
ข.	การศึกษาค้นคว้าอิสระ		6	หน่วยกิต

**รายวิชา**

ก.	วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	30	หน่วยกิต
	- สัมมนา		2	หน่วยกิต
	01206597	สัมมนา (Seminar)		1,1
	- วิชาเอกบังคับ		1	หน่วยกิต
	01206591	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Research Methodology in Industrial Engineering)		1(1-0-2)

- วิชาเอกเลือก ไม่น้อยกว่า 27 หน่วยกิต

ให้นักศึกษเลือกรียนรายวิชาจากรายวิชาดังต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 27 หน่วยกิต

01206513	วิทยาการเชิงปริมาณประยุกต์ในวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Applied Quantitative Sciences in Industrial Engineering)	3(3-0-6)
01206521	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบเชิงเส้น (Linear Optimization)	3(3-0-6)
01206522	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Optimization)	3(3-0-6)
01206523	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบพลวัต (Dynamic Optimization)	3(3-0-6)
01206524	การหาค่าที่ดีที่สุดในโครงข่ายงาน (Network Flows Optimization)	3(3-0-6)
01206525	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบเลขจำนวนเต็มและปัญหาเชิงจัดหมู่ (Integer and Combinatorial Optimization)	3(3-0-6)
01206526	การหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมาย (Multiple Criteria Optimization)	3(3-0-6)
01206527	การวิเคราะห์การตัดสินใจและการหาค่าเหมาะที่สุดเชิง คลุมเครือ (Fuzzy Decision Analysis and Optimization)	3(3-0-6)
01206531	การสร้างตัวแบบและการวิเคราะห์ระบบสโตแคสติก (Stochastic Modeling and Analysis)	3(3-0-6)
01206533	ทฤษฎีความเชื่อถือ (Reliability Theory)	3(3-0-6)
01206534	การสร้างและการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling and Analysis)	3(3-0-6)
01206536	ทฤษฎีเกมส์และการตัดสินใจ (Game and Decision Theory)	3(3-0-6)
01206541	การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (Engineering Experimental Designs)	3(3-0-6)
01206542	การวิเคราะห์ข้อมูลและการถดถอยแบบประยุกต์ (Applied Data and Regression Analysis)	3(3-0-6)

01206543	สถิติประยุกต์ในการควบคุมคุณภาพ (Applied Statistics in Quality Control)	3(3-0-6)
01206551	การออกแบบการวางผังอุปกรณ์และตำแหน่งที่ตั้ง (Design of Facility Layout and Locations)	3(3-0-6)
01206552	การเรียงลำดับและการจัดงาน (Sequencing and Scheduling)	3(3-0-6)
01206554	ระบบการผลิตและอุตสาหกรรมสมัยใหม่ (Modern Production and Industrial Systems)	3(3-0-6)
01206555	การจัดการโครงการเชิงวิศวกรรม (Engineering Project Management)	3(3-0-6)
01206562	การวางแผนการผลิตและการควบคุมสินค้าคงคลัง (Production Planning and Inventory Control)	3(3-0-6)
01206563	วิศวกรรมระบบและการจัดการวัฏจักรชีวิต (System Engineering and Life Cycle Management)	3(3-0-6)
01206565	การจัดการงานซ่อมบำรุง (Maintenance Management)	3(3-0-6)
01206567	การวิเคราะห์และควบคุมกระบวนการทำงาน (Operational Flow Analysis and Control)	3(3-0-6)
01206572	การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับกระบวนการผลิต (Computer Numerical Control of Manufacturing Processes)	3(3-0-6)
01206596	เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Selected Topics in Industrial Engineering)	3(3-0-6)
01206598	ปัญหาพิเศษ (Special Problems)	1-3
01222521	การจัดการคุณภาพเชิงรวม (Total Quality Management)	3(3-0-6)
01222522	การออกแบบและการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Design and Management)	3(3-0-6)
01222523	การจัดการระบบการผลิต (Manufacturing Systems Management)	3(3-0-6)
01222531	การวัดสมรรถนะ การประเมิน และการวิเคราะห์ (Performance Measurement, Assessment, and Analysis)	3(3-0-6)

01222542	การจัดการสำหรับวิศวกร (Management for Engineers)	3(3-0-6)
01222543	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับวิศวกรรมและ การตัดสินใจเพื่อการจัดการ (Economic Analysis for Engineering and Managerial Decision Making)	3(3-0-6)
01222544	การบัญชีการเงินและการจัดการสำหรับวิศวกร (Financial and Managerial Accounting for Engineers)	3(3-0-6)
01222545	การจัดการต้นทุนสำหรับวิศวกร (Cost Management for Engineers)	3(3-0-6)
<b>ข.</b>	<b>การศึกษาค้นคว้าอิสระ</b>	<b>6 หน่วยกิต</b>
01206595	การศึกษาค้นคว้าอิสระ (Independent Study)	3,3

