การศึกษาเพื่อจัดระบบการจำแนกชนิดและกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า

นางสาวชุติกาญจน์ ธีรเดช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF CLASSIFICATION AND CODING SYSTEM FOR ELECTRICAL WIRES PRODUCTS

Miss Chutikarn Theeradech

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเพื่อจัดระบบการจำแนกชนิดและกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า
โดย	นางสาวชุติกาญจน์ ธีรเดช
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุติกาญจน์ ธีรเดช : การศึกษาเพื่อจัดระบบการจำแนกชนิดและกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า (A STUDY OF CLASSIFICATION AND CODING SYSTEM FOR ELECTRICAL WIRES PRODUCTS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร , 136 หน้า

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดและกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าโดยการศึกษาได้เลือกโรงงงานผลิตสายไฟฟ้าเป็นโรงงานตัวอย่าง งานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการของ BRISCH และทฤษฎีเทคโนโลยีกลุ่ม (Group technology) ในการจำแนกและการออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า มีแนวทางในการจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์จาก ชนิดของลวดตัวนำ จำนวนแกน ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ประเภทของผลิตภัณฑ์เป็นต้น แบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1)สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ, (2)สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร และ(3)สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ในการศึกษานี้ใช้หลักความคล้ายคลึงกันของชิ้นส่วน โดยพิจารณาจาก สถานะชิ้นงาน มาตรฐาน, ชนิดของตัวนำ, กลุ่มผลิตภัณฑ์, ชนิดของผลิตภัณฑ์, แรงดัน/อุณหภูมิการใช้งานของผลิตภัณฑ์, พื้นที่หน้าตัดของตัวนำทองแดง, ขั้นตอนการผลิต, สีของผลิตภัณฑ์ และการบรรจุ ซึ่งจากการออกแบบรหัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 กลุ่มนี้ จะกำหนดหลักไว้เท่ากัน18 หลัก และกำหนดรหัสในหลักที่5-6 แทนกลุ่มของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการกำหนดรหัสหลักที่5-6 ต้องไม่ซ้ำกัน จากการกำหนดรหัสสามารถแบ่งรหัสผลิตภัณฑ์ได้เป็นสองกลุ่มคือ รหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า(Finished goods: FG) และรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตสายไฟฟ้า (Semi-finished products: SEMI FG) นอกจากนี้ยังได้นำรหัสที่กำหนดมาใช้ในการจัดทำใบรายการวัสดุ (Bill of Material: BOM) เพื่อให้ทางฝ่ายวางแผนใช้ในการวางแผนการผลิต และได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า และการจัดการฐานข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Access จากผลการศึกษาพบว่า(1)รหัสที่ได้ออกแบบสอดคล้องกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน, (2)รหัสที่ได้ออกแบบสอดคล้องกับลักษณะของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา,(3) รหัสที่กำหนดช่วยลดการใช้รหัสซ้ำกันของผลิตภัณฑ์, (4)โปรแกรมที่จัดทำช่วยให้สะดวกในการจัดเก็บ ค้นหา ให้รหัส และเหมาะกับบุคลากรแผนกออกแบบ, (5)ลดความผิดพลาดของบุคลากรในการให้รหัส และ(6)ควรมีการสะสมข้อมูลของรหัสบนฐานข้อมูลอย่างเพียงพอถึงจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาควิชา..วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา..... 2549.....

4671408821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: CLASSIFICATION/ CODING/ PART/ ELECTRICAL WIRES

CHUTIKARN THEERADECH : A STUDY OF CLASSIFICATION AND CODING SYSTEM FOR ELECTRICAL WIRES PRODUCTS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D., 136 pp.

The main purpose of this research was to classify and code the electrical wires in an electrical wires factory. This research was based on the Principle of BRISCH and the theory of Group technology in the classification and design of the electrical wire product code. This was done through the method of product classification from type of conductive wires, number of cores, cross sectional area of conductor, etc. The product of copper conductive cable was classified into 3 groups: (1) Copper low voltage power cable, (2) Copper cable used inside buildings and (3) Copper Flexible cable for electrical equipment. The product code design of this research was based on the principle of similarity of parts, standard, type of product, voltage, temperature resistance of product, cross sectional area of copper conductor, production process, physical aspects and packaging.

The code design of these three products was fixed on 18 digits. The fifth and sixth digit represents the specific group of product which must not be repeated. The code classification of cable product could be divided into 2 groups: finished and semi-finished cable product. In addition to this study, the Bill of Material (BOM) for production planning and the computer programme to assist in cable product coding and data base management through Microsoft Access were also included.

The results of this research indicated that: (1) the product could be grouped based on code design for code products standard, (2) the designed codes were in accordance with the group of the product, (3) repetition of codes of the same product were diminished, (4) searching and collecting data base in coding the new product could be facilitated personnel of design group, (5) error on product coding by personnel was minimized, and (6) sufficient data was collected to set up the effective data base.

Department INDUSTRIAL ENGINEERING Student's signature.....

Field of studyINDUSTRIAL ENGINEERING Advisor's signature.....

Academic year.....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้ และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน คณะกรรมการ การสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ภายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ผู้ทำวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนพนักงานทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ขอกราบขอบพระคุณมารดา และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยเสมอมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษามา ณ โอกาสนี้ด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญรูป.....ฎ

สารบัญกราฟ.....ฐ

บทที่

1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาของปัญหา.....3

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....4

1.3 สภาพปัญหาในโรงงานตัวอย่าง.....4

1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....7

1.5 ขอบเขตของการศึกษา.....7

1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....8

1.8 แผนการดำเนินงาน.....9

2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....11

2.1 การศึกษาเอกลักษณ์และประเภทผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า.....12

2.2 ทฤษฎีเทคโนโลยีกลุ่ม.....23

2.3 หลักการพื้นฐานในการจำแนกชิ้นส่วน.....25

2.4 โครงสร้างระบบการจำแนก.....27

2.5 ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัส.....29

2.6 การเลือกหรือการออกแบบระบบรหัส.....36

2.7 ความจำเป็นในการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูล.....38

2.8 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....44

3 การศึกษาผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงาน.....49

3.1 ตัวอย่างของชนิดผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผลติภัณฑ์ที่ทำการศึกษา.....51

บทที่ หน้า

3.2 มาตรฐานที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา.....55
3.3 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา.....56
3.4 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงานที่ศึกษา.....58
4 แนวทางในการจำแนกชนิดและการออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงานที่ศึกษา....62
4.1 การจำแนกผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าตามชนิดของตัวนำทองแดง.....62
4.2 การจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าตามจำนวนแกนและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ.....66
4.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า.....68
4.4 การออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า.....71
4.5 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบ.....75
4.6 การเปรียบเทียบการกำหนดรหัสของโรงงานที่ศึกษากับรหัสที่ได้ออกแบบ.....79
4.7 การวิเคราะห์การกำหนดรหัสที่ได้ออกแบบ.....83
5 การประยุกต์ใช้งานรหัสกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....87
5.1 การออกแบบฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access.....87
5.2 คุณสมบัติของโปรแกรมที่ออกแบบ.....91
5.3 การเปรียบเทียบข้อดี –ข้อจำกัด ของการเก็บรหัสด้วยฐานข้อมูลโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์.....92
5.4 การประเมินผลการใช้งานรหัสที่กำหนดกับโปรแกรมที่ออกแบบ.....92
6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....94
6.1 สรุปผลการศึกษา.....94
6.2 ข้อเสนอแนะ.....97

รายการอ้างอิง.....98
ภาคผนวก.....100
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการกำหนดรหัส.....101
ภาคผนวก ข. แบบฟอร์มการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต(Material) ที่ออกแบบ.....115
ภาคผนวก ค. วิธีการติดตั้งและคู่มือการใช้โปรแกรม.....117
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....136

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE) เปลือกนอกสีดำ.....	5
2.1	เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดมาตรฐานสากลและมาตรฐานประจำชาติ.....	20
2.2	เปรียบเทียบ คุณสมบัติของทองแดง และอะลูมิเนียม…….....	21
2.3	เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPE……	22
2.4	ระบบการจำแนกรหัสและการกำหนดรหัส ที่ใช้ในประเทศต่างๆ.....	30
3.1	สายชนิด 750V 70°C NYY TIS11-2531, TABLE6 (1 CORE)……	51
3.2	สายชนิด 750V 70°C VCT TIS11-2531, TABLE9 (1 CORE)……	53
3.3	สายชนิด 750V 70°C THW TIS11-2531, TABLE4 (1 CORE)……	54
3.4	ภาพรวมขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงานที่ทำการศึกษา….....	57
3.5	รูปแบบการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าโรงงานที่ศึกษา……	58
3.6	การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531…….. TABLE 6 (1 CORE) เปลือกนอกสีดำ…….....	59
3.7	การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด 300 V 70°C VSF TIS 11-2531…….. TABLE 10 (1 CORE)……..…….....	60
3.8	การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด สายชนิด 750 V 70°C THW…….. TIS 11-2531 TABLE 4 (1 CORE)…….....	61
4.1	แสดงพื้นที่หน้าตัดชนิดตัวนำทองแดงของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า.....	67
4.2	การออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์โดยผู้ศึกษา…….....	71
4.3	รูปแบบการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Building Cable……	72
4.4	รูปแบบการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable…..	73
4.5	รูปแบบการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Flexible Cable…….	74
4.6	กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด…… 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM. ……..…….....	76
4.7	การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่าง……... กระบวนการ…..ผลิตของผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable…….. ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM. เปลือกนอกผลิตภัณฑ์สีดำ…….. บรรจุล้อ TIS 11-2531, TABLE 7……...	76

ตารางที่ หน้า

4.8	ตัวอย่างใบรายการวัสดุ Bill of Material (BOM) กลุ่มผลิตภัณฑ์…….	78
	Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70 °C NYY 4 X1.5……..	
	SQ.MM.เปลือกนอกผลิตภัณฑ์สีดำ บรรจุล้อ TIS 11-2531 TABLE 7…….....	
5.1	MaterialGenCodes.....	88
5.2	MaterialGroups…….....	88
5.3	MaterialKeyGroups……	88
5.4	MaterialKeys…….	88
5.5	MaterialProcess……...	89
5.6	Materials…….	89
5.7	MaterialTypes…….	89
5.8	MaterialUnits……..	89
5.9	Sale Orders…….	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE) …….. เปลือกนอกสีดำ.....…….……	5
2.1	สาย fully insulated.....…….....	14
2.2	สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (ACC – All Aluminum Conductors)…….	14
2.3	สายอะลูมิเนียมผสม (AAAC-All Aluminum Alloy Conductor)….....	15
2.4	สายอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR-Aluminum Conductor Steel Reinforced)……	15
2.5	Group Technology เป็นส่วนเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างฐานข้อมูลทางด้านการ..... ออกแบบและการผลิต.....	23
2.6	โครงสร้างรหัสแบบตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure หรือ Mono code)…..	27
2.7	โครงสร้างรหัสแบบลูกโซ่ (Chain Structure หรือ Poly-code หรือ Attributes).....	28
2.8	โครงสร้างรหัสแบบผสม (Hybrid Structure หรือ Semi-Poly code หรือ..... Mixed code)……...	29
2.9	โครงสร้างของระบบ OPITZ…….....	31
2.10	การกำหนดรหัสที่ 1 ถึง 5 ของชิ้นงานรูปร่างกลมในระบบ OPITZ……...	32
2.11	การกำหนดรหัสในตระกูลชิ้นงานของระบบ D-CLASS……...	33
2.12	การกำหนดรหัสบุชชิ่งระบบ MI-CLASS…….....	35
3.1	สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)…….	51
3.2	สายชนิด 750 V 70°C VCT TIS 11-2531 TABLE 9 (1 CORE)……	52
3.3	สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)….....	54
3.4	การจัดกลุ่มของเครื่องจักรในโรงงานที่ศึกษา……	56
3.5	สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1CORE)…… เปลือกนอกสีดำ…….....	59
3.6	สายชนิด 300 V 70°C VSF TIS 11-2531 TABLE 10 (1 CORE)…….. เปลือกนอกสีดำ……..……	60
3.7	สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)……. เปลือกนอกสีดำ…….....	61
4.1	การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น ชั้น 7 เส้น…….	63
4.2	การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 12 เส้น…….	63
4.3	การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 18 เส้น…….	63

รูปที่		หน้า
4.4	การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น ชั้น 24 เส้น…….....	64
4.5	การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 30 เส้น…….	64
4.6	ทิศทางการตีเกลียวทางขวาคล้ายรูปอักษร Z…….....	65
4.7	ทิศทางการตีเกลียวทางซ้ายคล้ายรูปอักษร S……...……...	65
4.8	กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C……..	75
	NYY 4 X1.5 SQ.MM. TIS 11-2531, TABLE 7……...	
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง(Relationships)…….....	90
5.2	โครงสร้างคิวรี(Query)…...……	91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญกราฟ

กราฟที่		หน้า
1.1	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเฉลี่ยต่อวันทำการ……..	1
1.2	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคการค้าและการบริการเฉลี่ยต่อวันทำการ.....	2
3.1	เปอร์เซ็นต์ทองแดงที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สายของโรงงานที่ทำการศึกษา..... (ข้อมูลปี พ.ศ. 2548).....	49
3.2	เปอร์เซ็นต์ทองแดงที่ใช้ในการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์สายหุ้มทองแดงแรงดันต่ำของโรงงานที่ทำการศึกษา (ข้อมูล ปี พ.ศ. 2548).....	50
3.3	เปอร์เซ็นต์การใช้มาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา (ข้อมูล..... ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2547)…….....	56
4.1	เปอร์เซ็นต์ของชนิดผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตในโรงงานที่ศึกษา…… (ข้อมูล ปี พ.ศ. 2548).....	70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

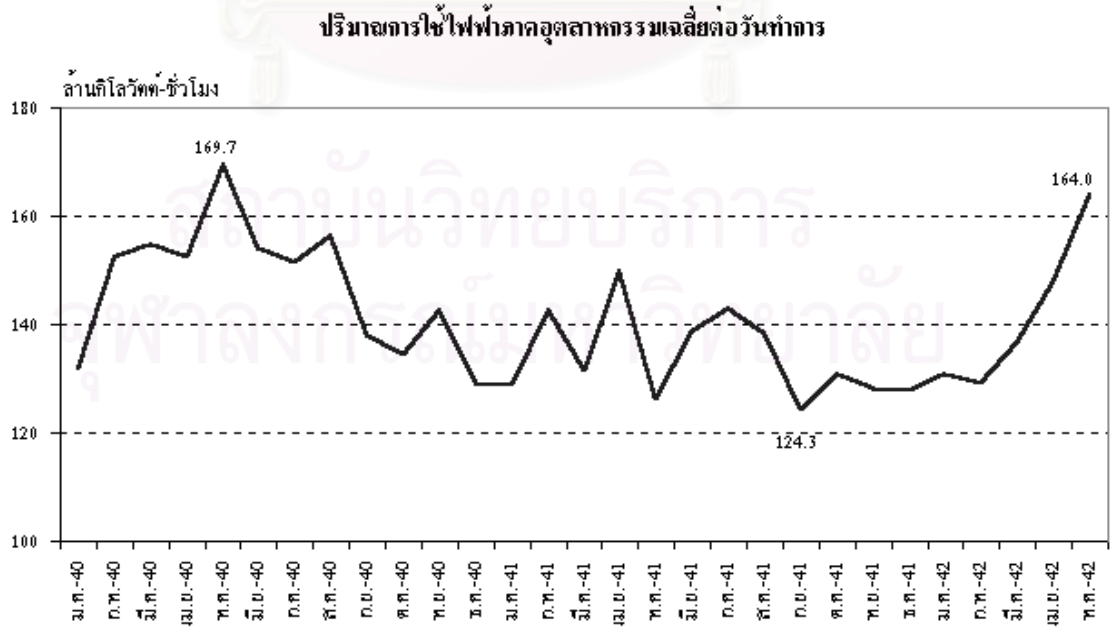
บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากอุตสาหกรรมสายไฟฟ้ามีแนวโน้มการเติบโตสูงขึ้น จะเห็นได้จากเศรษฐกิจไทยโดยรวมมีแนวโน้มฟื้นตัวชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมีดัชนีหลายตัวที่แสดงถึงการฟื้นตัวของเศรษฐกิจทั้งด้านการผลิตและการบริโภค อาทิเช่น อัตราการเพิ่มของดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันทำการของภาคอุตสาหกรรม ดังกราฟที่ 1.1 และภาคการค้าและบริการดังกราฟที่ 1.2 มูลค่าการนำเข้าสินค้าขั้นกลาง และวัตถุดิบ (ดอลลาร์ สรอ, US $) มูลค่าการส่งออก (ดอลลาร์ สรอ, US $) ภาษีมูลค่าเพิ่ม ยกเว้นที่เก็บจากการนำเข้าซึ่งเป็นเครื่องชี้ถึงการบริโภคภายในประเทศ (ปรับฐานโดยใช้อัตราภาษีใหม่ 7 %) ยอดขายรถยนต์ต่อเดือน มูลค่าการนำเข้าสินค้าอุปโภคบริโภค (ดอลลาร์ สรอ., US $) และจำนวนผู้ประกันตนในระบบประกันสังคมซึ่งเป็นเครื่องชี้การจ้างงาน

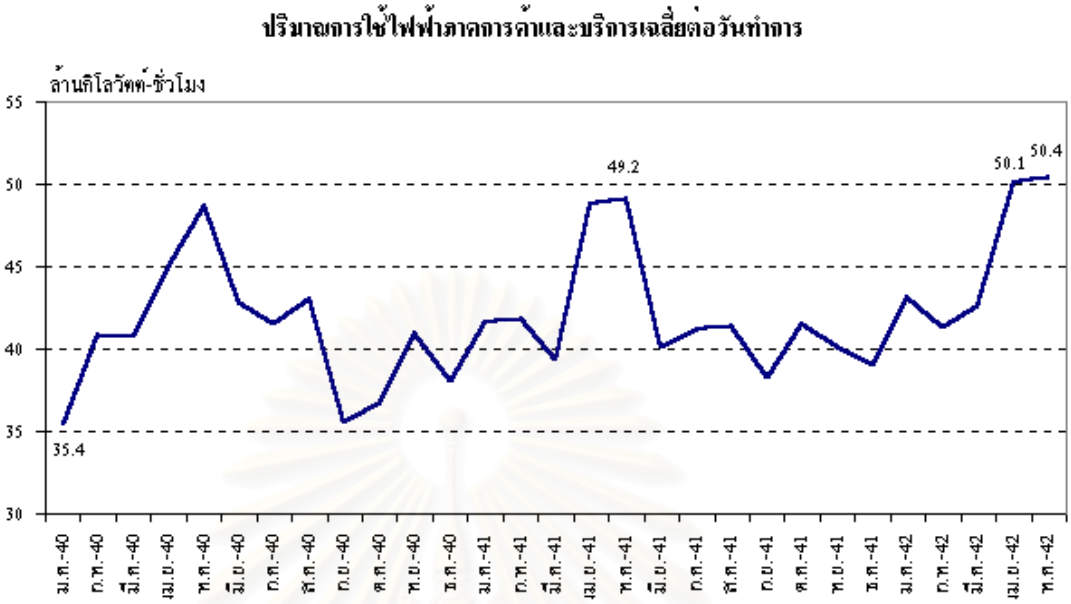
รวมถึงที่รัฐบาลได้ออกมาตรการเพื่อกระตุ้นธุรกรรมอสังหาริมทรัพย์มาเป็นลำดับ เช่น การออกพระราชบัญญัติการเช่าอสังหาริมทรัพย์เพื่อพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรม พ.ศ. 2542 พระราชบัญญัติแก้ไขเพิ่มเติม ประมวลกฎหมายที่ดิน (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติอาคารชุด (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542

กราฟที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเฉลี่ยต่อวันทำการ



ที่มา : ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานกระทรวงการคลัง

กราฟที่ 1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคการค้าและบริการเฉลี่ยต่อวันทำการ



ที่มา : ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานกระทรวงการคลัง

ปัจจุบันผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมการผลิตสายไฟฟ้ามีอยู่ประมาณ 40 ราย แต่ผู้ประกอบการรายใหญ่มีเพียง 4 ราย ซึ่งจะมีการผลิตสายไฟฟ้าหลายประเภท เช่น สายไฟฟ้าแรงดันสูง, แรงดันปานกลาง, แรงดันต่ำ, สายเคเบิ้ลโทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ผู้ผลิตใช้กำลังการผลิตในระดับต่ำประมาณร้อยละ 40 - 60 เท่านั้น ทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับลดต้นทุนการผลิตให้ได้มากที่สุด สำหรับต้นทุนการผลิตของสายไฟฟ้า ส่วนใหญ่เป็นค่าวัตถุดิบประมาณร้อยละ 80 ของต้นทุน โดยแบ่งเป็นวัตถุดิบที่ผลิตในประเทศ 64 % และวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ 13 % ค่าแรงงาน 3 % ค่าดำเนินการ 3 % ส่วนที่เหลือจะเป็นค่าเสื่อมราคา ค่าบริการสาธารณูปโภค และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้บริษัทสามารถดำเนินการต่อไปได้ ไม่ว่าจะเป็นการนำวัตถุดิบที่เหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่ การบริหารสินค้าคงคลังอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ การลดความสูญเสียในเรื่องเวลาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ประสิทธิผลตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องพัฒนาองค์กรของตนเองตลอดเวลาเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดได้

1.1 ที่มาของปัญหา

จากสภาพโรงงานตัวอย่าง จะพบว่าในแต่ละวันมีการผลิตผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้ามากมายหลายชนิด และในใบสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จะมีทั้งแบบสั่งผลิต (Make to Order) / แบบสั่งตัดกรณีมีผลิตภัณฑ์ (Make to Stock) สำหรับใบสั่งซื้อผลิตภัณฑ์แบบสั่งผลิต ยังแบ่งออกเป็น สั่งผลิตแบบมีการยื่น Specification Number และการสั่งผลิตแบบยื่น Supporting Document ซึ่งปริมาณในการสั่งซื้อในแต่ละใบสั่งซื้อจะมีชนิดของผลิตภัณฑ์และปริมาณการสั่งซื้อมาก-น้อยตามที่ลูกค้าต้องการ โดยการเปิดใบสั่งซื้อจะดำเนินการโดยฝ่ายขาย ซึ่งจะทำการส่งใบสั่งซื้อมาให้กับแผนกวางแผนการผลิตเพื่อใช้ในการจ่ายงานในกิจกรรมการผลิตไปยังแผนกที่เกี่ยวข้องต่อไป

ปัจจุบันนี้ในการเปิดใบสั่งซื้อของฝ่ายจะไม่สามารถระบุรหัสของผลิตภัณฑ์ได้เมื่อมีการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าแบบมีการยื่น Specification รวมไปถึงการสั่งซื้อแบบใช้เอกสารสนับสนุน (Supporting Document: SD) ของโรงงานตัวอย่าง ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ตัวนั้นยังไม่เคยมีการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ให้ ดังนั้นทางแผนกวางแผนการผลิตจึงทราบรหัสผลิตภัณฑ์จากใบสั่งซื้อได้ จึงทำให้ทางแผนกวางแผนการผลิตเปิดใบสั่งงาน เช่น ใบสั่งผลิต / ใบสั่งตัดสายเป็นต้น จะต้องดูรหัสผลิตภัณฑ์จากคู่มือการผลิต (Manufacturing guide: MG) ที่จัดทำโดยแผนกออกแบบ

นอกจากนี้ในส่วนของฝ่ายบัญชีก็มีความจำเป็นต้องใช้รหัสผลิตภัณฑ์ในการจัดทำ Stock Card เพื่อใช้ในการตรวจสอบการรับผลิตภัณฑ์เข้าคลังสินค้า จากผู้มีหน้าที่ในการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ รวมทั้งมีการใช้รหัสผลิตภัณฑ์ในการโอนย้ายผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงกันระหว่างหน่วยงานทำให้ไม่สามารถโอนย้ายผลิตภัณฑ์ได้ เช่น การโอนย้ายผลิตภัณฑ์จากหน่วยงานบรรจุสายไปยังแผนกคลังสินค้าและจัดส่ง

ซึ่งในการสั่งผลิตสินค้าในแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมากและมีผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่อยู่ตลอดเวลา รวมไปถึงปัญหาในการสื่อสารและความสับสนในการดำเนินการผลิต เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตมีมาก ทำให้โรงงานตัวอย่างได้ใช้รหัสผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการสื่อความหมาย แต่การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่สามารถสอดคล้องกับชนิดผลิตภัณฑ์และการปฏิบัติงาน

ในการศึกษานี้ เพื่อการจำแนกชนิดและการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งจะทำการศึกษาจากโรงงานตัวอย่าง

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

ก่อตั้ง : 17 สิงหาคม 2507
พื้นที่โรงงาน : 56,000 ตารางเมตร
ทุนจดทะเบียน : 1,300 ล้านบาท
ลักษณะการดำเนินธุรกิจ : ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดง
พนักงานในโรงงาน : 368 คน (พนักงานรายเดือน 157 คน และพนักงานรายวัน 211 คน)
กำลังการผลิต : เป้าหมาย 1,700 ตัน / เดือน

1.3 สภาพปัญหาในโรงงานตัวอย่าง

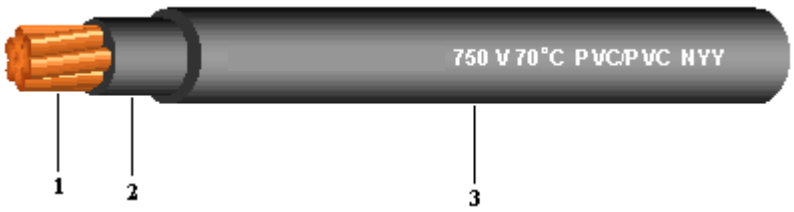
1.3.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน

1) ระบบการจำแนกประเภทผลิตภัณฑ์ในระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่ไม่สอดคล้องและไม่สามารถใช้งานร่วมกับระบบการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากระบบการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ไม่ละเอียดเพียงพอและไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานเนื่องจากอยู่ในรูปของเอกสาร
2) ระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บและการจำแนกประเภทผลิตภัณฑ์มีใช้เฉพาะบางหน่วยงานและใช้กับบุคลากรบางกลุ่ม

1.3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัดของระบบการกำหนดรหัสของผลิตภัณฑ์

1) การใช้ RUNNING NUMBER ในระบบการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ ไม่เหมาะสม และไม่สอดคล้องกับการใช้งานภายในโรงงานตัวอย่าง
2) รหัสผลิตภัณฑ์ไม่ครอบคลุมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต
3) รหัสผลิตภัณฑ์ที่ออกไม่ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่
4) การออกรหัสซ้ำซ้อน คือ มี ผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 ตัวที่ใช้รหัสตัวเดียวกัน ตัวอย่างเช่น

การกำหนดรหัสสายประเภท CU Low Voltage Power Cables ชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE) ดังรูปที่ 1.1 และตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.1 สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE) เปลือกนอกสีดำ

โครงสร้างสายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)

1. Conductor : CU Solid or concentric stranded annealed copper wires
2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC), Black color
3. Sheath : Polyvinyl chloride (PVC), Black color

การใช้งาน

For installation exposed or in raceway, dry or wet location or direct burying in ground.

ตารางที่ 1.1 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of Sheath	Overall diameter	Current rating		Minimum insulation resistance (at 70°C)	Cable weight (Approx.)	รหัสผลิตภัณฑ์ (บรรจุล้อ / R)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	mm	in air A	in ground A	Mohm-km	kg/km	
1	1/1.13	1.5	1.8	8.6	18	23	0.0207	80	4360060003012
1	7/0.40	1.5	1.8	8.8	18	23	0.0200	80	4360060003012
1.5	1/1.38	1.5	1.8	9.0	23	29	0.0184	90	4360060006012
1.5	7/0.50	1.5	1.8	9.2	23	29	0.0175	90	4360060006012
2.5	1/1.78	1.5	1.8	9.4	30	38	0.0157	100	4360060008012
2.5	7/0.67	1.5	1.8	9.8	30	38	0.0146	100	4360060008012
4	1/2.25	1.5	1.8	10.0	40	49	0.0135	130	4360060010012
4	7/0.85	1.5	1.8	10.5	40	49	0.0124	130	4360060010012

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

จากรูปที่1.1 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1.1 สายชนิดนี้ผลิตตาม มอก.11-2531 ตารางที่6 ที่ชนิดผลิตภัณฑ์เดียวกันจะมีโครงสร้างของตัวนำ (Conductor) สองแบบคือ เป็นตัวนำทองแดงที่เป็นลวดรีดเส้นเดียว (Solid Anneal copper wire) เท่ากับ 1/1.13 เส้นต่อตารางมิลลิเมตร และตัวนำทองแดงที่มีลวดรีดหลายเส้นมาตีเกลียวกันแบบไม่อัดแน่น (Concentric stranded copper conductor) เท่ากับ 7/0.40 เส้นต่อตารางมิลลิเมตร จากตารางที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าชนิด “750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)” นี้ จะใช้รหัสผลิตภัณฑ์เดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อออกแบบระบบการจำแนกชนิดและกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า โดยการจำแนกตามการออกแบบรูปทรง และชนิดของผลิตภัณฑ์ ในโรงงานตัวอย่าง

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตการศึกษามีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาระบบการจำแนกและกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าเฉพาะโรงงานตัวอย่าง
2. วิเคราะห์การใช้งานรหัสสำหรับผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าประเภทสายหุ้มทองแดงแรงดันต่ำ (Low Voltage Cable)

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษามีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาเอกลักษณ์และจำแนกประเภทองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า
3. ศึกษาการจำแนกผลิตภัณฑ์และการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง
4. การออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์
5. ทดลองและวิเคราะห์การใช้รหัสที่ได้ออกแบบ
6. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ MS Access ช่วยกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์
7. ทดสอบกับข้อมูลตัวอย่าง / ปรับปรุง และแก้ไขโปรแกรม
8. ทำคู่มือและแผ่นดิสก์ติดตั้ง
9. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ
10. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังต่อไปนี้

1. สามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าออกเป็นหมวดหมู่
2. ช่วยลดความซ้ำซ้อนในการออกแบบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์
3. ช่วยลดความซ้ำซ้อนในการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และใช้รหัสผลิตภัณฑ์
4. เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดเก็บ และสืบค้นรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.8 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2547			ปี พ.ศ. 2548											
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง			←	→											
2	ศึกษาเอกลักษณ์และจำแนกประเภทองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า				←	—	→									
3	ศึกษาการจำแนกผลิตภัณฑ์และการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง							←	—	—	→					
4	ออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์										←	—	—	—	—	→

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.8 แผนการดำเนินงาน (ต่อ)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2549												ปี พ.ศ. 2550	
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
4	ออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์	←	→												
5	ทดลองและวิเคราะห์การใช้รหัสที่ได้ออกแบบ			←							→				
6	ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ MS Access ช่วยกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์											←		→	
7	ทดสอบกับข้อมูลตัวอย่าง/ปรับปรุงและแก้ไขโปแกรม													←	→
8	ทำคู่มือและแผ่นดิสก์ติดตั้ง														↔
9	สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ													←	→
10	จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์														↔

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะที่สำคัญของสายไฟฟ้าจะอยู่ที่ความสามารถที่จะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สูงสุดและองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ชนิดของตัวนำไฟฟ้าและฉนวนที่หุ้ม ประเภทของการใช้งาน แรงดันไฟฟ้าที่สายไฟฟ้าจะทนได้ขณะใช้งาน และสภาพความแข็งแรงทางกล วัสดุที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่ โลหะเงิน โลหะทองแดง โลหะอะลูมิเนียม โลหะเงินเยอรมัน โลหะตะกั่ว และโลหะผสมต่างๆ ซึ่งตัวนำที่ดีที่สุดคือเงิน แต่เนื่องจากมีราคาที่แพงมากจึงเปลี่ยนมาเป็นทองแดงและอะลูมิเนียมแทน สายไฟฟ้าที่ใช้งานภายในอาคารบ้านเรือนจะใช้โลหะทองแดง และระบบไฟฟ้าแรงสูงจะใช้โลหะอะลูมิเนียม

โลหะทองแดงที่ใช้ในงานไฟฟ้าจะต้องมีความบริสุทธิ์มาก หากมีสิ่งเจือปนเล็กน้อยก็จะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นมาก โลหะทองแดงจะต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ทองแดงที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าได้แก่ สายทองแดงแข็งปานกลาง เป็นสายทองแดงที่ทำจากการรีดเส้นลวด เมื่อได้ขนาดตามที่ต้องการแล้วจะไม่นำไปอบให้อ่อน สายทองแดงชนิดนี้จะแข็งและทนต่อแรงดึงได้สูง สูงกว่าสายทองแดงชนิดอบให้อ่อนใช้ในงานเดินสายไฟฟ้ากลางแจ้ง และสามารถขึงให้ตึงมากๆได้ เช่น สายโทรศัพท์ สายโทรเลข สายทองแดงชนิดรีดแข็งนี้มีความต้านทานสูงกว่าสายทองแดงอ่อนราวร้อยละ 2.7 สายทองแดงอ่อนหรือชนิดอบให้อ่อนคือ สายทองแดงที่รีดได้ขนาดแล้วนำไปอบด้วยความร้อนให้อ่อน ซึ่งเมื่อนำไปหรือโค้งงอ จะสามารถทำได้ง่าย ทนแรงดึงได้เพียงร้อยละ60 ของสายทองแดงชนิดแข็ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 การศึกษาเอกลักษณ์และประเภทของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า

2.1.1 สายไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามลักษณะการใช้งาน
ซึ่งในทางเทคนิคมีชื่อเรียกกัน อยู่ 3 แบบ ดังนี้

1) Wire หมายถึงเส้นลวดที่ใช้เป็นสายตัวนำไฟฟ้า
2) Cord หมายถึงสายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก มีฉนวนแบบอ่อนตัวที่สามารถบิดงอได้ง่าย
3) Cableหมายถึงสายไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีฉนวนป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลได้อย่างมั่นคง ปลอดภัย ใช้ฝังใต้ดิน ทอดข้ามแม่น้ำ หรือเป็นสายเปลือยแขวนลอย

2.1.2 สายไฟฟ้าสามารถแบ่งตามโครงสร้างได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) สายไฟฟ้าที่มีฉนวนห่อหุ้ม
2) สายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก หรือสายเปลือย

2.1.2.1 สายไฟฟ้าที่มีฉนวนห่อหุ้ม แบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้
(1) สายไฟฟ้าที่ใช้งานกันมากตามอาคารบ้านเรือนและอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายๆ ชนิดสายไฟฟ้าที่มีฉนวนห่อหุ้ม มีหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้แบ่งออกเป็น 8 ประเภทได้แก่
(1.1) สายหุ้มยาง เป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยยางที่มีทั้งแบบธรรมดาและแบบทนความร้อน สายไฟฟ้าแบบนี้จะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพเร็ว ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้งาน
(1.2) สายหุ้ม PVC ชนิดนี้มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนความร้อนแข็งเหนียว ไม่เปื่อยง่าย นิยมใช้งานมากที่สุด
(1.3) สายหุ้มพลาสติกธรรมดา เป็นสายอ่อนเส้นเล็ก ภายในมีหลายเส้น เป็นสายไฟที่ไม่ถาวร ติดไฟได้ง่าย
(1.4) สายเดี่ยว เป็นสายไฟฟ้า 1 เส้น มี 1 แกน ใช้เดินทั้งภายในและภายนอกอาคารสายไฟฟ้าชนิดนี้ถ้าเดินในอาคารนิยมใช้ร้อยในท่อแล้วยึดท่อกับผนังหรือฝังท่อในเสาหรือพื้นบางครั้งก็นำมาใช้เดินภายนอกอาคาร การเดินสายเดี่ยวนี้ไม่นิยมเดินตีคลิป แต่จะเดินในท่อหรือวางรางเหล็กเสมอ หรือยึดติดกับผนังโดยใช้ประกับยึดเป็นช่วง ๆ

(1.5) สายคู่ เป็นไฟฟ้าที่ใช้เดินภายในอาคาร เป็นสายไฟฟ้าชนิด 1 เส้นมี 2 แกนหรือทำพิเศษให้มี 3 แกน โดยมีสายดินอีก 1 แกน

(1.6) สายเคเบิลใต้ดิน เป็นสายไฟฟ้าชนิดที่มีฉนวน PVC หุ้มลวดทองแดงอยู่แล้วยังมีฉนวนหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

(1.7) สายเคลือบน้ำยาหรือสายอีนาเมล เป็นสายเปลือยที่เคลือบน้ำยาเคมี ใช้งานกันมากในงานพันขดลวดไดนาโม มอเตอร์ หม้อแปลง ฯลฯ สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม นิยมใช้ฝังเข้ากับผนังตึกสายไฟฟ้าชนิดนี้มีราคาแพง