## ตัวอย่างแผนการศึกษา

หลักสูตร แผน ก แบบ ก 2

ปีที่ 1	ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206591	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิชาเอกเลือก	1(1-0-2) <u>12( - - )</u>
	รวม	<u>13( - - )</u>
ปีที่ 1	ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206597	สัมมนา วิชาเอกเลือก	1 <u>9( - - )</u>
	รวม	<u>10( - - )</u>
ปีที่ 2	ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206597	สัมมนา	1
01206599	วิทยานิพนธ์ วิชาเอกเลือก	6 <u>3( - - )</u>
	รวม	<u>10( - - )</u>
ปีที่ 2	ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206599	วิทยานิพนธ์	<u>6</u>
	รวม	<u>6</u>



หลักสูตร แผน ข

ปีที่ 1	ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต
		(ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษด้วยตนเอง)
01206591	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมอุตสาหการ วิชาเอกเลือก	1(1-0-2) 12( - - )
		รวม <u>13( - - )</u>
ปีที่ 1	ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต
		(ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษด้วยตนเอง)
01206597	สัมมนา วิชาเอกเลือก	1 12( - - )
		รวม <u>13( - - )</u>
ปีที่ 2	ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต
		(ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษด้วยตนเอง)
01206595	การศึกษาค้นคว้าอิสระ	3
01206597	สัมมนา วิชาเอกเลือก	1 3( - - )
		รวม <u>7( - - )</u>
ปีที่ 2	ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต
		(ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษด้วยตนเอง)
01206595	การศึกษาค้นคว้าอิสระ วิชาเอกเลือก	3 3
		รวม <u>6</u>

## คำอธิบายรายวิชา

### 1) รายวิชาที่เป็นรหัสวิชาของหลักสูตร

- 01206513 วิทยาการเชิงปริมาณประยุกต์ในวิศวกรรมอุตสาหกรรม 3(3-0-6)**  
**(Applied Quantitative Sciences in Industrial Engineering)**  
 แบบจำลองและวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจในงานด้าน การวิเคราะห์ ออกแบบ และควบคุมระบบการผลิตเชิงอุตสาหกรรม แบบจำลองกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ แบบจำลองเชิงความน่าจะเป็นและสโตแคสติก การวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูลพื้นฐานทางอุตสาหกรรมด้วยวิธีการทางสถิติ และการจำลองสถานการณ์การผลิตภายใต้ภาวะที่ไม่แน่นอน
- Mathematical models and methods for decision making in analysis, design and control of industrial production systems, mathematical programming models, probabilistic and stochastic models, basic industrial data analysis and forecasting using statistical methods and manufacturing simulation under uncertainty.
- 01206521 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบเชิงเส้น 3(3-0-6)**  
**(Linear Optimization)**  
 ทฤษฎีของวิธีซิมเพล็กซ์ ปัญหาคู่ควบ การวิเคราะห์ความไว การย้อนซ้ำ วิธีซิมเพล็กซ์แบบปรับปรุงใหม่ ปัญหาตัวแปรที่มีขอบเขต เทคนิคจำกัดขอบเขตบนเชิงทั่วไป ทฤษฎีการแบ่งส่วนการวิเคราะห์พารามตริกซ์ การโปรแกรมเชิงเส้นที่มีหลายจุดมุ่งหมาย ปัญหาคอมพลิเมนต์การเชิงเส้นและการวิเคราะห์กรณีศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์
- Theory of the simplex method, duality, sensitivity analysis, degeneracy, revised simplex method, bounded variables problems, generalized upper bounded technique, decomposition, parametric analysis, multiple objectives linear programming, linear complementary, case studies with computer solutions.
- 01206522 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น 3(3-0-6)**  
**(Non-Linear Optimization)**  
 การวิเคราะห์การโปรแกรมแบบนูน ในรูปของการลู่อเข้า การคู่ควบ วิธีแก้ปัญหาไม่มีขอบเขตและมีขอบเขต ทฤษฎีของคูน-ทักเกอร์ วิธีของลากรองจ์ การโปรแกรมเชิงกำลังสอง การโปรแกรมเชิงเรขาคณิต การโปรแกรมเชิงแบ่งส่วน การโปรแกรมเชิงเศษส่วน และการโปรแกรมนอนคอนเวกซ์

Analysis of convex programming including convergence, duality, general procedures for unconstrained and constrained problems, Kuhn-Tucker theorem, Lagrangian method, quadratic programming, geometric programming, separable programming, fractional programming, and non-convex programming.