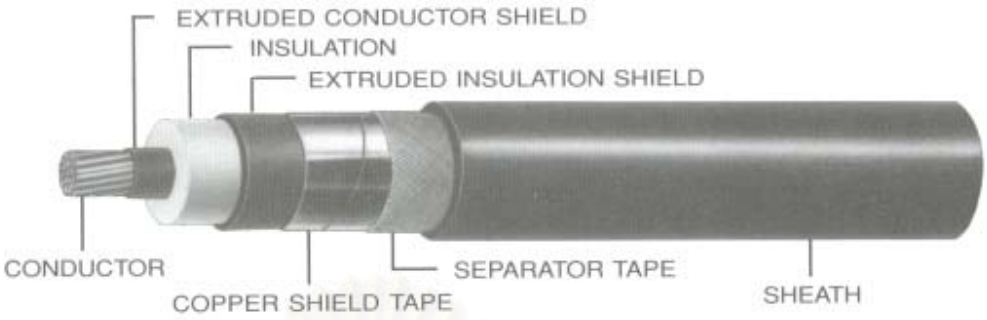
(2) สายที่ใช้ในการเดินสายแรงสูงผ่านที่อยู่อาศัย เพื่อความปลอดภัยต้องใช้สายที่มีฉนวนหุ้มซึ่งทำให้มีความเชื่อถือสูงขึ้น มีอยู่หลายชนิด ที่นิยมใช้แบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่

(2.1) สาย Partial Insulated Cable (PIC) โครงสร้างประกอบด้วยตัวนำอลูมิเนียมตีเกลียวอัดแน่น หุ้มด้วยฉนวน XLPE (Cross-linked Polyethylene) หรือ PE (Polyethylene) แล้วแต่ความเหมาะสม 1 ชั้น ปัจจุบันนิยมใช้ฉนวน XLPE ถึงแม้มีฉนวนหุ้ม ก็ไม่สามารถแตะต้องสายได้ เพราะฉนวนบางมาก ซึ่งจะช่วยลดการเกิดลัดวงจร ของสายเปลือยเท่านั้น ใช้เดินในอากาศผ่านลูกถ้วยแทนสายเปลือย

(2.2) สาย Space Aerial Cable (SAC) โครงสร้างประกอบด้วยตัวนำอลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มด้วยฉนวน XLPE เช่นเดียวกับสาย PIC แต่จะมีเปลือก (Sheath) ที่ทำจาก XLPE หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง แต่ไม่มีชีลด์ จึงไม่สามารถกั้นสนามไฟฟ้าที่ออกจากตัวนำได้ และถึงแม้จะมีเปลือกหุ้ม ก็ไม่ควรสัมผัสสายโดยตรง เพราะมีความเข้มสนามไฟฟ้าสูง ในการใช้งาน จำเป็นต้องติดตั้งบนฉนวนไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง และต้องใช้ฉนวนที่เรียกว่า spacer ที่เหมาะสมกับแรงดันเป็นตัวรองรับ และเพื่อจำกัดระยะห่างระหว่างสาย แม้ว่าจะสามารถวางไว้ใกล้กันได้มากกว่าสาย PIC แต่ต้องไม่เกินค่าจำกัดค่าหนึ่งและต้องใช้ Messenger Wire เป็นตัวรับน้ำหนักและช่วยดึงสายไว้ Messenger Wireจะต่อลงดินทำหน้าที่เป็นสาย Overhead Ground Wire ด้วย

(2.3) สาย Preassembly Aerial Cable สายชนิดนี้จัดเป็นสาย fully insulated มีโครงสร้างคล้ายสาย XLPE และสามารถวางใกล้กันได้ จึงใช้สายชนิดนี้ในบริเวณที่มี ระยะห่างจากตัวอาคารจำกัด หรือผ่านบริเวณที่มีคนอาศัยอยู่

(2.4) สาย Cross-linked Polyethylene (XLPE) สายชนิดนี้จัดเป็นสาย fully insulated มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.1

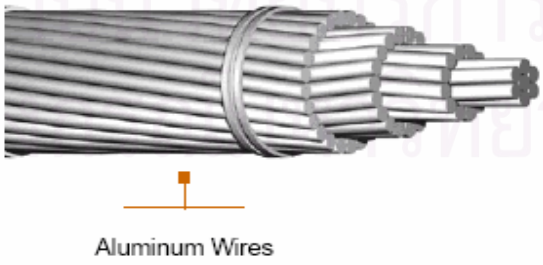


รูปที่ 2.1 สาย fully insulated

ที่มา: http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/wire/0003.html

2.1.2.2 สายไฟฟ้าที่ไม่มีฉนวนห่อหุ้มภายนอก หรือสายเปลือย ใช้เป็นสายไฟฟ้าแรงสูงที่เชื่อมโยงระหว่างเขื่อนกับสถานีจ่ายไฟหรือเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดต่างๆ สายเปลือยสามารถจุกระแสไฟฟ้า ได้มากกว่าสายหุ้มฉนวนที่มีขนาดและพื้นที่เท่ากันได้เกือบเท่าตัว เนื่องจากขึงไว้ในที่สูงและมีลมพัดผ่านตลอดเวลา เป็นการระบายความร้อนให้กับสายไฟฟ้า ทำให้สายไฟฟ้าไม่เกิดความร้อน สายเปลือยใช้กับระบบไฟแรงสูงที่มีแรงดัน 11 กิโลโวลต์ขึ้นไป สายเปลือยที่นิยมใช้งานได้แก่ สายอะลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบาและราคาถูก มีอยู่หลายชนิด ที่นิยมใช้แบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่

(1) สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (ACC – All Aluminum Conductor) ทำจากเส้นลวดอะลูมิเนียมล้วนชนิดรีดแข็ง ขนาดเท่าๆกัน พันตีเกลียวเป็นชั้นๆ สายไฟฟ้าชนิดนี้รับแรงดึงได้ต่ำมากจึงไม่สามารถขึงสายไฟให้มีระยะห่างกันมากๆ ได้ ปกติความยาวช่วงเสา ต้องไม่เกิน 50 เมตร ยกเว้นสายที่มีขนาด 95 SQ.MM ขึ้นไปสามารถมีระยะช่วงเสามากถึง 100 เมตร มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (ACC – All Aluminum Conductors)

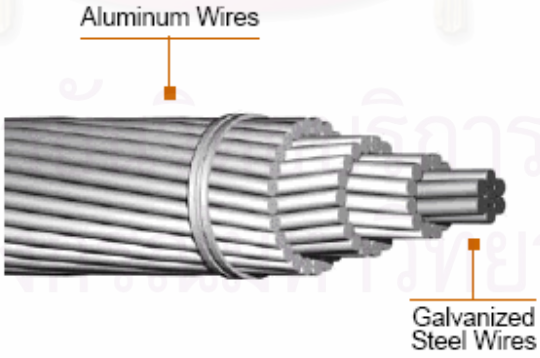
ที่มา: http://www.pdic.com/Products/Aluminum_BareConnector.htm

(2) สายอะลูมิเนียมผสม (AAAC-All Aluminum Alloy Conductor) เป็นสายไฟที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม 99% แมกนีเซียม 0.5% และซิลิคอน 0.5% มีความเหนียวและสามารถรับแรงดึงได้สูงกว่าอะลูมิเนียมล้วน ใช้ขึงสายไฟที่มีระยะห่างมาก ๆ ใช้ในงานเดินสายไฟบริเวณชายทะเล เพราะทนการกัดกร่อนของไอเกลือได้ดี มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 สายอะลูมิเนียมผสม (AAAC-All Aluminum Alloy Conductor)

ที่มา: http://www.pdic.com/Products/Aluminum_BareConnector.htm

(3) สายอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR-Aluminum Steel Reinforced) เป็นสายอะลูมิเนียมตีเกลียวที่มีสายเหล็กอยู่ตรงกลาง ทำให้รับแรงดึงได้สูงขึ้น จึงนิยมใช้สายอะลูมิเนียมแกนเหล็กกับสายงาน สายส่งไฟฟ้าแรงสูงที่มีระยะห่างของช่วงเสายาวมากๆ เช่น เสาโครงเหล็ก สายอะลูมิเนียม แกนเหล็กจะไม่ใช้งานในบริเวณชายทะเล เพราะไอของเกลือจะเกิดการกัดกร่อนสายไฟฟ้า ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง มีลักษณะดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สายอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR-Aluminum Conductor Steel Reinforced)

ที่มา: http://www.pdic.com/Products/Aluminum_BareConnector.htm

(4) สายอะลูมิเนียมแกนโลหะผสม เป็นสายไฟฟ้าแรงสูงที่คล้ายกับสายอะลูมิเนียมแกนเหล็กแต่รับแรงดึงได้น้อยกว่า

ที่มาของ 2.1: http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet7/elec1.htm

2.1.3 ระดับแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หมายถึง แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงซึ่งใช้สำหรับออกแบบสายไฟฟ้า และเพื่อกำหนดการทดสอบสายไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด จะแสดงในรูปของค่าแรงดันไฟฟ้า 2 ค่า Uo/U ในหน่วย โวลต์ โดยที่ค่า

Uo คือ แรงดันไฟฟ้าค่ารากของกำลังสองเฉลี่ย (r.m.s.) ระหว่างตัวนำไฟฟ้าหุ้มฉนวนกับระบบการลงดิน (earth)

U คือ แรงดันไฟฟ้าค่าของกำลังสองเฉลี่ยระหว่างตัวนำไฟฟ้าหุ้มฉนวน 2 แกนใดๆ ที่อยู่ในสายไฟฟ้าชนิดหลายแกน หรือที่อยู่ในระบบ สำหรับสายไฟฟ้าชนิดแกนเดียว

ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับแแรงดันไฟฟ้าที่ระบุของระบบต้องมีค่าไม่เกินแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า

ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันไฟฟ้าระบุของระบบจะต้องมีค่าไม่เกิน 1.5 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติงานของระบบ อาจมีค่าอย่างถาวรเกินแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบนั้นได้ร้อยละ10 ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ กำหนดของสายไฟฟ้ามีค่าอย่างน้อยเท่ากับแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ สายไฟฟ้านั้นสามารถใช้ในระบบที่แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดร้อยละ 10 ได้

ดังนั้นในการพิจารณาสายไฟฟ้านั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรกก็คือ พิกัดแรงดันสาย ซึ่งสายไฟฟ้าจะมีการระบุแรงดันพิกัดไว้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแต่ละมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบสายไฟฟ้า ดังนั้นในการเลือกชนิดของสายไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงพิกัดแรงดันใช้งานให้ถูกต้องด้วย เช่นสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 นั้น จะระบุแรงดันพิกัดไว้ 2 ระดับ คือ 300 โวลต์ และ 750 โวลต์ ดังนั้นในการเลือกชนิดของสายไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงพิกัดแรงดันใช้งานให้ถูกต้อง เช่นไม่สามารถใช้สายไฟฟ้าพิกัดแรงดันที่ต่ำกว่าไปติดตั้งในระดับแรงดันที่สูงกว่าได้

ระบบแรงดันไฟฟ้าที่มีใช้ในประเทศต่างๆ จะไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าและระยะทาง ดังนั้นสายไฟฟ้าจึงได้แบ่งแรงดันออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ คือ

1) แรงดันต่ำ (Low Voltage) คือ สายที่มีแรงดัน ไม่เกิน 750 V ตามมาตรฐาน มอก.11-2531 และแรงดันไม่เกิน 1 kV ตามมาตรฐาน IEC 60502-1
2) แรงดันปานกลาง (Medium Voltage) คือ สายที่มีแรงดันระหว่าง มากกกว่า1-35 kV
3) แรงดันสูง (High Voltage) สายที่มีแรงดันระหว่าง มากกกว่า35-115 kV
4) แรงดันสูงพิเศษ (Extra High Voltage) สายที่มีแรงดัน มากกว่า115-230 kV

2.1.4 มาตรฐาน (Standards)

มาตรฐาน แบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) มาตรฐานประจำชาติ (National Standards)
2) มาตรฐานสากล (International Standards)

2.1.4.1 มาตรฐานประจำชาติ (National Standards)

ประเทศอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในโลก จะมีมาตรฐานเป็นของตนเอง ซึ่งมาตรฐานประชาติของแต่ละประเทศ ต่างร่างขึ้นมาใช้ภายในประเทศของตนเอง เพื่อให้ตรงกับอุตสาหกรรมภายในประเทศและตรงกับวิธีปฏิบัติของตนเอง รวมถึงขึ้นกับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของประเทศนั้นๆ ด้วย ยกตัวอย่างมาตรฐานประจำชาติที่สำคัญได้แก่

- มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย
- BS (British Standard) ของสหราชอาณาจักร
- ANSI (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- DIN (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมันนี
- VDE (VERBAND DEUTSCHER ELECTRITECHNIKER) ของประเทศเยอรมัน
- JIS (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่น

2.1.4.2 มาตรฐานสากล (International Standards)

มาตรฐานสากลเป็นมาตรฐานที่มีสมาชิกอยู่หลายประเทศ เช่น มาตรฐาน IEC และ EN

(2.1) IEC (International Electro technical Commission) IEC เป็นองค์กรระหว่างประเทศและเป็นองค์การอิสระ ซึ่งมีคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอเทคนิกส์ เริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ.2449 มีสำนักงานใหญ่ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และร่วมมือกับISOอย่างใกล้ชิด มีวัตถุประสงค์เพื่อร่างมาตรฐานระหว่างประเทศทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังดำเนินการจัดทำระบบการตรวจประเมินเพื่อการรับรองคุณภาพให้กับมาตรฐานของ IEC การเป็นสมาชิก IECจะต้องมีการจัดตั้งคณะกรรมการแห่งชาติของประเทศ แต่ละประเทศจะมีคณะกรรมการแห่งชาติได้เพียงคณะเดียว (International Electro-technical Commission – IEC) แบ่งประเภทสมาชิกออกเป็น 2 ประเภท คือ Full member มีสิทธิเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเต็มที่ และสามารถเข้าร่วมกำหนดมาตรฐาน และAssociate member มีสิทธิได้รับข้อมูลข่าวสารความเคลื่อนไหวของ IEC โดยมีสิทธิจำกัดในการร่วมกิจกรรม

สำหรับประเทศที่ยังไม่มีการจัดตั้งคณะกรรมการแห่งชาติ อาจสมัครเป็นสมาชิกประเภท Pre-Associate member ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือในการจัดตั้งคณะกรรมการแห่งชาติ เพื่อให้สามารถเลื่อนเป็น Associate member ได้ต่อไป งานด้านการกำหนดมาตรฐานของ IEC มีคณะกรรมการวิชาการและคณะอนุกรรมการวิชาการเป็นผู้รับผิดชอบร่างมาตรฐานที่คณะกรรมการฯ ดังกล่าวจัดทำขึ้น จะถูกเวียนไปให้ประเทศสมาชิกพิจารณาก่อนจัดทำเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศสมาชิกประเภท Full member สามารถเข้าร่วมทำงานในคณะกรรมการวิชาการและคณะอนุกรรมการวิชาการได้ใน 2 ลักษณะ คือ

- ประเภทร่วมทำงาน (Participating member หรือ P-member) มีสิทธิออกเสียงในเอกสาร ที่คณะกรรมการวิชาการและ คณะอนุกรรมการวิชาการเสนอ รวมทั้งเข้าร่วมประชุมในคณะกรรมการ ฯ ที่ตนเป็นสมาชิก
- ประเภทสังเกตการณ์ (Observer member หรือ O-member) มีสิทธิรับทราบความคืบหน้าการทำงานของคณะกรรมการฯ ที่ตนเป็นสมาชิก รวมทั้งเสนอข้อคิดเห็นและเข้าร่วมการประชุมในฐานะผู้สังเกตการณ์

ในปัจจุบันมาตรฐานของ IEC ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ตามแนวโน้มความเป็นสากลของโลก และตามโลกาภิวัฒน์ (Globalization) โดยขณะนี้ IEC มีประเทศสมาชิกเกือบทุกประเทศในโลก

สำหรับประเทศไทยกับ IEC ประเทศไทยโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) สมัครเป็นสมาชิกของ IEC ประเภท Full Member ตั้งแต่ พ.ศ. 2534 โดยมีคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยมาตรฐานระหว่างประเทศสาขาอิเล็กทรอเทคนิกส์ ซึ่งแต่งตั้งโดยมติคณะรัฐมนตรี เป็นคณะกรรมการกำหนดนโยบายการเข้าร่วมกิจกรรมกับ IEC ในการเข้าร่วมกำหนดมาตรฐาน IEC ประเทศไทยได้สมัครเป็น P-member ในคณะกรรมการวิชาการและคณะอนุกรรมการวิชาการต่าง ๆ รวม 34 คณะ และเป็น O-member รวม 47 คณะ

(2.2) EN (European Standard) เป็นการร่วมตัวของประเทศในยุโรป จัดตั้งคณะกรรมการที่มีหน้าที่กำหนดมาตรฐานทางไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า CENELEN (European Committee for Electro technical Standardization) ซึ่ง CENELEN ได้จัดทำมาตรฐานทางไฟฟ้าของยุโรป คือ European Standard (EN) ซึ่งเป็นมาตรฐานบังคับ โดยกำหนดให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีมาตรฐาน EN นี้ จึงจะสามารถนำเข้ามาขายในกลุ่มประเทศสมาชิกได้ จุดประสงค์ก็เพื่อให้เกิดการค้าเสรี และทุกประเทศในกลุ่มมีมาตรฐานเดียวกัน

ซึ่งขณะที่มาตรฐานประจำชาติ (National Standards) ของชาติอุสาหกรรมใหญ่ๆ ได้ลดความสำคัญลง เนื่องจากมาตรฐานประจำชาติถือเป็นกำแพงการค้า (Trade Barrier) รูปแบบหนึ่ง หลายประเทศจึงได้พยายามปรับปรุงมาตรฐานของตนให้ตรงกับมาตรฐานสากล และมีหลายประเทศได้ยกเลิกมาตรฐานของตนเอง โดยนำมาตรฐานสากลทั้งฉบับมาใช้เป็นมาตรฐานประจำชาติของตนโดยไม่มีการแปลเป็นภาษาของตนเอง