**01206523 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบพลวัต** **3(3-0-6)**  
**(Dynamic Optimization)**

หลักการหาค่าที่ดีที่สุดของเบลล์แมน การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหากำหนดการเชิงจำนวนเต็ม ปัญหาการเลือกเส้นทาง ปัญหา การทดแทนอุปกรณ์ ปัญหาแนบแซค ปัญหาการจัดสรรงาน การจัดตารางการผลิต และปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้ง ปัญหาทางสโตแคสติก กระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ แคลคูลัสสำหรับ การวิเคราะห์ความผันแปรและควบคุมค่าที่เหมาะสมโดยมุ่งเน้น การพัฒนาวิธีการและปัญหามิติข้อมูล

Bellman's principle of optimality, integer optimization, path problems, equipment replacement, knapsack, assignment, production scheduling and facility location problems, stochastic optimization, Markov decision processes, calculus of variation and optimal control with major emphasis on algorithmic development and curse of dimensionality.

**01206524 การหาค่าเหมาะที่สุดในโครงข่ายงาน** **3(3-0-6)**  
**(Network Flows Optimization)**

การรักษาสภาพของการไหล นิยามและการสร้างรูปแบบของปัญหาโครงข่ายงานเชิงเส้น ศึกษาปัญหาโครงข่ายงาน เส้นทางเดินสั้นที่สุด การไหลที่มากที่สุด การตัดที่น้อยที่สุดปัญหาทางกราฟ และแผนภูมิต้นไม้ ขั้นตอนวิธีแบบเอาร์ออฟคิลเตอร์ ขั้นตอนวิธีสำหรับปัญหาค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดสำหรับปัญหาโครงข่ายงาน แนวคิดพื้นฐานสำหรับปัญหากำหนดการไม่เป็นเชิงเส้นและโครงข่ายงานที่คำนึงถึง การเปลี่ยนแปลงของเวลา

Conservations of flows, definition and linear network flows modeling, shortest path, maximal flows, minimum cut, graphs and tree diagram, out-of kilter algorithm, minimum cost network flows algorithms, basic concepts of non-linear and time varying network.

**01206525 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบเลขจำนวนเต็มและปัญหาเชิงจัดหมู่** **3(3-0-6)**  
**(Integer and Combinatorial Optimization)**

ตัวอย่างการสร้างรูปแบบปัญหากำหนดการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม วิธีระนาบตัด แบบไพรมัลและคูอัล ระนาบตัดแบบเลขจำนวนเต็ม วิธี บรานซ์แอนด์บาวน์ ปัญหากำหนดการแบบ 0-1 ปัญหาแบบกลุ่ม ปัญหาประเภทเอน-พี คอมพลิเทชัน ปัญหาการตัดของการเดินทางของเซลล์แมน ปัญหาการจัดเส้นทาง ปัญหาการจัดสรรงานแบบควอดเรติก การแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มแบบไม่เป็นเชิงเส้นโดยประยุกต์ใช้การโปรแกรมพลวัต

Examples of integer programming models, primal and dual plane method, all integer cutting planes, branch and bound algorithms, 0-1 programming, group theory, NP-completeness, cutting stock problems, traveling salesman problems, vehicle routing problems, quadratic assignment problems, solving non-linear integer programming using dynamic programming.

**01206526 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบหลายจุดมุ่งหมาย (Multiple Criteria Optimization) 3(3-0-6)**

ตัวอย่างของปัญหาที่มีหลายจุดมุ่งหมาย การวิเคราะห์การตัดสินใจที่มีผลกระทบหลาย ๆ แบบ ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นแบบหลายจุดมุ่งหมาย การโปรแกรมพารามิเตอร์ของฟังก์ชันจุดมุ่งหมาย การโปรแกรมแบบโกลด์และการประนีประนอม หลักการของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ คำตอบที่ไม่ครอบงำและจุดที่มีประสิทธิภาพ การพิจารณาการให้ความสำคัญของแต่ละจุดมุ่งหมายและกรณีศึกษาสำหรับปัญหาที่ไม่เป็นเชิงเส้นและปัญหาที่เป็นเลขจำนวนเต็ม

Multiple criteria examples, multi attribute decision analysis, linear multiple Objectives programming, objective rows parametric programming, goal and compromising programming, concepts of utility function, non-dominated solution, efficient points, optimal weighting and human judgment, non-linear and integer case studies.