สำหรับประเทศไทยสมัยก่อน ส่วนใหญ่มาตรฐานทางไฟฟ้าจะแปลและเรียบเรียงจากมาตรฐาน IEC การแปล นั้นต้องใช้เวลาและความหมายอาจไม่ตรงกับความหมายเดิม แต่ในขณะนี้มาตรฐานหลายฉบับไม่มีการแปลและเรียบเรียงอีกต่อไป แต่นำมาตรฐาน IEC ทั้งฉบับซึ่งเขียนเป็นภาษาอังกฤษมาเป็นมาตรฐานไทยเลยตามแนวปฏิบัติซึ่งหลายประเทศในโลกกำลังทำอยู่
ซึ่งมาตรฐานสากลและมาตรฐานประจำชาติ ข้อดี – ข้อจำกัด ดังตารางที่ 2.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อดี และข้อจำกัด มาตรฐานสากลและมาตรฐานประจำชาติ

มาตรฐาน	ปีที่ก่อตั้ง	ประเทศที่พัฒนา	ข้อดี	ข้อจำกัด
มาตรฐานสากล เช่น IEC-(International Electro-technical Commission)	พ.ศ. 2449	ทวีปยุโรป	เป็นที่ยอมรับทั่วโลก มาตรฐานนานาชาติ และเป็นที่นิยมใช้กันในเกือบทุกประเทศทั่วโลก	มีการแปลี่ยนแปลงและปรับปรุงบ่อย
มาตรฐานประจำชาติ เช่น TIS- TISI (Thailand Industrial Standards Institute) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเทศไทย (มอก.)	พ.ศ. 2446	ไทย	เป็นมาตรฐานของประเทศนั้นๆ จึงทำความเข้าใจได้ง่าย	ใช้ได้เฉพาะในแต่ละประเทศเท่านั้นๆ (LOCAL STANDARD)

2.1.5 อุณหภูมิแวดล้อมที่ใช้งาน

ในการพิจารณาใช้งานสายไฟฟ้า ในสถานที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิปกติ ทำให้ความสามารถในการรนำกระแสสายลดลง เพราะระบายความร้อนได้ไม่ดี ในการพิจารณาเลือกใช้สายไฟฟ้าจึงต้องคำนึงถึงลักษณะสภาพแวดล้อมที่ติดตั้งสายไฟฟ้าพาดผ่านด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.6 สายไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนประกอบ 5 ส่วนดังนี้

1) ตัวนำ (Conductor) ตัวนำของสายไฟฟ้าทำมาจากโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูง อาจเป็นตัวนำเดี่ยว (solid) หรือตัวนำตีเกลียว (strand) หรืออื่นๆ ที่นิยมได้แก่ ทองแดง และอะลูมิเนียม เป็นต้น ซึ่งมีข้อดี-ข้อเสีย คือ ทองแดง มีความนำไฟฟ้าสูงมาก แข็งแรง เหนียว ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ข้อเสีย คือ น้ำหนักมาก ราคาแพง จึงไม่เหมาะกับงานแรงดันสูง แต่เหมาะกับงานทั่วไป โดยเฉพาะงานในอาคารส่วน อะลูมิเนียม มีความนำไฟฟ้ารองจากทองแดง แต่เมื่อเทียบกรณีกระแสเท่ากันแล้ว อะลูมิเนียมจะเบาและราคาถูกกว่า จึงเหมาะกับงานนอกอาคารและแรงดันสูงอะลูมิเนียมถ้าทิ้งไว้ในอากาศ จะเกิดออกไซด์เป็นฉนวนฟิล์มบางๆ ป้องกันการสึกกร่อน แต่ทำให้การเชื่อมต่อทำได้ยาก
ซึ่งแสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติทองแดง และอะลูมิเนียม ได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบ คุณสมบัติของทองแดง และอะลูมิเนียม

ข้อเปรียบเทียบ	อะลูมิเนียม	ทองแดง
ความนำไฟฟ้า (เงิน = 1.0)	0.585	0.975
ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.71	8.89
แรงดึง (N)	180×10^5	384×10^5
ความต้านทานสายยาว 1 km. พท. หน้าตัด 1 $mm.^2$ (โอห์ม)	27.75	16.92
น้ำหนักสายยาวต่อ 1 km พท. หน้าตัด 1 $mm.^2$ (N)	8.144	27.07
อัตราส่วนความนำไฟฟ้า (พท. หน้าตัดเท่ากัน)	0.6	1.0
อัตราส่วนพื้นที่หน้าตัด (ความต้านทานเท่ากัน)	1.66	1.0
อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลาง (พท. หน้าตัดเท่ากัน)	1.29	1.0
อัตราส่วนน้ำหนัก (พท. หน้าตัดเท่ากัน)	1.0	3.3
อัตราส่วนน้ำหนัก (ความต้านทานเท่ากัน)	1.0	2.0
สัมประสิทธิ์การขยายตัวต่อ 1 ^oC	0.0000245	0.0000170
จุดหลอมเหลว (^oC)	660	1083

2) ชีลด์ของตัวนำ (Conductor Shield) ทำด้วยสารกึ่งตัวนำ มีหน้าที่ช่วยให้สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำกับฉนวนกระจายอย่างสม่ำเสมอในแนวรัศมี ช่วยลดการเกิด Break down ได้

3) ฉนวน (Insulation) เป็นชั้นที่ห่อหุ้มชีลด์อีกทีหนึ่ง เพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงระหว่างตัวนำ หรือตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดิน ในระหว่างที่ตัวนำ นำกระแสไฟฟ้า จะเกิดพลังงานสูญเสียในรูปความร้อน ซึ่งจะถ่ายเทไปยังเนื้อฉนวน ความสามารถในการทนต่อความร้อนของฉนวน จะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการทนความร้อนของสายไฟฟ้านั่นเอง การเลือกใช้ชนิดของฉนวน จะขึ้นกับอุณหภูมิใช้งาน แรงดันของระบบ และสภาพแวดล้อมในการติดตั้ง วัสดุที่นิยมใช้เป็น ฉนวนมากที่สุดในขณะนี้ คือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross Linked Polyethylene (XLPE) คุณสมบัตดังตารางที่ 2.3 เป็นต้น

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPE

คุณสมบัติ	PVC	XLPE
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะใช้ (^{o} C)	70	90
พิกัดอุณหภูมิขณะลัดวงจร (^{o} C)	120	250
ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก	6	2.4
ความหนาแน่น (g/cm^{3})	1.4	0.92
ความนำความร้อน (cal/ cm .sec ^{o} C)	3.5	8
ความทนทานต่อแรงดึง (kg/mm^{2})	2.5	3

ที่มา : http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/wire/0001.html

4) ชีลด์ของฉนวน (Insulation Shield) เป็นชั้นของ semi-conducting tape พันทับชั้นของฉนวนจากนั้นก็หุ้มด้วยชั้นของ Copper Tape อีกทีหนึ่ง ชีลด์ของฉนวนนี้ทำหน้าที่ จำกัดสนามไฟฟ้า ให้อยู่เฉพาะภายในสายเคเบิล เป็นการป้องกันการรบกวนระบบสื่อสาร นอกจากนี้การต่อชีลด์ลงดิน จะช่วยลดอันตราย จากการสัมผัสถูกสายเคเบิลด้วย และทำให้เกิดการกระจายของแรงดันอย่างสม่ำเสมอเวลาใช้งาน

5) เปลือกนอก (Jacket) อาจเป็น Polyvinyl Chloride หรือ Polyethylene ก็ได้แล้วแต่ลักษณะงาน ถ้าเป็นงานกลางแจ้ง มักใช้ Polyvinyl Chloride เพราะเฉื่อยต่อการติดไฟ ขณะที่ Polyethylene มักใช้งานเดินลอย เนื่องจากทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ สายชนิดนี้สามารถเดินลอย ในอากาศหรือฝังดินก็ได้ แต่นิยมฝังใต้ดิน เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทานสามารถทนต่อความชื้นได้ดี

2.2 ทฤษฎีเทคโนโลยีกลุ่ม (Group Technology หรือเรียกโดยย่อว่า GT)

ทฤษฎีเทคโนโลยีกลุ่มมีมาตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่เพิ่งมีการใช้อย่างแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้ ทั้งนี้เนื่องจาก GT มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระบบผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing) และโปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติที่ใช้ในโรงงาน ในความเป็นจริง GT ไม่ได้มีความหมายเพียงการจัดวางผังเครื่องจักรในลักษณะแบบเซลล์เท่านั้น แต่ GT ควรจะเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวางแผนเมื่อเราต้องการเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการสร้างระบบผลิตแบบเซลลูลาร์ และยังเกี่ยวข้องกับการนำเอาเทคโนโลยี หลักการบริหาร แนวความคิด วิธีการทำงาน และปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดร่วมกันในองค์กรมาจัดกลุ่มเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน GT ควรจะเริ่มต้นจากการทบทวนแผนกลยุทธ์ทางธุรกิจ เช่น เป้าหมาย ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ทรัพยากร และเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ เป็นต้น

เทคโนโลยีกลุ่ม หรือ GT หมายถึง การจัดกลุ่มของเทคโนโลยีหลายชนิดเพื่อที่จะทำให้บรรลุถึงความสามารถในการแข่งขันที่เหนือกว่า สำหรับระบบการจัดกลุ่มและการกำหนดรหัส (Classification and Coding System หรือ C&C) กับชิ้นงาน นับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเทคโนโลยีกลุ่ม เป็นการเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดเก็บรูปลักษณ์ที่เกี่ยวกับการออกแบบหรือการผลิตของชิ้นงาน สิ่งเหล่านี้จะทำให้เราสามารถที่จะดึงและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรูปลักษณ์ที่ต้องการของชิ้นงานได้ และเป็นวิธีการบ่งชี้ถึงคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบหรือรูปลักษณ์ทางด้านการผลิตสำหรับกลุ่มของชิ้นงาน เทคโนโลยีกลุ่มที่ได้มีการจัดกลุ่มและให้รหัสแก่ชิ้นงานจะก่อให้เกิดการติดต่อสื่อสารกันระหว่างฐานข้อมูลทางด้านการออกแบบและฐานข้อมูลด้านการผลิต ดังรูปที่ 2.2.1

รูปที่ 2.5 Group Technology

เป็นส่วนเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างฐานข้อมูลทางด้านการออกแบบและการผลิต

ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารหัสที่ประกอบด้วยตัวเลขหรือตัวอักษรหลายหลัก เพื่อใช้บ่งชี้คุณสมบัติและรูปลักษณ์ที่สำคัญของชิ้นงานที่มีความจำเป็นในการจัดกลุ่มชิ้นงานเหล่านั้น สำหรับการนำ GT ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ควรจะเริ่มตั้งแต่กระบวนการทบทวนในรายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง และควรเริ่มตั้งแต่แผนกที่เป็นจุดเริ่มต้นของการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ คือ แผนกวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ และแผนกวิศวกรรมการออกแบบ เนื่องจากในปัจจุบันนี้ความต้องการทางด้านผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายมากขึ้นในขณะที่ขนาดรุ่นเล็กลง ทำให้มีผลกระทบต่อเวลาในการใช้ในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตน้อยลง ในการตัดสินใจที่ถูกต้องในช่วงการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะมีผลต่อประสิทธิภาพในการดำเนินงานของแผนกต่อไป ซึ่ง GT จะช่วยให้เราสามารถจัดรูปแบบและควบคุมการดำเนินการต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งหลักการของ (Group Technology หรือ GT) ให้ความสำคัญกับการกำหนดรหัสสำหรับชิ้นงานใหม่และชิ้นงานที่มีอยู่แล้ว และป้อนข้อมูลเหล่านั้นลงในฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และการนำกลับมาใช้ในอนาคต และเผื่อให้แผนกถัดไปได้นำไปใช้ด้วย เมื่อฐานข้อมูลมีจำนวนข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกลุ่มและให้รหัสแก่ชิ้นงานมากพอ ควรมีการตรวจสอบและค้นหาข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลก่อนที่จะมีการออกแบบชิ้นงานใหม่เพื่อลดจำนวนชิ้นงานใหม่ลงและนำข้อมูลของชิ้นงานใหม่มาใช้ประโยชน์ สำหรับทีมออกแบบต้องคัดมาจากบุคคลหลาย ๆ หน่วยงาน และบุคคลเหล่านั้นต้องยึดหลักการเกี่ยวกับออกแบบสำหรับผลิต และการประกอบอย่างเคร่งครัด เพื่อสนับสนุนการใช้แบบวิศวกรรมที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด เพื่อลดจำนวนชิ้นงานใหม่ โดยต้องหาความต้องการที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานและความสามารถของเครื่องจักร

ในกิจกรรมการออกแบบ วิศวกรที่ทำการออกแบบชิ้นงานใหม่โดยไม่ได้พยายามค้นหาแบบที่อาจจะเคยทำไว้แล้ว จึงทำการออกแบบใหม่ทั้งหมด เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม วิธีการที่เหมาะสมก็คือการนำชิ้นงานที่เคยทำไว้แล้วและมีความคล้ายคลึงกัน มาเปลี่ยนแปลงแก้ไข ซึ่งสามารถทำให้ลดเวลาในการออกแบบได้ เพราะการออกแบบซ้ำ นอกจากจะเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายในการออกแบบแล้ว ยังเกิดความสูญเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตอีกด้วย เนื่องจากผลิต ผลิตภัณฑ์หลายอย่างทำให้มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไปด้วย นอกจากนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งชนิด อาจให้กระบวนการผลิตได้หลายแบบตามจำนวนผู้ออกแบบการผลิต ขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ออกแบบกระบวนการผลิต ซึ่งมีผลทำให้เวลาในการผลิตต่างกันไป ซึ่งส่งผลต่อการใช้เครื่องจักรในการผลิตมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิด

ค่าใช้จ่ายด้านเครื่องมือ เวลาที่ใช้ในการเตรียมการผลิต ทำให้เกิดเศษวัสดุที่เหลือจากการผลิต (Scrap) ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพ สูงมาก เป็นต้น ดังนั้น การทำให้ชิ้นส่วนและแผนการผลิตที่เป็นมาตรฐานจะทำให้ การกำหนดงาน (Scheduling) การใช้งานเครื่องจักร (Machine Loading) การควบคุมการผลิตง่าย และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

2.3 หลักการพื้นฐานสำหรับการจำแนกชิ้นส่วน

หลักการพื้นฐานที่ใช้ในการจำแนกการกำหนดรหัสชิ้นส่วนประกอบในทางอุตสาหกรรม คือ การรวบรวมและแยกเอาชิ้นส่วนที่ใช้ในงานประกอบเป็นประจำหรือถาวร ออกจากชิ้นส่วนที่ใช้แบบชั่วคราว โดยพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วนนั้นๆ โดยรหัสนั้นสามารถบอกได้ทั้งรูปร่างของชิ้นส่วนและตำแหน่งที่ใช้งานด้วย

หลักการหรือทฤษฎีอื่นๆ ที่ใช้ในการจำแนกชิ้นส่วน อาจแบ่งแยกชิ้นส่วนออกจากกันตามตำแหน่งที่ใช้ชิ้นส่วนนั้นๆ ประกอบเข้าไป ซึ่งระบบการวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning หรือ MRP) มักใช้หลักการนี้เป็นหลักพื้นฐาน ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัส (Classification and Coding System) จำแนกชิ้นส่วนในวิธีดังกล่าว ชิ้นส่วนประกอบจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ มิติ (Dimensions) ชนิดของชิ้นส่วน (Part Type) วัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วน (Materials) รูปทรงเรขาคณิต (Geometry) โดยคุณลักษณะพื้นฐานดังกล่าวนี้ จะใช้เป็นบรรทัดฐานของการจัดระบบ ทำให้ได้ระบบที่ใช้งานได้อย่างเหมาะสมและไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เว้นแต่วัสดุ (Materials) ที่ใช้ทำชิ้นส่วนเท่านั้น สำหรับการแบ่งและการกำหนดรหัสแก่ชิ้นส่วนตามวิธีนี้เป็นการนำเอากลุ่มของรหัสที่ใช้แทนรูปร่างลักษณะ (Taxonomy) มาช่วยในการกำหนดรหัส กลุ่มรหัส (Taxonomic) ลักษณะการแบ่งเหมือนโครงสร้างของต้นไม้ ระบบดังกล่าวประกอบด้วย Taxonomic หลักอยู่ 4 ส่วน คือ ส่วนแรกประกอบด้วย มิติหยาบ (Rough Dimensions) มิติสำเร็จ (Finished Dimensions) และความแตกต่างของมิติหยาบและมิติละเอียดหรือขนาดของชิ้นงานที่ต้องการทำงาน machine (Make Taxonomic) ส่วนที่สองรหัสของชิ้นส่วน (Part Type Taxonomy) ส่วนที่สามรหัสวัตถุดิบ(Material Taxonomic) ส่วนสุดท้ายรหัสรูปทรงทางเรขาคณิต (Part Geometry and Form Feature Taxonomic)

ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัส(Classification and Coding System) ได้รับการออกแบบให้มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับระบบดังกล่าว คือ ใช้คุณลักษณะของชิ้นส่วนเป็นตัวกำหนดรหัส และเมื่ออุตสาหกรรมต่างๆ มีประสบการณ์ในระบบการจำแนกและการกำหนดรหัสเพิ่มมากขึ้น จะทำให้เกิด

การพัฒนาในการออกแบบตระกูลของชิ้นส่วน รวมถึงการผลิต Part Families ด้วยTaxonomic ของมิติหยาบ และมิติสำเร็จ เป็นตัวจำแนกและกำหนดรหัส ความยาว, ความกว้าง และความหนา ของชิ้นส่วนออกเป็น 2 ขั้นตอนที่แตกต่างกันในกระบวนการผลิต โดยมิติหยาบใช้ร่วมกับชิ้นส่วนก่อนทำการขึ้นรูป ซึ่งเมื่อได้รับการmachineแล้ว ก็จะใช้มิติสำเร็จแทนเพื่อใช้การประกอบต่อไป ในกระบวนการผลิตจะมีการกำหนดรหัสของมิติหยาบและมิติสำเร็จของชิ้นส่วนไว้ แม้ว่ามิติทั้งสองนี้จะไม่ได้เป็นตัวบอกรายละเอียดที่สำคัญในการmachineก็ตาม แต่จะมีประโยชน์ในการเคลื่อนย้ายวัสดุหรือชิ้นงาน ระหว่างหน่วยผลิต