**01206527 การวิเคราะห์การตัดสินใจและการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคลุมเครือ (Fuzzy Decision Analysis and Optimization) 3(3-0-6)**

ความคลุมเครือในด้านทฤษฎีเซต การดำเนินการเซต จำนวนและเลขคณิต ระบบและตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์ การถดถอย การวิเคราะห์การตัดสินใจ การหาค่าเหมาะที่สุด และการจัดกลุ่ม กรณีศึกษา

Fuzzy aspects of set theory, set operations, numbers and arithmetic, system and logic, relations, regression events, decision analysis, optimization and clustering, case studies.

**01206531 การสร้างตัวแบบและการวิเคราะห์ระบบสโตแคสติก (Stochastic Modeling and Analysis) 3(3-0-6)**

การสร้างรูปแบบของกระบวนการสโตแคสติกขั้นพื้นฐาน การเดินแบบสุ่มกระบวนการพัชอง ลูกโซ่มาร์คอฟ กระบวนการเกิด-ตาย กระบวนการย้อนกลับ กระบวนการกึ่งมาร์คอฟ กระบวนการย้อนกำเนิด กระบวนการแพร่กระจายและคงที่ กระบวนการเคลื่อนไหวแบบบราวน์เนียน และหลักการของมาร์ติงเกล

Modeling of basic stochastic processes including random walks, Poisson process, discrete and continuous Markov chains, birth-death process, renewal phenomena, semi-Markov process, regenerative process, branching, diffusion and stationary processes, brownian motion and martingales.

**01206533 ทฤษฎีความน่าเชื่อถือ** **3(3-0-6)**  
**(Reliability Theory)**

การสร้างตัวแบบปัญหาและการประยุกต์ใช้งานความน่าเชื่อถือ การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือโดยสมมติให้การกระจายของข้อมูลระยะเวลาก่อนอุปกรณ์เสียเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ไวบูลล์ แกมมา และแบบปกติ โดยที่ระบบจะประกอบด้วยอุปกรณ์หนึ่งชิ้นหรือมากกว่า หลักการของรีดินแดนซี หลักการหาค่าที่ดีที่สุดในปัญหาความเชื่อถือ

Deterministic and probabilistic reliability models and its applications, reliability analysis with emphasis on modeling time to failures with exponential, Weibull, gamma, and normal distributions, single and multiple elements, redundancy, reliability optimization.

**01206534 การสร้างและการวิเคราะห์ตัวแบบจำลองสถานการณ์** **3(3-0-6)**  
**(Simulation Modeling and Analysis)**

การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง การพัฒนาแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลและการทวนสอบแบบจำลอง การสร้างตัวเลขสุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ทฤษฎี การประมาณและการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

Discrete event simulation, development of computer simulation models, model validation and verification, random number generation, input data analysis, estimation theory and goodness of fit test.

**01206536 ทฤษฎีเกมส์และการตัดสินใจ** **3(3-0-6)**  
**(Game and Decision Theory)**

นิยามของเมตริกซ์เกม และทฤษฎีมิน-แม็กซ์ การหากลยุทธ์ที่ดีที่สุดของปัญหาเกมส์แบบ ไม่ต่อเนื่องและต่อเนื่อง ความสัมพันธ์ระหว่าง การโปรแกรมเชิงเส้นและทฤษฎีเกมส์ ลักษณะของปัญหาของเกมส์แบบไร้ขอบเขต ศึกษาแนวทางการวิเคราะห์และแก้ปัญหาเบื้องต้น โดยอาศัยตัวอย่างและกรณีศึกษาทฤษฎีการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล

Definition of matrix game and min-max theorem, search of optimal policy for discrete and continuous games, relationships between linear programming and game theory, infinite game, analysis and basic solution techniques using case studies and decision theory under uncertain information.

**01206541 การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม 3(3-0-6)**  
**(Engineering Experimental Designs)**

การวิเคราะห์ความแปรปรวน การทดลองแบบมีผลกระทบเพียงตัวเดียวแบบมีบล็อก คอมพลีตแรนดอมไมส์ และลาตินสแควร์ ผลกระทบที่แน่นอนและที่เกิดอย่างสุ่ม การออกแบบแฟคตอเรียล การออกแบบเศษส่วนเชิงแฟคตอเรียล การออกแบบเนสต์และสปีตพล็อต การทดลองในการวิเคราะห์ การถดถอยและวิธีพื้นผิวตอบสนอง Analysis of variance, single factor experiment with block, completely randomized and Latin square design, fixed and random effect, factorial design, fractional factorial design, nested and split plot design, experimentations in regression analysis and response surface methodology.