Make Taxonomy (MT) จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมิติหยาบและมิติสำเร็จของชิ้นส่วนที่ทำจากวัตถุดิบ รายละเอียดที่ได้จาก MT จะมีประโยชน์มากในการกำหนดขั้นตอนและความมากน้อยในการ machine ชิ้นส่วนระหว่างการผลิต รหัสของชิ้นส่วน (Part Type Taxonomy) จะเป็นตัวจำแนกชิ้นส่วนในลักษณะที่จะแบ่งชิ้นส่วนออกเป็นส่วนประกอบย่อยและส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ยังเป็นตัวแยกชิ้นส่วนออกจากกันระหว่างชิ้นส่วนที่เห็นได้ชัดเจนเมื่อประกอบกันแล้วกับชิ้นส่วนที่ซ่อนอยู่ด้านในไม่สามารถมองเห็นได้ รหัสวัตถุดิบ (Material Taxonomic) จะแบ่งหรือกำหนดรหัสชิ้นส่วนตามประเภทของวัตถุดิบที่ใช้ทำชิ้นส่วนนั้นๆ และยังมีผลต่อลำดับการผลิตอีกด้วย เช่น ลวดทองแดงชุบดีบุกที่สั่งซื้อมาเป็นพิเศษ เป็นการลดขั้นตอนการผลิต

สำหรับการกำหนดรหัสตามกระบวนการผลิตมีเหตุผลสำคัญก็เพื่อทำให้ทราบว่าเครื่องมือและกรรมวิธีการผลิตใดที่ต้องใช้ในการผลิตชิ้นส่วนนั้นๆ ส่วนรหัสของรูปทรงเรขาคณิตให้ความสะดวกในส่วนที่สามารถอธิบายถึงคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นส่วนได้ แต่สิ่งหนึ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงวิธีการกำหนดรหัสตามกระบวนการผลิตก็คือ มีเครื่องมือหลายชนิดที่สามารถใช้ในงานพื้นฐานของงานนั้นได้ เพราะจะทำให้จำนวนของ Taxonomy ที่จะต้องกำหนดจะมีจำนวนมากเกินความจำเป็น ซึ่งเครื่องมือบางชนิดอาจไม่ได้ทำการผลิตชิ้นงานนั้นเลย และการกำหนดรหัสตามกระบวนการผลิตจะอยู่บนรากฐานของข้อมูลที่ตายตัวไม่ยืดหยุ่น ดังนั้นจึงทำให้รหัสของรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนเป็นวิธีที่ดีกว่าการกำหนดรหัสตามขั้นตอนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

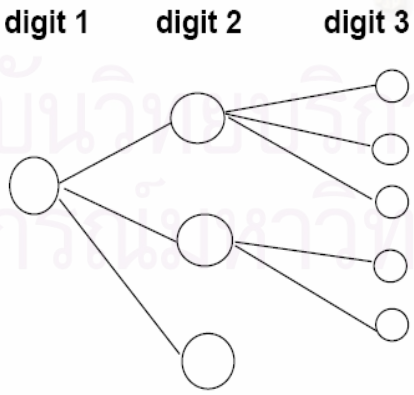
2.4 โครงสร้างระบบการจำแนก

ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัส พัฒนามาจากเทคโนโลยีกลุ่ม(Group Technology) เทคโนโลยีกลุ่มเป็นการจัดการและวางแผนชิ้นส่วนให้เป็นหมวดหมู่ตามความคล้ายคลึงกันของรูปลักษณ์หรือขั้นตอนการผลิต โดยการแบ่งกลุ่มตามโครงสร้าง ข้อกำหนดในการออกแบบลักษณะการผลิต คุณสมบัติการใช้งาน เป็นต้น เป็นการใช้ประโยชน์จากความคล้ายคลึงกันบางอย่างของสิ่งที่ต้องการการจัดการ

ในการกำหนดรหัสให้กับวัสดุจากระบบการจำแนกและให้รหัสวัสดุ(Group Technology Code) มีวัตถุประสงค์ในการใช้รหัสในการแสดงคุณลักษณะของวัสดุนั้น ๆ โดยพยายามจำแนกคุณลักษณะของวัสดุออกเป็นหมวดหมู่ (Part Classification and Coding System) แล้วกำหนดรหัสให้กับแต่ละหมวดหมู่ที่จำแนก ซึ่งวัสดุต่างรายการอาจมี Group Technology Code ซ้ำกันได้ ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างของระบบออกได้เป็น 3 แบบ

2.4.1 โครงสร้างระบบรหัสแบบตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure หรือ Mono code)

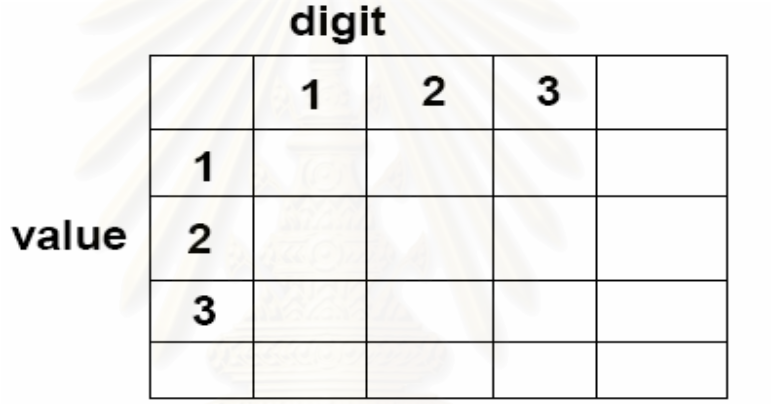
การกำหนดรหัสแบบลำดับชั้น ความหมายของรหัสแต่ละตัวจะขึ้นกับความหมายของรหัสตัวก่อนหน้าหมายถึง รหัสแต่ละตัวจะถูกขยายข้อมูลหรือความหมายด้วยรหัสตัวก่อนหน้ามัน ซึ่งทำให้โครงสร้างการกำหนดรหัสเหมือนกับโครงสร้างต้นไม้ ดังรูปที่ 2.6 โดยการกำหนดจะให้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันมาก



รูปที่ 2.6 โครงสร้างรหัสแบบตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure หรือ Mono code)

2.4.2 โครงสร้างระบบรหัสแบบลูกโซ่ (Chain Structure หรือ Poly code หรือ Attributes)

การกำหนดรหัสแบบลูกโซ่ เป็นการกำหนดรหัสไม่ต่อเนื่อง หรือรหัสที่มีตำแหน่งตัวเลขตายตัว ตามความหมายของแต่ละตำแหน่งจะเป็นอิสระไม่ขึ้นกับตำแหน่งอื่น ๆ ดังนั้นคุณสมบัติของชิ้นส่วนสามารถระบุในแต่ละตำแหน่งในรหัสแบบลูกโซ่ได้ การแก้ไขสามารถทำได้ง่ายขึ้นถ้ามีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาช่วย จึงนิยมนำมาใช้ในระบบการผลิต เพราะจะทำให้ง่ายในการแยกแยะหรือรวมกลุ่มของชิ้นส่วนต่าง ๆ แต่การกำหนดรหัสแบบนี้ต้องมีการสำรองรหัสเผื่อไว้ทำให้ต้องมีการกำหนดรหัสไว้หลายตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.7

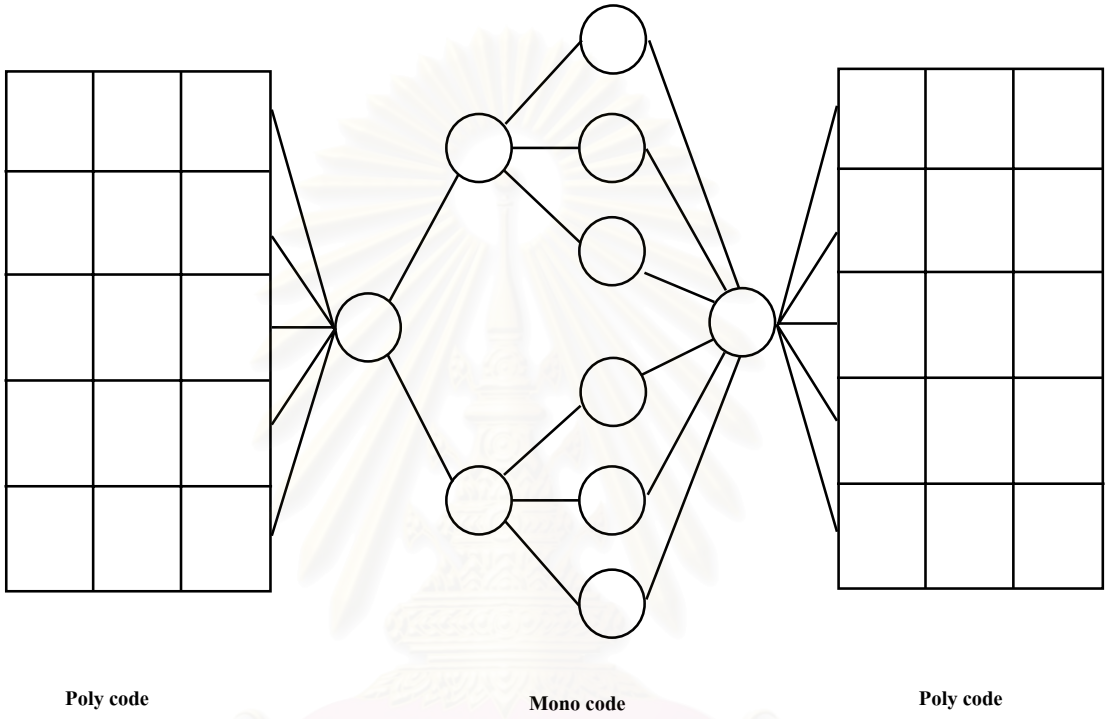


รูปที่ 2.7 โครงสร้างรหัสแบบลูกโซ่ (Chain Structure หรือ Poly-code หรือ Attributes)

2.4.3 โครงสร้างระบบรหัสแบบผสม(Hybrid Structure หรือ Semi-Poly code หรือ Mixed code)

การกำหนดรหัสแบบผสม เป็นการผสมโครงสร้างระหว่างรหัสแบบตามลำดับชั้นกับรหัสแบบลูกโซ่ เป็นการนำส่วนที่ดีของรหัสตามลำดับชั้นและรหัสแบบลูกโซ่มาใช้ เช่น ตำแหน่งแรกจะบอกถึงชนิดของชิ้นส่วน ตำแหน่งถัดมาจะบอกถึงลักษณะของชิ้นส่วน และตำแหน่งสุดท้ายจะระบุถึงรายละเอียดเพิ่มเติมเช่น วัสดุที่ใช้ทำ เป็นต้น ดังนั้นคนส่วนใหญ่จึงนิยมใช้รหัสแบบผสมเพราะแสดงถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของชิ้นส่วนได้ดีกว่าใช้รหัสแบบตามลำดับชั้น และรหัสแบบลูกโซ่ แบบใดแบบหนึ่งเพียงอย่างเดียว เพราะรหัสแบบผสมเหมาะในการจำแนกชิ้นส่วนที่มีคุณลักษณะพิเศษได้อีก

ด้วย และในการใช้งานรหัสแบบผสมในปัจจุบันจะใช้รหัสส่วนแรกเป็นรหัสแบบตามลำดับชั้น ส่วนหลังจะเป็นรหัสแบบลูกโซ่ และบางระบบงานจะใช้รหัสแบบลูกโซ่เป็นรหัสส่วนเสริม (Supplementary Code) ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างรหัสแบบผสม (Hybrid Structure หรือ Semi-Poly code หรือ Mixed code)

2.5 ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัส

กระบวนการจำแนกและการกำหนดรหัสชิ้นส่วนจะต้องได้รับการออกแบบให้มีข้อผิดพลาดของรหัสน้อยที่สุด และสามารถกำหนดรหัสได้อย่างรวดเร็ว รหัสที่ดีและมีความสมบูรณ์ครบถ้วนส่วนใหญ่จะเป็นการรวมเอารหัสทางอักษรและตัวเลขเข้าไว้ด้วยกัน

กระบวนการกำหนดรหัสยังสามารถกำหนดได้เร็วขึ้นอีก โดยการจัดกลุ่มของชิ้นส่วนให้เหมาะสมก่อนที่จะมีการกำหนดรหัส การรวมเอาชิ้นส่วนที่มีรูปร่างทางเรขาคณิตเหมือนกันเข้าได้

ด้วยกัน โดยใช้สมมุติฐานว่าชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถใช้รหัสในลักษณะที่เหมือนกันได้ ผู้กำหนดหรัส สามารถรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของชิ้นส่วนและบันทึกลงในแบบฟอร์ม และเพื่อเป็นการฝึกฝนการกำหนดรหัส

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิต ได้มีการพัฒนาระบบการจำแนกและการกำหนดรหัสขึ้นมาใช้กันมากมายหลายระบบ เช่น ระบบ OPITZ โดย Dr. H. OPITZ ระบบ D-Class ของมหาวิทยาลัย Brigham ระบบ MI-Class จาก The Organization for Industrial Research Inc., CODE และ BRISCH ซึ่งระบบที่กล่าวถึงนี้เป็นระบบที่นิยมนำไปใช้มากที่สุด โดยมีการนำใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนโลหะเสียเป็นส่วนมาก ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ระบบการจำแนกรหัสและการกำหนดรหัส ที่ใช้ในประเทศต่าง ๆ

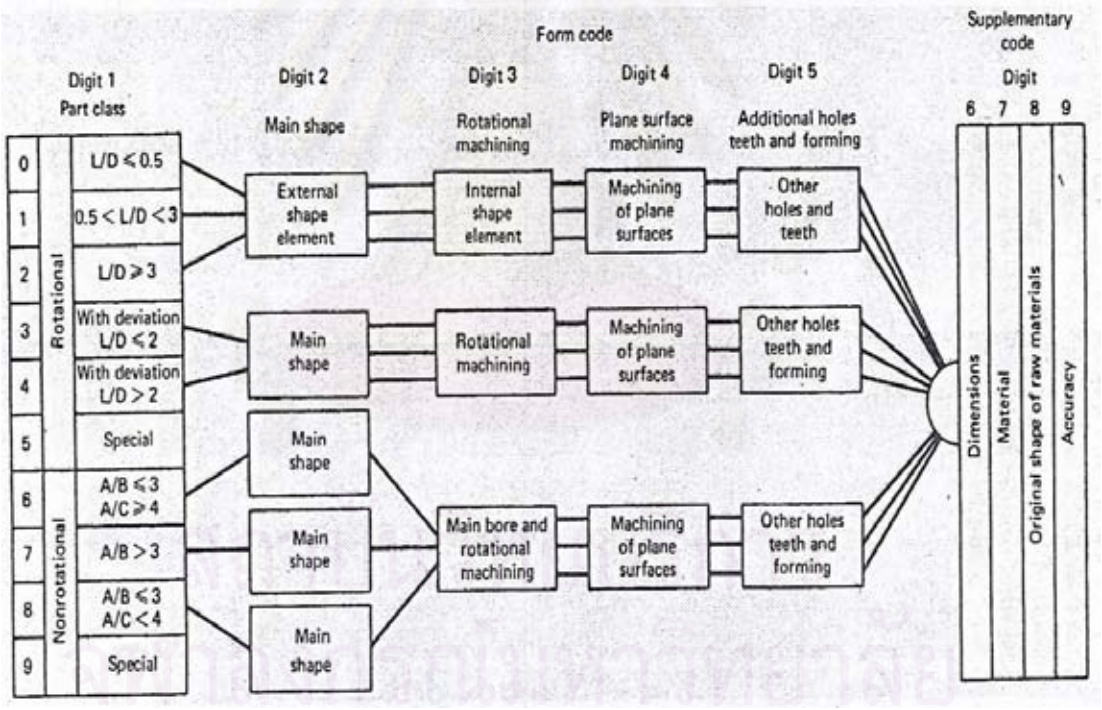
ประเทศ	ระบบที่ใช้
เชคโกสโลวาเกีย	VOUSO VUSTE
เยอรมันตะวันออก	DDR Standard
เยอรมันตะวันตก	OPITZ ZAFO GILDMEISTER PITTLER
ญี่ปุ่น	KC-1 KC-2 KK-1 KK-2 KK-3
เนเธอร์แลนด์	TNO-MI-CLASS
สวีเดน	PGM
อังกฤษ	BRISCH
สหรัฐอเมริกา	CODE BRISCH (USA) TNO-MI-CLASS (USA)Part Analog
รัสเซีย	MITROFANOV NIITMASH VPTI LITMO
ยูโกสลาเวีย	IAMA

2.5.1 ระบบการกำหนดรหัสแบบ OPITZ

ระบบนี้ได้รับการพัฒนาโดย Dr. H. OPITZ แห่งมหาวิทยาลัย ACHEN ประเทศเยอรมันตะวันตก ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มในเรื่องเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม และมีชื่อเสียงมากที่สุดในเรื่องการจำแนกและการกำหนดรหัส โดยระบบ OPITZ จะใช้รหัสโครงสร้างดังต่อไปนี้

12345 6789 ABCD

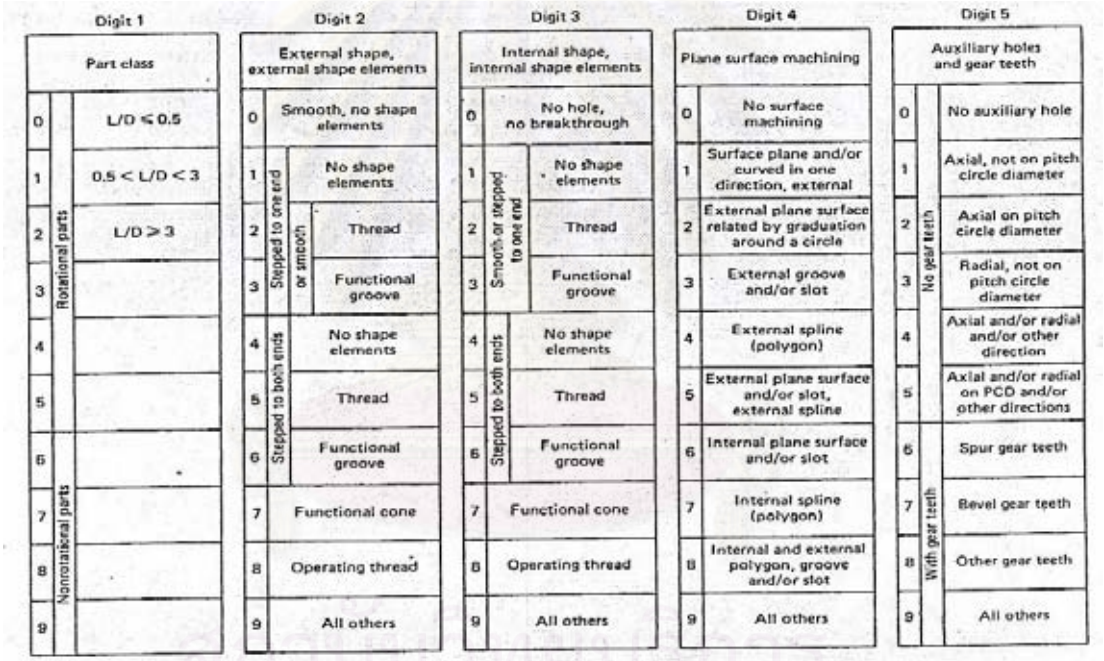
โดยรหัสจะประกอบด้วยรหัสพื้นฐานอยู่ 9 หลัก และสามารถเพิ่มได้อีก 4 หลัก (ABCD) โดยรหัส 9 หลักแรกจะแสดงถึงข้อมูลในแง่ของการออกแบบและการผลิต ดังตารูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของระบบ OPITZ