**01206542 การวิเคราะห์ข้อมูลและการถดถอยแบบประยุกต์ 3(3-0-6)**  
**(Applied Data and Regression Analysis)**

ศึกษาและทบทวนสถิติแบบบรรยาย ปัญหาการถดถอยแบบง่าย ๆ และแบบหลายๆ ตัวแปรทั้งแบบเชิงเส้นและแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น การถดถอยแบบโพลิโนเมียล การถดถอยแบบสเตปไวส์ หลักการของความสัมพันธ์ร่วม สหสัมพันธ์ ความไม่เป็นเชิงเส้น กำลังสองน้อยที่สุดและการแปลงรูป เทคนิคของการนำไปใช้งานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Reviews of descriptive statistics, simple linear least squares, multiple regression, polynomial regression, stepwise regression, multicollinearity, correlation. nonlinear, least squares and transformations, techniques of application with use of computer packages.

**01206543 สถิติประยุกต์ในการควบคุมคุณภาพ 3(3-0-6)**  
**(Applied Statistics in Quality Control)**

การประยุกต์การสุ่มตัวอย่าง และเทคนิคการทดสอบอายุการใช้งาน ในการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเน้นหนักไปในด้านการหาจำนวนสุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุด ข้อกำหนดในการใช้งาน มาตรฐานทางทหารและกฎเกณฑ์ทางราชการ การทบทวนงานวิจัยแบบใหม่ ๆ ในการประยุกต์หลักการของความน่าจะเป็นที่ใช้และสถิติในการควบคุมคุณภาพ และการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าดีที่สุดในการประกันคุณภาพ วิธีการทากูชิ

Sampling and life testing procedures in evaluating product quality with emphasis to optimal sample size, performance specifications, military standards and federal regulations, review of recent research in applied probability and statistics in quality control, applied optimization in quality assurance, Taguchi method.

**01206551 การออกแบบการวางผังอุปกรณ์และตำแหน่งที่ตั้ง** **3(3-0-6)**  
**(Design of Facility Layout and Locations)**

เพื่อสร้างความเข้าใจในกฎเกณฑ์เรื่องการผลิต การจัดตำแหน่งและแผนผัง และระบบการขนถ่ายวัสดุ ระบบจัดเก็บวัสดุ โดยเน้นด้านการสร้างตัวแบบ การออกแบบ การวิเคราะห์ และเทคนิค การแก้ปัญหา การทำโครงการวิจัยเล็ก ๆ

To develop an understanding of the principles of manufacturing, facility layout and location, material handling systems, warehouse and storage systems, the course emphasizes on modeling, design, analysis and problem solving techniques, a mini research experience will be provided.

**01206552 การเรียงลำดับและการจัดงาน** **3(3-0-6)**  
**(Sequencing and Scheduling)**

การเรียงลำดับและการจัดงานแบบคงที่หรือเชิงสุ่ม ปัญหาการจัดงานให้กับเครื่องจักรหนึ่งหรือหลายเครื่องจักร ปัญหาการจัดงานในระบบอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เช่น ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น และระบบ การขนถ่ายวัสดุควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ การวัดและตัดสินประสิทธิผลของเทคนิคการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ การจัดงานในรูปแบบโครงการ เช่น ข้อได้เสียระหว่างสมดุลของระยะเวลาและค่าใช้จ่าย การจัดระดับ และข้อจำกัดของทรัพยากร

Deterministic/probabilistic nature of sequencing and scheduling problems, single and multiple machine scheduling, modern industrial scheduling environments such as flexible shop system, computerized material handling systems, measurement of solution technique effectiveness, project scheduling with emphasis on time/ cost tradeoff and resource leveling and constraints.

**01206554 ระบบการผลิตและอุตสาหกรรมสมัยใหม่** **3(3-0-6)**  
**(Modern Production and Industrial Systems)**

ความรู้องค์รวมเกี่ยวกับกิจกรรมที่เป็นไปตามหน้าที่ที่ทำในแหล่งผลิต และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเหล่านั้น เทคนิคการสร้างตัวแบบ และวิธีการแก้ปัญหาสำหรับระบบการผลิต

Comprehensive knowledge of the functional activities that typically occur within manufacturing facilities, information associated with these manufacturing activities, modeling techniques and problem-solving methodologies for manufacturing systems.

**01206555 การจัดการโครงการเชิงวิศวกรรม****3(3-0-6)****(Engineering Project Management)**

โครงสร้างขององค์กรในการบริหารโครงการ การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์โครงข่ายงานในการวางแผน และการจัดตารางเวลาสำหรับจัดลำดับกิจกรรมในโครงการโดยพิจารณาถึงระยะเวลา ค่าใช้จ่าย แรงงานและทรัพยากรอื่นๆ การสร้างฐานข้อมูลสำหรับการบริหารโครงการ การจัดการงบประมาณหมุนเวียนในโครงการ เทคนิคการควบคุมและดำเนินโครงการให้เป็นไปตามแผนมาตรฐาน การจัดการโครงการ การจัดการโครงการแบบเวอร์ชวล และการจัดการโครงการระหว่างประเทศ

Organization structures of project management, applying network analysis in planning and scheduling of each project activity with consideration of total time, cost, labor and other related resources, data base systems for project administration, capital budgeting, control and operations techniques for meeting project due dates, project management standard, virtual project management and global project management.

**01206562 การวางแผนการผลิตและการควบคุมสินค้าคงคลัง****3(3-0-6)****(Production Planning and Inventory Control)**

ภาพรวมและความสำคัญของการวางแผนการผลิตและควบคุมสินค้าคงคลัง เทคนิคการสร้างแบบจำลอง วิธีการแก้ปัญหา ระบบการผลิตแบบใหม่ กรณีศึกษาปัญหาวางแผนการผลิตและควบคุมสินค้าคงคลัง

Overview and importance of production planning and control, modeling techniques, problem-solving methodologies, alternative production systems, real-world manufacturing planning and control cases.

**01206563 วิศวกรรมระบบและการจัดการวัฏจักรชีวิต****3(3-0-6)****(Systems Engineering and Life Cycle Management)**

หลักวิศวกรรมระบบ วัฏจักรชีวิตของระบบ กระบวนการออกแบบระบบ การออกแบบซึ่งส่งผลกระทบต่อความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงาน การคำนวณต้นทุนในวัฏจักรชีวิต การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อความเชื่อถือได้ ความสามารถในการบำรุงรักษา การคำนึงถึงหลักการวิทยาศาสตร์และความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ การประยุกต์ วิธีเชิงปริมาณเพื่อการจัดการงานวิศวกรรมระบบ

Principles of system engineering, system life cycle, system design process, designs affecting operational feasibility, life cycle costing, designs for reliability, maintainability, human factors supportability and economic feasibility, application of quantitative methods for system engineering management.



- 01206565 การจัดการงานซ่อมบำรุง (Maintenance Management) 3(3-0-6)

หลักการและแบบจำลองของงานซ่อมบำรุง กระบวนการวิเคราะห์ความต้องการของสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ มาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพ การวิเคราะห์ระบบ การตรวจติดตามสภาพและความล้มเหลวของงานซ่อมบำรุง การวางแผนและการควบคุม การคัดเลือกและควบคุมสินค้าคงคลัง ปัจจัยด้านคนและการจัดองค์กร การส่งผ่านข้อมูล และการควบคุมงานด้วยคอมพิวเตอร์ การวัดประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยรวม การบำรุงรักษาแบบทีผล ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับงานซ่อมบำรุง

Principles and models of maintenance, processes for analyzing requirements of business environments, safety and quality standards, system analysis, maintenance failure and condition monitoring, planning and control, inventory selection and control, human factors and organization, information flows and computer control, overall equipment effectiveness, total productive maintenance, information system for maintenance.

- 01206567 การวิเคราะห์และควบคุมกระบวนการดำเนินงาน (Operational Flow Analysis and Control) 3(3-0-6)

การไหลเชิงดำเนินงานต่อการปฏิบัติงานองค์กร การออกแบบการไหลเชิงดำเนินงานในเงื่อนไขการทำงานที่แตกต่าง การวัดผลการปฏิบัติงานของการไหลเชิงดำเนินงาน การวิเคราะห์การไหลเชิงดำเนินงาน การจำลองการไหลเชิงดำเนินงาน

Operational flow on organizational performance, operational flow design in different working conditions, performance measurement of operational flow, operational flow analysis, operational flow simulation.

- 01206572 การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับกระบวนการผลิต (Computer Numerical Control of Manufacturing Processes) 3(3-0-6)

ทฤษฎีและการประยุกต์การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องจักร ส่วนประกอบโครงสร้างเครื่องจักร ระบบการควบคุมและการเขียนโปรแกรม การเขียนโปรแกรมขึ้นส่วนด้วยมือและคอมพิวเตอร์

Theory and application of computer numerical control for machine, machine structural elements, control systems and programming, manual and computer part programming.