ใน 5 หลักแรกจะเรียกว่า รหัสรูปร่าง (Form Code) จะอธิบายถึงลักษณะการออกแบบ และรหัสอีก 4 ตัวถัดมา เรียกว่า รหัสเสริม (Supplementary Code) จะอธิบายถึงลักษณะในการผลิต เช่น ขนาด วัตถุดิบ เป็นต้น ส่วนรหัสอีก 4 (ABCD) ตำแหน่งที่อาจเพิ่มเข้าไปนั้น อาจจะเรียกว่า รหัสชุดที่ 2 (Secondary Code) หมายถึง ชนิดของการผลิต หรืออาจกำหนดขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์พิเศษบางอย่างก็ได้

นอกจากนี้เพื่อให้สามารถเข้าใจเกี่ยวกับตัวระบบมากยิ่งขึ้น Dr. H. OPITZ ยังได้เขียนอธิบายวิธีการของระบบว่าทำงานอย่างไร โดยอธิบาย 5 หลักแรก ดังนี้ หลักที่ 1 อธิบายถึงลักษณะชิ้นงานกลมหรือไม่กลม และยังอธิบายถึงรูปร่างทั่วไป ตามตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งแสดงการกำหนดรหัสหลักที่ 1 ถึง 5 ของชิ้นงานรูปร่างกลมในระบบ OPITZ ดังรูปที่ 2.10

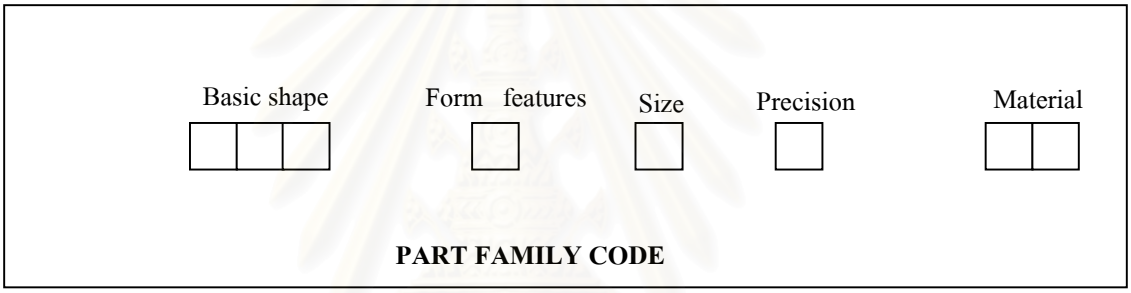


รูปที่ 2.10 การกำหนดรหัสที่ 1 ถึง 5 ของชิ้นงานรูปร่างกลมในระบบ OPITZ

2.5.2 ระบบการกำหนดรหัสแบบ D-CLASS

D-CLASS ย่อมาจาก Design and Classification Information System เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นที่ CAM Software Laboratory โดยมหาวิทยาลัย Brigham Young โดยระบบจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้ คือ ตระกูลชิ้นงาน วัตถุดิบ กระบวนการผลิต เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

ตำแหน่งการกำหนดรหัสของตระกูลชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งD-CLASS เป็นโครงสร้างที่มีการจำแนกชิ้นส่วนแบบ Hierarchical Tree ลักษณะโครงสร้างของรหัสเป็นโครงสร้างแบบผสม และใช้โครงสร้างแบบ E-tree และ N-tree ตามความเหมาะสมของการกำหนดรหัส สำหรับตำแหน่งของรหัสในตระกูลชิ้นงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 หลัก (digits) ประกอบด้วย 5 ส่วน



รูปที่ 2.11 การกำหนดรหัสในตระกูลชิ้นงานของระบบ D-CLASS

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย 3 หลัก ที่ระบุถึงรูปร่างพื้นฐาน (Basic shape)

ส่วนที่ 2 จะระบุถึงลักษณะของรูปร่าง (Form features) อื่น ๆ ซึ่งรหัสจะแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนของชิ้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นรูปลักษณ์ เช่น ช่องหลุมการอบด้วยความร้อน และพื้นผิว ความซับซ้อนนี้จะระบุเป็นตัวเลขของคุณลักษณะที่พิเศษ ออกไป

ส่วนที่ 3 จะระบุถึงขนาด (Size) โดยระบุค่าลงไป ซึ่งผู้ใช้จะทราบขนาดต่าง ๆ ทั้งหมด

ส่วนที่ 4 จะระบุถึงความเที่ยงตรง (Precision)

ส่วนที่ 5 ประกอบด้วย 2 หลัก ที่ระบุถึงชนิดของวัตถุดิบ (Material) ที่ใช้

รหัสแต่ละส่วนสามารถใช้เป็นดัชนีเพื่อเรียกข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปได้ และใช้โยงกับระบบย่อยอื่นๆ เช่น รหัสวัสดุใช้โยงกับระบบย่อยสำหรับวัสดุได้ การเรียกใช้ระบบข้อมูลเพื่อการออกแบบด้วยระบบ DCLASS จะใช้ระบบย่อยที่จำแนก แลรหัสตระกูลชิ้นส่วน สำหรับการพิจารณากรรมวิธีการ

ผลิตและวางแผนการผลิตจะใช้ระบบย่อยๆ หลายระบบด้วยกัน เช่น ในการวางแผนกระบวนการผลิต จะใช้ Tree Structure ของระบบย่อยต่างๆ เพื่อพิจารณาประเภทและรหัสของรูปร่างพื้นฐาน รูปทรงพิเศษ ความแม่นยำ ชนิด และรูปร่างเบื้องต้นของวัสดุ และความคลาดเคลื่อนลักษณะเบี่ยงเบน เป็นต้น

สำหรับข้อดีของการนำระบบ D-CLASS ไปพัฒนาเพื่อใช้งาน ก็คือ สามารถอธิบายถึงคุณลักษณะของรูปร่างของชิ้นส่วนได้ รูปร่างพื้นฐานสามารถบ่งบอกถึงลักษณะสำคัญต่าง ๆ บ่งบอกถึงลักษณะของชิ้นงานที่สมบูรณ์เช่น รูปร่าง ลักษณะสำคัญ ขนาดความเที่ยงตรง ชนิดของวัตถุดิบ รูปแบบและเงื่อนไขต่าง ๆ รหัสที่สั้นจะบ่งบอกถึงรูปแบบของการจำแนกชิ้นงาน ทำให้ง่ายต่อการจำและประมวลผล แต่ละส่วนของรหัสบ่งบอกรายละเอียดของข้อมูล

2.5.3 ระบบการกำหนดรหัสแบบ MI-CLASS

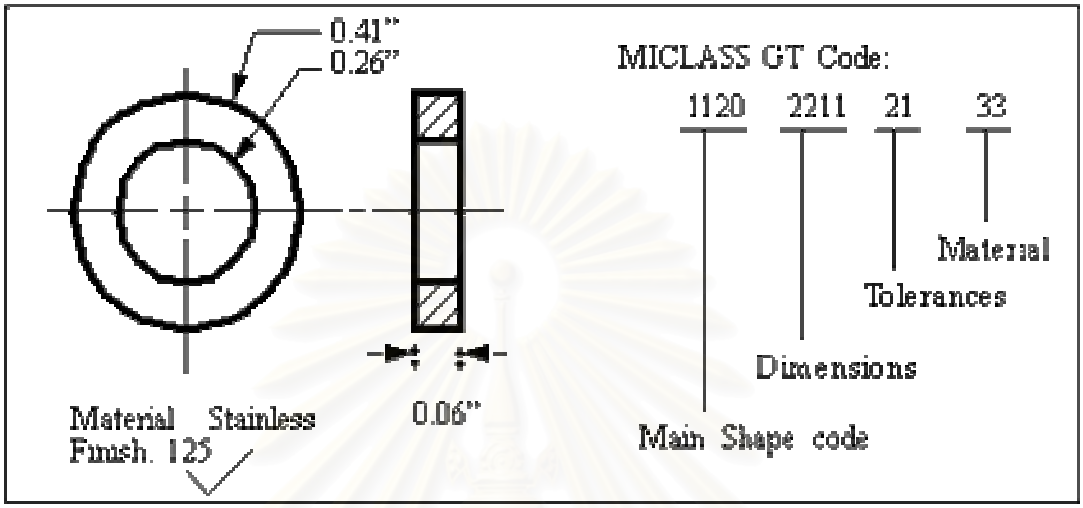
MI-CLASS ย่อมาจาก Metal Institute Classification System เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย TNO Netherlands Organization or Applied Scientific Research เป็นที่นิยมใช้กันมากใน ยุโรปและแพร่หลายเข้าไปในสหรัฐอเมริกาเมื่อปี พ.ศ. 2513 ระบบ MI-CLASS ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในระบบคอมพิวเตอร์ในการจัดมาตรฐานการออกแบบ การผลิต ฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่ช่วยในการบริหารโดยระบบ MI-CLASS มีจำนวนรหัสที่ใช้ในระบบการจำแนกชนิด อาจมีจำนวนตั้งแต่ 12 ถึง 30 หลัก โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

ส่วนแรกมี 12 หลัก ประกอบด้วย

หลักที่ 1	รูปร่างหลัก (Main shape)
หลักที่ 2 และ 3	รูปร่างขนาด (Shape elements)
หลักที่ 4	ตำแหน่งของขนาด (Position of shape elements)
หลักที่ 5 และ 6	ขนาดหลัก (Main dimensions)
หลักที่ 7	อัตราส่วนของขนาด (Dimension ratio)
หลักที่ 8	ขนาดพิเศษ (Auxiliary dimension)
หลักที่ 9 และ 10	รหัสขนาดเผื่อ (Tolerance codes)
หลักที่ 11 และ 12	รหัสวัตถุดิบ (Material codes)

สำหรับส่วนแรก 12 หลักนี้ เป็นประเภทสากล ซึ่งเป็นรูปแบบตายตัวไม่เปลี่ยนแปลงในแต่ละบริษัท อ่านและเข้าใจถึงรหัสชิ้นส่วนที่ได้รับมา แต่มีข้อเสียก็คือ ถ้ารหัสไม่สามารถระบุข้อมูลได้หมดใน 2 หลักแรก การเปลี่ยนแปลงแก้ไขจะทำได้ยาก ดังรูปที่ 2.12

ส่วนที่ 2 จะแสดงถึงส่วนที่เลือกเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษ ในบางบริษัท ซึ่งสามารถระบุได้ถึง 18 หลัก เช่น Lot sized เวลาในการผลิตต่อชิ้น ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ขาย ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย เทคนิคในการผลิต



รูปที่ 2.12 การกำหนดรหัสบุชชิ่งระบบ MI-CLASS

2.5.4 ระบบการกำหนดรหัสแบบ BRISCH

ระบบ BRISCH ถูกพัฒนาและใช้กันในประเทศอังกฤษ โดยบริษัท BRISCH, BIRN and Partners, Inc. เป็นเจ้าของระบบ เป็นระบบที่ใช้ได้ดีกว่าระบบอื่น เพราะถูกพัฒนาเพื่อให้มีความเหมาะสมในแต่ละผลิตภัณฑ์และผู้ใช้ โดยระบบนี้ถูกนำไปพัฒนาออกไปอีกใน 26 ประเทศ โดยบริษัทต่างๆ มากมายหลายแห่ง ซึ่งระบบนี้ได้รวมวิธีในหัวข้อหลักการของการจำแนกชนิดและการกำหนดรหัส โดยคำนึงถึงการใช้งานให้ได้วัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยใช้ตัวเลขรหัสที่น้อยแต่สามารถให้ข้อมูลได้มาก ขั้นตอนของระบบการจำแนกและการกำหนดรหัสแบบBRISCH สามารถแบ่งได้เป็น 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำการจำแนกชนิดชิ้นงานทั้งหมดของบริษัท
2) ทำการจำแนกชนิดชิ้นงานทั้งหมด โดยใช้ความคล้ายคลึงที่มีคุณสมบัติถาวร
3) ให้รหัสที่ได้พัฒนาขึ้น ในการจำแนกชนิดชิ้นงาน ตามที่ได้กำหนดเอาไว้
4) ทำการจำแนกชนิดในสิ่งที่ง่ายๆ เช่นวัตถุดิบ, การออกแบบ

5) พยายามจัดข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปไฟล์ข้อมูล เช่น CATALOG, COMPUTER เป็นต้น
6) ตรียมฝึกบุคลากร เพื่อที่จะสามารถรองรับงานต่างๆ ได้เป็นอย่างดี
7) การจัดทำโปรแกรมที่ต้องนำไปใช้งาน เพื่อสามารถนำเอาระบบต่างๆ ที่ได้พัฒนาไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.6 การเลือกหรือการออกแบบระบบรหัส

2.6.1 สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเลือกหรือออกแบบระบบรหัส

1) จุดประสงค์ของผู้ใช้งาน ว่าต้องการใช้ประโยชน์จากระบบนั้นอย่างไร สั้นเพื่อความสะดวกในการใช้งานและลดความผิดพลาด
2) ความสามารถในการขยาย เนื่องจากการกำหนดรหัสเป็นสิ่งที่ยุ่งยากในการที่จะหาทุกสิ่งได้ตามที่มีการกำหนดรหัสไว้ ดังนั้นควรมีการสำรองรหัสเผื่อไว้สำหรับลักษณะอื่นๆ ด้วย
3) ความแตกต่างของรหัสที่ถูกพัฒนาขึ้นมาภายหลัง จะต้องสามารถแยกแยะชิ้นส่วนทั้งหมดที่ผลิตขึ้นมาได้
4) ง่ายต่อการคัดหาและจัดเรียงรายการวัสดุตามคุณสมบัติต่าง ๆ
5) ความเป็นอัตโนมัติ ระบบจำแนกและกำหนดรหัสส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบันต้องสามารถนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ เมื่อมีการประเมินศักยภาพของระบบทำให้ใช้เวลาน้อย ซึ่งการประเมินนี้ต้องไม่มีข้อจำกัดของการจำแนกและกำหนดรหัส โดยพิจารณาถึงฐานข้อมูล สิ่งที่ต้องการแก้ไขและวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน
6) ราคา ควรจะพิจารณาราคาเบื้องต้นของระบบที่ใช้ ราคาที่ใช้ในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการ ราคาพวกอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้กับระบบ และราคาในการใช้ระบบ ความซับซ้อนของระบบ ต้องง่ายต่อการใช้งานเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากปัจจุบัน การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในเรื่องของระบบฐานข้อมูลนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อความสะดวก และรวดเร็ว ในการสืบค้น

2.6.2 การเปรียบเทียบรูปแบบของการตั้งรหัสรายการวัสดุ

แบ่งตามลักษณะของรหัส	แบ่งตามการสื่อความหมาย
ตัวเลขล้วน	เป็นรหัสสื่อความหมาย
ตัวอักษรล้วน	ไม่เป็นรหัสสื่อความหมาย
ผสมตัวอักษรและตัวเลข	แบบผสม

ที่มาของ2.6.2: เอกสารประการสอนวิชา PROMIS ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ

2.6.3 การเปรียบเทียบ ข้อดี และข้อจำกัด ของระบบการจำแนกรหัส

ระบบ	ข้อดี	ข้อจำกัด
ตัวเลขล้วน	1. สามารถใช้ประโยชน์ในการคำนวณและจัดทำ Check Digit ได้ 2. จัดรหัสให้ได้สะดวกและง่ายโดยทำเป็น Running Number	1. ใช้กับรายการวัสดุได้น้อยรายกว่าหากเทียบกับระบบตัวอักษรล้วนเมื่อมีความยาวรหัสเท่ากัน
ตัวอักษรล้วน	1. สามารถใช้กับรายการวัสดุได้มากกว่าระบบตัวเลขล้วนที่มีความยาวรหัสเท่ากัน	1. จัดรหัสยากเมื่อเทียบกับระบบตัวเลขล้วน 2. ไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการคำนวณได้
รหัสสื่อความ	1.ลดการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติวัสดุ 2.ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของหมายเลขโดยพิจารณาจากคุณสมบัติของวัสดุ	1.อาจมีปัญหากับวัสดุใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติไม่มีรหัส 2.ความยาวของรหัสมากใช้งานไม่สะดวก และผิดพลาดง่าย 3.ผู้ใช้ต้องเข้าใจความหมายของรหัสเป็นอย่างดี 4.อาจเกิดหมายเลขซ้ำซ้อนได้
รหัสไม่สื่อความ	1. สั้นสะดวกในการใช้ลดความผิดพลาด 2. ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความเข้าใจมาก 3. ไม่มีปัญหากับวัสดุใหม่	1. ต้องบันทึกคุณสมบัติของวัสดุเพิ่มเติม 2. ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของหมายเลขโดยพิจารณาจากคุณสมบัติของวัสดุ

ที่มาของ2.6.3: เอกสารประการสอนวิชา PROMIS ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ

2.7 ความจำเป็นในการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูล

เนื่องจากปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง การศึกษา ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม ฯลฯ ทำให้คนในสังคมเราเปลี่ยนแปลงไปตามยุคตามสมัยมากขึ้น มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างอิสระ เพราะปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุก ๆ คนอย่างเห็นได้ชัด มนุษย์ให้ความสำคัญกับข้อมูลและการใช้ข้อมูลมาโดยตลอด ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและอาจไปสู่อนาคต ในยุคโลกาภิวัตน์ ที่วิถีความเป็นอยู่ของมนุษย์สามารถแพร่กระจายไปได้ทั่วโลก