- 01206591**    **ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม**    **1(1-0-2)**  
**(Research Methodology in Industrial Engineering)**  
 หลักการและระเบียบวิธีการวิจัยทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม    การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนด  
 หัวข้องานวิจัย วิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อ    การวางแผนการวิจัย การกำหนดตัวอย่างและเทคนิควิธีการ การวิเคราะห์  
 แปรผลและการวิจารณ์ผลการวิจัย การจัดทำรายงาน การนำเสนอและการเตรียมความพร้อม ในการประชุมและการ  
 ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ  
 Research principles and methods in industrial engineering, problem analysis for  
 research topic identification, data collecting for research planning, identification of samples and  
 techniques, research analysis, result explanation and discussion, report writing, presentation and  
 preparation for journal publication.
- 01206595**    **การศึกษาค้นคว้าอิสระ**    **3,3**  
**(Independent Study)**  
 การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในหัวข้อที่น่าสนใจระดับปริญญาโท เรียบเรียงเป็นรายงานและนำเสนอใน  
 การสอบสัมภาษณ์ขั้นสุดท้ายของปริญญาโท แผน ข  
 Individual study on selected topics from industrial applicable problems (for non-thesis  
 programs only).
- 01206596**    **เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม**    **3(3-0-6)**  
**(Selected Topics in Industrial Engineering)**  
 เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมในระดับปริญญาโท หัวข้อเรื่องเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละภาค  
 การศึกษา  
 Selected topics in industrial engineering at the master degree level, topics are subject  
 to change each semester.
- 01206597**    **สัมมนา**    **1,1**  
**(Seminar)**  
 การนำเสนอและอภิปรายหัวข้อที่น่าสนใจทางวิศวกรรม    อุตสาหกรรม ในระดับปริญญาโท  
 Presentation and discussion on current interesting topics in Industrial Engineering at the  
 master degree level.

**01206598 ปัญหาพิเศษ** **1-3**  
**(Special Problems)**  
 การศึกษาค้นคว้าทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ระดับปริญญาโท และ เรียบเรียงเขียนเป็นรายงาน  
 Study and research in industrial engineering at the master degree level and compiled  
 into a written report.

**01206599 วิทยานิพนธ์** **1-12**  
**(Thesis)**

วิจัยในระดับปริญญาโท และเรียบเรียงเขียนเป็นวิทยานิพนธ์  
 Research at the master degree level and compile into a thesis.

**2) รายวิชาที่เป็นรหัสวิชาเอกหลักสูตร**

**01222521 การจัดการคุณภาพเชิงรวม** **3(3-0-6)**  
**(Total Quality Management)**

การจัดการคุณภาพเบื้องต้น ความเป็นผู้นำทางด้านคุณภาพ สารสนเทศและการวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผน คุณภาพเชิงกลยุทธ์ ความเป็นผู้นำผ่านคุณภาพ การพัฒนาและการจัดการทรัพยากรบุคคล กฎเกณฑ์การปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ การเทียบหมวด การให้ความสำคัญกับลูกค้าและความพึงพอใจของลูกค้า ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อและผู้ส่งมอบในระบบการจัดการคุณภาพเชิงรวม

Introduction to quality management, leadership in quality, information and data analysis, strategic quality planning, leadership through quality, human resource development and management, keys to continuous quality improvement, statistical process control, benchmarking, customer focus and satisfaction, buyer-supplier relationship in TQM.

**01222522 การออกแบบและการจัดการห่วงโซ่อุปทาน** **3(3-0-6)**  
**(Supply Chain Design and Management)**

นโยบายการกระจายสินค้า นโยบายการสั่งซื้อและการผลิต โครงข่ายข้อมูล การวางแผนและการจัดลำดับ การจัดการวัสดุคงคลัง การจัดการขนส่ง คลังสินค้าการขนย้าย การประเมินผลการดำเนินงาน และการเงิน

Distribution strategy, procurement and manufacturing strategies, information network, planning and scheduling, inventory management, transportation management, warehousing, material handling, performance and financial assessment.

**01222523 การจัดการระบบการผลิต 3(3-0-6)**

**(Manufacturing Systems Management)**

ระบบการผลิตเบื้องต้น ประเภทของระบบการผลิต การออกแบบและการดำเนินงานของระบบการผลิต การวางแผนและการควบคุมระบบการผลิต เทคโนโลยีแบบกลุ่มคอมพิวเตอร์สำหรับการผลิตเชิงรวม ระบบการผลิตแบบโตโยต้า การประยุกต์อินเทอร์เน็ตในการผลิต

Introduction to manufacturing systems, types of manufacturing systems, design and operations of manufacturing systems, planning and control of manufacturing systems, group technology, computer integrated manufacturing, Toyota production system, internet applications in manufacturing.