ยิ่งทำให้เทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตคนมากขึ้น เราจึงไม่น่าแปลกใจเลยว่าในการทำงานคนแทบจะทั่วโลกจะมีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นในเรื่องการบันทึกและการจัดเก็บข้อมูลแทนการใช้เอกสารอย่างกับอดีตที่ผ่านมา เป็นเพราะเครื่องคอมพิวเตอร์จะช่วยลดความยุ่งยากทางด้านการจัดเก็บข้อมูล เพิ่มความสม่ำเสมอและความเที่ยงตรงในการใช้ข้อมูล ทำให้เกิดการสร้างกระบวนการที่เป็นมาตรฐาน จากความสะดวกของเครื่องคอมพิวเตอร์นี้เองจึงช่วยให้เกิดความรวดเร็ว ง่ายต่อการจัดเก็บและเอกสารต่าง ๆ ได้รับการบำรุงรักษาให้ทันสมัยอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดงานที่ซ้ำซ้อนและปรับปรุงการบริการภายในกิจการ และสามารถจัดเก็บให้เป็นมาตรฐานและใช้ได้กับทุกคนที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 ลักษณะงานที่ควรนำคอมพิวเตอร์มาใช้

จากการศึกษาพบว่า คอมพิวเตอร์สามารถอ่านและบันทึกข้อมูลที่มีจำนวนมาก ๆ ได้ นอกจากนั้นยังสามารถคิดคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ เมื่อพิจารณาลักษณะคอมพิวเตอร์ดังกล่าวนี้แล้ว พอสรุปได้ว่าลักษณะงานที่ควรนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทำงานมีดังต่อไปนี้

1) งานที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก งานที่มีข้อมูลมาก ๆ จะทำให้ยุ่งยากในการเก็บบันทึก ดังนั้นจึงควรนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วย
2) งานที่ต้องการความรวดเร็วสูง เช่น การค้นหาชื่อคนไข้ การดูยอดเงินฝากของลูกค้าในธนาคาร เป็นต้น
3) งานที่ต้องใช้ความละเอียดแม่นยำ งานประเภทนี้ส่วนมากจะเกี่ยวกับตัวเลข เช่น การคำนวณบัญชีต่างๆ การคิดภาษี เป็นต้น

5) งานที่มีความสลับซับซ้อนทางด้านการคำนวณ เป็นงานที่ต้องระมัดระวังอย่างมาก เพราะถ้ามีการคำนวณผิดพลาดอาจทำให้เกิดความเสียหายได้ ซึ่งอาจเป็นงานที่เกี่ยวกับงานด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

6) งานที่มีการทำซ้ำเป็นประจำ

ที่มาของ 2.7.1: วิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
(Information Technology : IT 202.129.53.76/watcharee/n2.html)

2.7.2 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

เนื่องจากขอบเขตการจัดการฐานข้อมูลนั้นกว้างมาก ดังนั้นเราจึงน่าจะรู้จักกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของฐานข้อมูล ซึ่งมีระบบฐานข้อมูลโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นระบบที่มีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยทำงานในการจัดเก็บข้อมูล โดยมีซอฟต์แวร์ (Software) หรือโปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วยจัดการข้อมูลที่จะเก็บเหล่านั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ ระบบฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ คือ

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ในระบบฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพควรจะมีฮาร์ดแวร์หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่พร้อมจะอำนวยความสะดวกในการบริหารระบบฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับผู้ดูแลระบบและผู้ใช้ระบบไม่ว่าจะเป็นขนาดของหน่วยความจำหลัก (Memory) ความเร็วของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) อุปกรณ์นำข้อมูลเข้าและออกรายการ (Input/Output Device) รวมถึงหน่วยความจำสำรองที่จะรองรับการประมวลผลข้อมูลในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) โปรแกรม (Program หรือ Software) ในการประมวลผลฐานข้อมูล อาจจะใช้โปรแกรมที่แตกต่างกันในแต่ละหน่วยงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ว่าเป็นแบบใด โปรแกรมที่มีหน้าที่ในการควบคุมดูแลการสร้าง การเรียกใช้ข้อมูล การจัดทำรายงาน การปรับเปลี่ยนแก้ไขโครงสร้าง และการควบคุมต่าง ๆ คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล (Data Management System : DBMS) คือ โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการจัดการเรื่องฐานของข้อมูล โดยจะเป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาบ้างแล้ว

3) ข้อมูล (Data) ระบบฐานข้อมูลเป็นระบบที่ใช้ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้เป็นศูนย์กลางข้อมูลอย่างมีระบบ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถเรียกใช้ร่วมกันได้ ผู้ใช้ข้อมูลในระบบฐานข้อมูลจะมองภาพของข้อมูลได้ในลักษณะที่แตกต่างกันเช่น ผู้ใช้บางคนมองภาพของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในสื่อเก็บข้อมูลจริง (Physical Level) ในขณะที่ผู้ใช้บางคนมองภาพข้อมูลจากการใช้งานของผู้ใช้ (External Level)

4) บุคลากร (People) ในระบบฐานข้อมูลโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะมีบุคลากรที่เกี่ยวข้องและที่สามารถเห็นได้ชัดดังต่อไปนี้

(4.1) ผู้ใช้งานทั่วไป (User) เป็นบุคลากรที่ใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงได้ หรือเพื่อทำงานตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ โดยอาศัยข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเป็นข้อมูลในการทำงาน

(4.2) พนักงานปฏิบัติการ (Operator) เป็นผู้ปฏิบัติการด้านการประมวลผลข้อมูล การป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

(4.3) นักวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analyst) เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ระบบฐานข้อมูล และออกแบบระบบงานที่จะนำมาใช้สำหรับองค์กรนั้น ๆ ว่าควรใช้ระบบฐานข้อมูลอะไร มีลักษณะอย่างไร และสามารถที่จะ รองรับความต้องการในการใช้งานข้อมูลได้มากน้อยเพียงใด

(4.4) ผู้เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน (Programmer) เป็นผู้ทำหน้าที่เขียนโปรแกรม ประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เพื่อให้การจัดเก็บข้อมูล การเรียกใช้ข้อมูล การป้อนข้อมูลเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ และเกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้อีกด้วย

(4.5) ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator : DBA) เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่ในการบริหารและควบคุมการบริหารงานของระบบฐานข้อมูลทั้งหมด และจะต้องเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจว่าจะรวบรวมข้อมูลอะไรบ้างเข้าสู่ระบบ จะทำการจัดเก็บโดยวิธีใด มีเทคนิคการเรียกใช้ ข้อมูล การกำหนดระบบการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การสร้างระบบสำรองข้อมูล การกู้ ข้อมูล และประสานงานกับผู้ใช้ว่ามีความต้องการใช้ข้อมูลอย่างไร รวมถึงนักวิเคราะห์และออกแบบระบบ และโปรแกรมเมอร์ประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้การบริหารระบบฐานข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Procedures) เป็นขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ในการปฏิบัติงานของแต่ละบุคลากรแต่ละระดับ โดยระบุถึงขั้นตอนและวิธีการที่จำเป็นจะต้องทราบ เพื่อการทำงานที่ถูกต้องและ

เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้มีการกำหนดไว้ ฉะนั้น ในระบบฐานข้อมูลดังกล่าว ทั้งขั้นตอนในสภาวะปกติ และขั้นตอนในสภาวะที่ระบบเกิดปัญหา (Failure)
ที่มาของ 2.7.2: http://www2.se-ed.net/thaifuture/database/lesson13.html

2.7.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ Access หรือฐานข้อมูลระบบ

มีข้อควรพิจารณาที่สำคัญอยู่ 3 ประการคือ
1) รูปแบบและขั้นตอนการทำงานมีความแน่นอน
2) ปริมาณข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บมีมาก
3) ใช้ข้อมูลแบบร่วมกัน (shared data)

เนื่องจากการเขียนโปรแกรมฐานข้อมูล มีความซับซ้อน ต้องการใช้เวลาในการพัฒนา ดังนั้น ถ้าปริมาณข้อมูลไม่มากและรูปแบบของข้อมูลเปลี่ยนแปลงเสมอ จะทำให้การตอบสนองการใช้งานไม่ทันกาล แต่เมื่อข้อมูลถูกเก็บในระบบฐานข้อมูลแล้ว จะมีประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ การสอบค้นย้อนหลัง รวมถึงการประเมินแนวโน้มต่าง ๆ

2.7.4 การออกแบบฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access

Access เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลในชุด Microsoft Office ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดย Access ได้รับการพัฒนา เป็นฐานข้อมูลแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) ในระดับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (desktop) มีสมรรถนะในระดับที่ดี การบำรุงรักษาทำได้ง่าย และสะดวก การเก็บข้อมูลของแต่ละ table จากการใช้งานจริง สามารถเก็บเรกคอร์ดได้อย่างน้อย 200,000 เรกคอร์ด ขนาดไฟล์ที่เก็บ ไม่น้อยกว่า 80 MB และสามารถทำงานในลักษณะ multi-users ได้จากประสบการณ์พบว่าสามารถทำงานได้ 5 - 7 ผู้ใช้พร้อมกัน ซึ่งไมโครซอฟต์ระบุว่า ขนาดการเก็บในแต่ละ table สามารถเก็บได้ 2 GB ภายใน Access มีอ๊อบเจคต่างๆ ที่ครอบคลุมการพัฒนา เป็นโปรแกรม โดยมีการติดต่อแบบ GUI (graphical user interface) ทำให้การพัฒนาทำได้สะดวกและใช้เวลาน้อย

ระบบการจัดการฐานข้อมูล Microsoft Access เปรียบเสมือนเป็นการจัดเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวก เพื่อให้สามารถจัดแบ่งหมวดหมู่และบริหารข้อมูลที่มีจำนวนมากๆ ในหลายๆ ไฟล์ ให้ง่ายขึ้น ในฐานะ DBMS (Data-Base Management System) จะประกอบด้วยความสามารถหลัก 3 ประการดังนี้

1) การกำหนดนิยามข้อมูล (Data Definition) สามารถทำได้โดยกำหนดชนิดของข้อมูลและลักษณะการจัดเก็บข้อมูล กำหนดกฎในการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้ DBMS ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและป้องกันไม่ให้มีการป้องกันข้อมูลผิดประเภทในระบบที่ซับซ้อนมากขึ้น ก็สามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูลหรือตาราง และให้ DBMS เป็นผู้ตรวจสอบว่าข้อมูลมีความถูกต้อง ตรงกันอยู่เสมอหรือไม่

2) การจัดการฐานข้อมูล (Data Manipulation) สามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องมือที่ DBMS เตรียมไว้ในการทำงานกับข้อมูลซึ่งสามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่ง หรือพร้อมกันหลายฟิลด์หลายเรคคอร์ดได้ ด้วยการใช้คำสั่งเพียงคำสั่งเดียว นอกจากนี้อาจใช้ภาษา SQL (Structured Query Language) เป็นเครื่องมือในกาจัดเก็บข้อมูลในตารางผ่านทางเครื่องมือที่เรียกว่า QBE (Query By Example) ทำให้สามารถเรียกค้นข้อมูลที่ต้องากรได้โดยผ่านอินเตอร์เฟซกราฟิก Microsoft Access จะทำให้การเชื่อมโย ตารางต่างๆ เข้าด้วยกันโดยอัตโนมัติโดยอาศัยความสัมพันธ์ที่สร้างไว้ในส่วนของการกำหนดนิยามข้อมูล

3) การควบคุมข้อมูล Microsoft Access สามารถใช้งานได้เพียงคนเดียวบนเครื่อง พีซีเครื่องเดียว หรือมีการใช้งานร่วมกันของข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง หรือหลายเนตเวอร์ก ดังนั้นจึงมีระบบการรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ดีเยี่ยม ทำให้สามารถกำหนดได้ว่าผู้ใช้คนใดหรือกลุ่มใดบ้างที่สามารถเข้าถึงฐานข้อมูล Microsoft Access ได้

Microsoft Access สามารถนำไปใช้สร้างแอปพลิเคชันทางด้านฐานข้อมูลได้โดยไม่ต้องใช้ภาษาโปรแกรมเลย ซึ่งนอกจากจะประมวลผลข้อมูลบนฐานข้อมูลของ Microsoft Access เองได้แล้ว ยังสามารถทำงานกับข้อมูลจาก DBMS อื่นๆ เช่น dBase, Paradox, Retrieve, FoxBASE+ และFoxPro หรือแม้แต่โกรมประเภทอื่นๆ เช่น เท็กไฟล์ หรือสเปซชีต ดังนั้นนักพัฒนาระบบหรือผู้ที่ใช้คำปรึกษาสามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นที่สมบูรณ์ได้ในเวลาอันสั้นและสามารถออกแบบการใช้งานเองได้ตรงตามความต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7.5 องค์ประกอบฐานข้อมูลใน Access มี 6 ประเภทดังนี้

1) ตาราง (Table) คือ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลดิบหรือข้อมูลทั้งหมดที่คุณใส่ลงไปซึ่งจะมีมาก เพียงใดก็ได้ โดยกำหนดแต่ละคอลัมน์เป็นฟิลด์ และแต่ละแถวเป็นเรกคอร์ด
2) คิวรี่ (Query) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นหาตามเงื่อนไขที่กำหนดมาจากตารางหลายตาราง แล้วนำมาแสดงในตารางคิวรี ซึ่งจะเป็นประโยชน์เพราะสามารถนำเฉพาะข้อมูลที่ต้องการมาใช้เท่านั้น ที่ไม่เกี่ยวข้องก็ไม่สนใจ รูปแสดงคิวรีเพื่อเลือกข้อมูลจากตาราง
3) ฟอร์ม (Form) เป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดการเรกคอร์ดในตารางหรือคิวรี โดยนำมาแสดงผลให้ดูสวยงามและใช้งานง่าย และคุณยังสามารถลบเรกคอร์ด เพิ่มเรกคอร์ด รวมทั้งข้อมูลที่เป็นออปเจกต์ เช่น รูปภาพ เป็นต้น
4) รายงาน (Report) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่จัดการเรกคอร์ดซึ่งจะสรุปผลเป็นรายงานที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
5) มาโคร (Macro) เป็นชุดของคำสั่งที่ทำงานเป็นขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบ ทำให้การทำงานถูกต้องและแม่นยำ รวมทั้งยังเพิ่มความเร็วในการทำงานอีกด้วย
6) โมดูล (Module) เป็นส่วนที่ให้คุณเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Access Basic เพื่อออกแบบการทำงานตามที่คุณต้องการ โดยใช้โมดูลคีย์ต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.8 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปารเมศ ชุติมา สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2544)

หนังสือเล่มนี้ชื่อว่า "ระบบผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing Systems)" กล่าวถึงแนวคิดการนำเอาเทคโนโลยีการผลิตแบบยืดหยุ่นมาใช้โดยอาศัยความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตสมัยใหม่ที่ถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบขนส่งวัสดุอัตโนมัติ และระบบสารสนเทศที่ใช้ในการควบคุมและติดตามการทำงานของทั้งระบบให้มีการประสานงานกันอย่างมีประสิทธิภาพ

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุข. (2545)

หนังสือเล่มนี้ชื่อว่า "คู่มือการใช้งาน Access 2002 คู่มือเพื่อการสร้างและจัดการระบบฐานข้อมูลอย่างมืออาชีพ" กล่าวถึง เนื้อหาเกี่ยวกับ Microsoft Access 2002 อย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฐานข้อมูล การติดตั้งโปรแกรม การออกแบบและการสร้างฐานข้อมูล การสร้างฟอร์ม คิวรี่ รายงาน และการจัดการฐานข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต รวมทั้งได้อธิบายในส่วนของการบันทึกคำสั่งอัตโนมัติด้วยมาโคร และการเขียนโปรแกรมด้วย VBA ด้วย

สมาคมไทยโลจิสติกส์ และการผลิต. (2547)

หนังสือเล่มนี้มีชื่อว่า "ERP - เผยวิธีทำจริง Reveling the Actual Implementation Process TLAPS เผยความลี้ลับของการทำโครงการ ERP" เกี่ยวกับประโยชน์และความเหมาะสมที่นำเอาระบบ ERP มาใช้ในองค์กร และการทำอย่างไรให้การทำ ERP ในองค์กรประสบความสำเร็จ

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) (2548)

หนังสือเล่มนี้ชื่อว่า "การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล" กล่าวถึง ฐานข้อมูลเป็นศูนย์รวมข้อมูล และเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งสำหรับในยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้นการออกแบบฐานข้อมูลที่ดีจำเป็นต้องได้รับการวิเคราะห์ ออกแบบข้อมูลต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง รวมถึงมีกระบวนการจัดการกับข้อมูลเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้ในส่วนต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัย โดยจุดมุ่งหมายของหนังสือเล่มนี้ เพื่อให้ผู้ศึกษาได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลในด้านแนวคิด (concept) การวิเคราะห์ และกระบวนการการออกแบบฐานข้อมูล (database design) และมุ่งเน้นระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database system) เป็นหลักรวมทั้งกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับดาต้าแวร์เฮาส์ (data warehouse) อีกด้วย

สมชาย สงวนศักดิ์. (2531)

ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบการจัดกำหนดผลิตสินค้าหลายชนิดและหลายขั้นตอนการผลิต

วิทยานิพนธ์ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนการผลิตสินค้าหลายชนิด และมีขั้นตอนการผลิตขั้นตอนซึ่งแตกต่างกัน โดยใช้โรงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราเป็นโรงงานตัวอย่าง มีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบระบบการวางแผนการผลิตสินค้าหลายชนิด เพื่อที่จะสามารถเพิ่มผลผลิตได้

ผลการศึกษานี้ทำให้ชิ้นงานไหลไปในสวนงานผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ลดจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการทำงนของเครื่องจักร สามารถส่งสินค้าได้ทันตามกำหนดเวลา ปริมาณการผลิตและยอดขายเพิ่มขึ้นมาก และยังช่วยลดความสูญเสียทางการผลิตอีกด้วย สำหรับในด้านบุคลากร การมีส่วนร่วมในการวางแผนและควบคุมการผลิตทำให้เกิดขวัญกำลังใจที่ดี เกิดความภูมิใจที่มีความสำคัญกับระบบการผลิต และยังเป็นการพัฒนาความสามารถในการคาดการณ์ล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำขึ้น และยังอาจเป็นแนวทางให้อุตสาหกรรมทีมีการผลิตสินค้าหลายชนิดประเภทอื่นนำไปใช้ได้อีกด้วย

วิเชียร พาชยมัย. (2531)

ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบการจำแนกชนิดและการกำหนดรหัสชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- เพื่อสร้างการจำแนกชนิดและการกำหนดรหัส สำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการจำแนกชนิดและการกำหนดรหัสสำหรับสนับสนุนการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- เพื่อเป็นตัวอย่างฐานข้อมูลในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ทำให้เกิดการประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ซึ่งประกอบด้วยระบบย่อย 9 ระบบ คือ