**01222531 การวัดสมรรถนะ การประเมิน และการวิเคราะห์ 3(3-0-6)**

**(Performance Measurement, Assessment, and Analysis)**

มุ่งเน้นการวัดและการประเมินของสมรรถนะในระดับองค์กร ปฏิบัติ และบุคคล การประยุกต์ ของเครื่องมือ และเทคนิคเพื่อสร้างกลุ่มสมรรถนะ การวัดสมรรถนะของตัวชี้วัดที่สำคัญด้วยรูปแบบ อัตราส่วน การอภิปรายรวมถึงการตรวจสอบการวัดคุณภาพที่สะท้อนระดับสมรรถนะ การนำเสนอ การวิเคราะห์สมรรถนะ

Emphasis on measurement and assessment of performance at the organizational, functional, and individual level, applications of tools and techniques to establish a set of performance, measures of key performance indicators in a ratio format, discussion includes auditing into quality of measures used to reflect the performance level, presentation of performance analysis.

**01222542 การจัดการสำหรับวิศวกร 3(3-0-6)**

**(Management for Engineers)**

การวางแผน การประสานงาน และการวิเคราะห์ด้านการจัดการ ความเข้าใจถึงมุมมองในหลักการเพื่อการจัดการและแนวทางปฏิบัติที่มีประสิทธิผล หน้าที่การจัดการและการออกแบบกระบวนการทางการจัดการ

Planning, coordination, and analysis in management, understanding of pragmatic aspects of key theories and concepts for better management, performing management functions and designing a management process.

**01222543 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับวิศวกรรมและการตัดสินใจเพื่อการจัดการ 3(3-0-6)**  
**(Economic Analysis for Engineering and Managerial Decision Making)**

การตัดสินใจในทางวิศวกรรมและการจัดการ แนวคิดต้นทุนเพื่อ การตัดสินใจ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมโดยครอบคลุมถึงการคิดลดกระแสเงินสดและผลกระทบของภาษี การประยุกต์เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์การทดแทน การวิเคราะห์การลงทุนภายใต้เงินทุนจำกัด และการขยายกำลังการผลิต การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและกำไร ผลของเงินเฟ้อและภาษี และการวิเคราะห์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนสำหรับการตัดสินใจเพื่อการจัดการ

Decision making in engineering and management, cost concepts for decision making, engineering economic analysis including discounted cash flows methods, application of optimization techniques as in equipment replacement, capital budgeting, and capacity expansion, cost and profit relationships, effects of inflation and tax consequences, and analysis of risk and uncertainty for managerial decision making.

**01222544 บัญชีการเงินและการจัดการสำหรับวิศวกร 3(3-0-6)**  
**(Financial and Managerial Accounting for Engineers)**

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับบัญชี หลักการบัญชี รายงานทางการเงิน การวิเคราะห์ธุรกรรมทางการเงิน การวิเคราะห์งบการเงิน การจัดทำงบประมาณการวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการตัดสินใจระยะสั้น

Introduction to accounting, principles of accounting, financial reports, financial-transactions analysis, financial-statement analysis, budgeting, variance analysis, and economic analysis of short-term decisions.

**01222545 การจัดการต้นทุนสำหรับวิศวกร 3(3-0-6)**  
**(Cost Management for Engineers)**

การประเมินความเชื่อถือได้และความเสี่ยง การวิเคราะห์การตัดสินใจและต้นทุน – ผลประโยชน์ การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน การถ่วงสมดุลระหว่างความเสี่ยงและประโยชน์เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของมนุษย์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และความไม่แน่นอนทางการเงินและเทคโนโลยี ความรู้เบื้องต้นและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการต้นทุน การคิดต้นทุนตามกิจกรรมและการจัดการต้นทุนตามกิจกรรม การวางแผนการจัดการต้นทุน ประกอบด้วย การประมาณต้นทุน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุน ปริมาณ การผลิต และกำไร การจัดทำงบประมาณแม่บท และการจัดทำงบประมาณการลงทุนภายใต้เงินทุนจำกัด ระบบการจัดการต้นทุน ประกอบด้วย การคิดต้นทุนงานสั่งทำ การคิดต้นทุนกระบวนการ และการจัดสรรต้นทุน การควบคุมการดำเนินงาน โดยงบประมาณแบบยืดหยุ่นและต้นทุนมาตรฐาน และการควบคุมการจัดการ โดยการประเมินการปฏิบัติงาน การออกแบบระบบการควบคุมการจัดการเพื่อประเมิน

Reliability and risk assessment, decision and cost-benefit analysis. Decision making under uncertainty, Balancing risks and involving human safety, potential environmental effects, and large financial and technological uncertainties. Introduction on cost management and its concepts, activity-based costing and management, cost management planning, including cost estimation, cost-volume-profit analysis, master budgeting and capital budgeting, cost management systems, including job costing, process costing, and cost allocation, operational control through flexible budgeting and standard costing, and management control through performance evaluation including design of management control systems for evaluation.