1) ระบบการจำแนกตระกูลชิ้นส่วน
2) ระบบการจำแนกวัสดุที่ใช้ผลิตชิ้นส่วน
3) ระบบการจำแนกกระบวนการผลิต
4) ระบบการจำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต
5) ระบบการจำแนกเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต
6) ระบบการจำแนกผู้จัดจำหน่าย

7) ระบบการจำแนกชุดแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

8) ระบบการจำแนกวัตถุดิบพลาสติก

9) ระบบการจำแนกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ลักษณะของโครงสร้างของฐานข้อมูลนี้สามารถขยายได้ตามต้องการ และสามารถใช้ในอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกโดยทั่วไป โดยการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้กับระบบในการวางแผนการผลิต (Computer Aided Process Planning) เพื่อให้มีการใช้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ทิวากร จงมีความสุข. (2539)

ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัสชิ้นส่วนบรรจุภัณฑ์กระป๋องโลหะ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนกและการกำหนดรหัสชิ้นส่วนบรรจุภัณฑ์กระป๋องโลหะของโรงงานตัวอย่างที่มีกระบวนการผลิตแบบตามใบสั่งซื้อสินค้าและมีการผลิตสินค้าหลายชนิดเพื่อให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า การศึกษานี้ ได้ทำการจำแนกประเภทผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนย่อยของกระป๋อง โลหะออกเป็นหมวดหมู่ ตามชนิดและลักษณะรูปทรงของชิ้นส่วน ประกอบ จากนั้นได้ออกแบบรหัสโดยได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการ ของ OPITZ และได้นำรหัสมาประยุกต์ใช้งานกับโปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับการจัดฐานข้อมูล การศึกษาพบว่าสามารถจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการผลิต

ณัฐฐินี เจนวัฒนาเวช. (2540)

ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบแคตาล้อกสำหรับรายการพัสดุคงคลัง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้วิจัยเกี่ยวกับปัญหาสำคัญที่พบในคลังพัสดุ คือ การไม่สามารถใช้ประโยชน์จากซอฟท์แวร์บริหารคลังพัสดุที่มีอยู่ในองค์กรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจาก การไม่ทราบถึงรหัสพัสดุอันเป็นสิ่งจำเป็นในการค้นหาข้อมูลภายในฐานข้อมูลระบบการจัดการเก็บข้อมูลพัสดุไม่เป็นระเบียบ มีรหัสพัสดุรายการเดียวกันมากกว่า 1 รหัส มีความซ้ำซ้อนในการจัดเก็บพัสดุและการไม่สามารถใช้พัสดุทดแทนได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นที่มาของต้นทุนที่เพิ่มขึ้น

การพัฒนางานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบในการช่วยค้นหาพัสดุภายในฐานข้อมูล โดยงานวิจัยจะถูกแบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นส่วนของการพัฒนาแนวทางในการจัดกลุ่มพัสดุ

ออกเป็นหมวดหมู่อย่างเป็นระเบียบ โดยอาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการทำระบบแคตาล็อก การทำดัชนี การจัดประเภท และเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม ในส่วนที่สอง จะเป็นส่วนของการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการค้นหารหัสของพัสดุภายในฐานข้อมูลที่ถูกจัดประเภทตามแนวทางที่ได้พัฒนาไว้จากส่วนแรกแล้ว โดยการค้นหารหัสพัสดุนั้น จะค้นหาได้จากชื่อพัสดุ การจัดประเภทพัสดุ หน้าที่การทำงาน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พัสดุในการผลิต ผู้ผลิตพัสดุ

ศรยุทธ พรพิรานนท์. (2540)

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การปรับปรุงการออกแบบแม่พิมพ์ตัดโดยใช้การจำแนกและระบบรหัสและระบบอ้างอิงพาราเมตริก

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) ออกแบบระบบจำแนกชนิดและการกำหนดรหัส (2) ออกแบบระบบฐานข้อมูลในการสนับสนุน การออกแบบแม่พิมพ์ตัด (blanking die) และ (3) เสนอแนวทางการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบระบบอิงพาราเมตริก (Parametric CAD System) ในการออกแบบแม่พิมพ์ตัด การวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปโลหะใน กลุ่มงานตัด และการออกแบบแม่พิมพ์ตัดแล้วทำการเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกชนิดแม่พิมพ์ และระบบรหัสที่ใช้ระบุกลุ่มของแม่พิมพ์ จากนั้นทำการออกแบบและสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อช่วยในการ ค้นหาแบบของแม่พิมพ์ที่เคยออกแบบแล้วที่มีลักษณะเหมือนหรือ คล้ายกันตามระบบจำแนกชนิดโดยใช้ระบบรหัสในการสืบค้น ต่อจากนั้นทำการศึกษาลักษณะและความสามารถของคอมพิวเตอร์ ช่วยออกแบบระบบเดิมกับระบบอิงพาราเมตริก รวมทั้งศึกษาความสามารถและวิธีการใช้ซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบระบบอิงพาราเมตริกที่ใช้ในการวิจัย แล้วทำการทดลองออกแบบและสร้างโมเดลของแม่พิมพ์ตัดชนิดชิ้นงานกลม เพื่อเสนอแนวทางการใช้งาน ผลที่ได้จากการวิจัยคือ (1) ระบบการจำแนกแม่พิมพ์ที่ใช้กระบวนการขึ้นรูปโลหะในกลุ่มงานตัด ได้แก่ รูปร่าง ชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน แรงตัด วัสดุชิ้นงาน ความหนาของชิ้นงาน และทิศทางการป้อนวัสดุ เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง โดใช้ระบบ รหัสชนิดผสม 8 หลักเพื่อระบุกลุ่มของแม่พิมพ์ (2) ระบบฐานข้อมูลช่วยค้นหารายการแม่พิมพ์ตัดที่มีลักษณะคล้ายกันโดยใช้ ระบบรหัสในการสืบค้น (3) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ ระบบอิงพาราเมตริกในการออกแบบแม่พิมพ์ตัด ทำได้โดยสมการหรือเงื่อนไขที่สร้างขึ้นในการออกแบบแม่พิมพ์ที่มีความสัมพันธ์กับขนาดส่วนต่างๆ ของชิ้นส่วนแม่พิมพ์และชิ้นงาน

HOUTZEEL A. (1982)

บทความนี้ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกและการกำหนดรหัสเทคโนโลยีกลุ่ม และการวางแผนการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบการจำแนกและกำหนดรหัส ถูกนำมาใช้ในการออกแบบ และการผลิตและพัฒนาขึ้นโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการการจัดการเก็บข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การศึกษาผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงาน

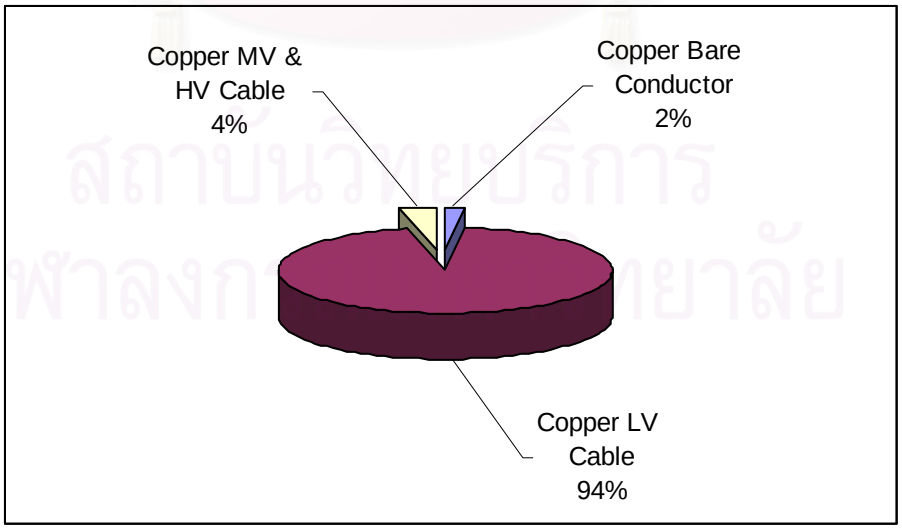
ผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตอยู่ในโรงงานตัวอย่าง มีอยู่หลากหลายประเภทและชนิดผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า โรงงานมีการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดตัวนำทองแดงในปี พ.ศ. 2548

แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. สายเปลือยทองแดง (Bare Conductor) มีปริมาณการใช้ทองแดงประมาณ 346,800 กิโลกรัมต่อปี
2. สายหุ้มทองแดงแรงดันต่ำ (Low Voltage Cable) มีปริมาณการใช้ทองแดง ประมาณ 16,021,500 กิโลกรัมต่อปี
3. สายหุ้มทองแดงแรงดันปานกลางและแรงดันสูง (Medium & High Voltage Cable) มีปริมาณการใช้ทองแดง 595,500 กิโลกรัมต่อปี

ซึ่งมีสัดส่วนของตัวนำทองแดงที่ใช้ในการผลิตแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังกราฟที่ 3.1

กราฟที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์ทองแดงที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา(ข้อมูลปี พ.ศ.2548)



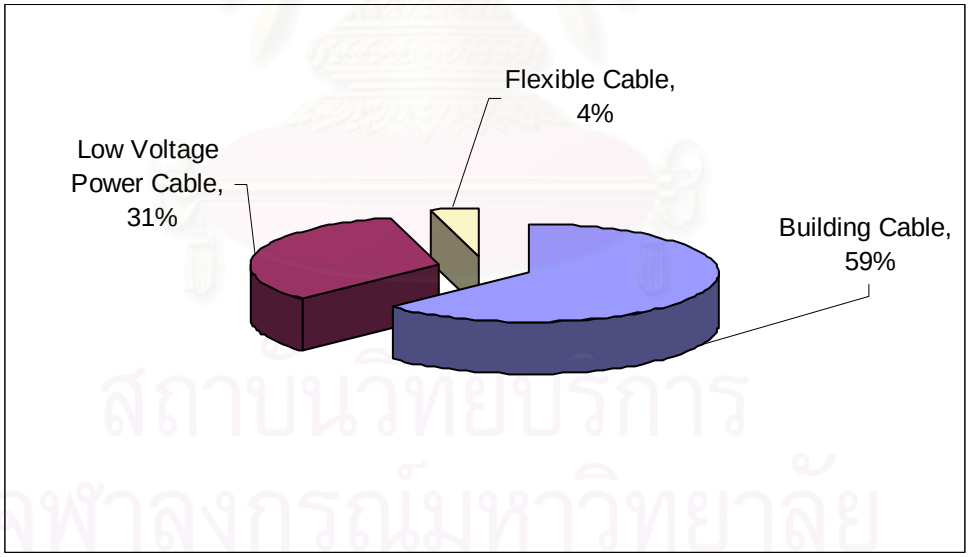
ที่มา: ฝ่ายบัญชี

สำหรับประเภทสายไฟฟ้าหุ้มทองแดงแรงดันต่ำมีสัดส่วนมากที่สุด 94% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทสายไฟฟ้าหุ้มทองแดงแรงดันต่ำดังกล่าวนี้ ยังสามารถแบ่งเป็นกลุ่มของผลิตภัณฑ์ได้ดังต่อไปนี้

1) กลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำCopper Low Voltage Power Cable
2) กลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า Copper Flexible Cable
3) กลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร Copper Building Cable

โดยมีสัดส่วนของตัวนำทองแดงที่ใช้ในการผลิตแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังกราฟที่ 3.2

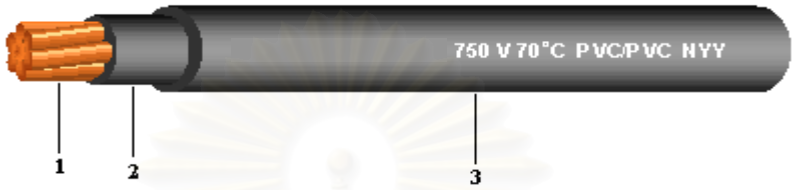
กราฟที่ 3.2 เปอร์เซ็นต์ทองแดงที่ใช้ในการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์สายหุ้มทองแดงแรงดันต่ำของโรงงานที่ศึกษา (ข้อมูลปี พ.ศ. 2548)



ที่มา: ฝ่ายบัญชี

3.1 ตัวอย่างของชนิดผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา

3.1.1 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าหุ้มทองแดงแรงดันต่ำ ประเภท Copper Low Voltage Power Cables เช่น สายชนิด “750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)” ดังรูปที่ 3.1 และตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)

โครงสร้างสายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)

1. Conductor : CU Solid or concentric stranded annealed copper wires
2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC), Black color
3. Sheath : Polyvinyl chloride (PVC), Black color

การใช้งาน

For installation exposed or in raceway, dry or wet location or direct burying in ground.

ตารางที่ 3.1 สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of Sheath	Overall diameter	Current rating		Minimum insulation resistance (at 70°C)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	mm	in air A	in ground A	M ohm-km
1	1/1.13	1.5	1.8	8.6	18	23	0.0207
1	7/0.40	1.5	1.8	8.8	18	23	0.0200
1.5	1/1.38	1.5	1.8	9.0	23	29	0.0184
1.5	7/0.50	1.5	1.8	9.2	23	29	0.0175
2.5	1/1.78	1.5	1.8	9.4	30	38	0.0157
2.5	7/0.67	1.5	1.8	9.8	30	38	0.0146
4	1/2.25	1.5	1.8	10.0	40	49	0.0135
4	7/0.85	1.5	1.8	10.5	40	49	0.0124
6	7/1.04	1.5	1.8	11.0	51	62	0.0107
10	7/1.35	1.5	1.8	12.0	68	82	0.0088

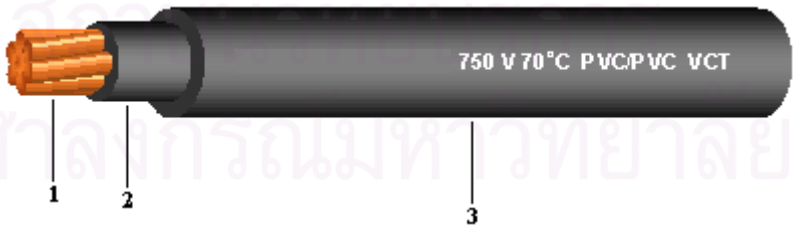
ที่มา : http://www.bangkokcable.com/T

ตารางที่ 3.1 สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE) (ต่อ)

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of Sheath	Overall diameter	Current rating		Minimum insulation resistance (at 70°C)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	mm	in air A	in ground A	M ohm-km
16	7/1.70	1.5	1.8	13.0	91	107	0.0074
25	7/2.14	1.5	1.8	14.5	120	138	0.0061
35	19/1.53	1.5	1.8	16.0	149	168	0.0053
50	19/1.78	1.5	1.8	17.0	179	198	0.0046
70	19/2.14	1.5	1.8	19.0	225	244	0.0039
95	19/2.52	1.7	1.8	21.5	277	292	0.0038
120	37/2.03	1.7	1.8	23.0	320	332	0.0034
150	37/2.25	1.9	2.0	26.0	364	372	0.0034
185	37/2.52	2.1	2.0	28.0	418	421	0.0034
240	61/2.25	2.3	2.2	31.5	501	507	0.0033
300	61/2.52	2.5	2.2	35.0	568	582	0.0032
400	61/2.85	2.7	2.2	38.5	660	686	0.0030
500	61/3.20	3.1	2.4	43.0	760	800	0.0031

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

3.1.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าหุ้มทองแดงแรงดันต่ำ ประเภท Copper Flexible Cable เช่น สายชนิด “750 V 70°C VCT TIS 11-2531 TABLE 9 (1 CORE)” ดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สายชนิด 750 V 70°C VCT TIS 11-2531 TABLE 9 (1 CORE)

โครงสร้างสายชนิด 750 V 70°C VCT TIS 11-2531 TABLE 9 (1 CORE)

1. Conductor : Bunch stranded annealed copper wires

2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC), Black color

3. Sheath : Polyvinyl chloride (PVC), Black color

การใช้งาน

For mobile-equipment used in mines, factories, farms or household appliances.

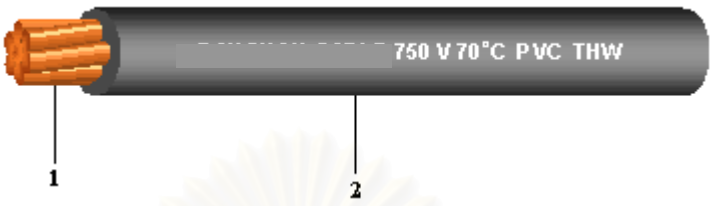
ตารางที่ 3.2 สายชนิด 750 V 70°C VCT TIS 11-2531 TABLE 9 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of Sheath	Overall diameter	Current rating in air	Minimum insulation resistance (at 70°C)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	mm	A	M ohm-km
0.5	16/0.20	0.8	1.0	5.4	11	0.0160
0.75	24/0.20	0.8	1.0	5.6	14	0.0140
1	32/0.20	0.8	1.2	6.2	17	0.0127
1.5	30/0.25	0.8	1.2	6.6	20	0.0111
2.5	50/0.25	0.8	1.2	7.4	29	0.0092
4	56/0.30	0.9	1.4	8.6	37	0.0084
6	84/0.30	0.9	1.4	9.4	48	0.0071
10	80/0.40	1.1	1.8	12.0	68	0.0068
16	126/0.40	1.1	1.8	13.5	90	0.0050
25	196/0.40	1.3	2.2	16.0	119	0.0048
35	276/0.40	1.3	2.2	17.5	148	0.0041
50	396/0.40	1.5	2.6	21.0	185	0.0040
70	360/0.50	1.5	2.6	23.0	230	0.0034
95	475/0.50	1.7	3.0	26.5	271	0.0034

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าหุ้มทองแดงแรงดันต่ำ ประเภท Copper Building Cable เช่น สายชนิด “750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)” ดังรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)

โครงสร้างสายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)

1. Conductor : Solid or concentric stranded annealed copper wires
2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC)
3. Identification : White, Black, Red, Blue, Green or other color

การใช้งาน

For Building wiring, installation on insulator or in raceway, dry location

ตารางที่ 3.3 สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Overall diameter	Current rating in air	Minimum insulation resistance (at 70°C)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	A	M ohm-km
0.5	1/0.80	0.8	3.0	11	0.0175
1	1/1.13	0.8	3.3	16	0.0141
1	7/0.40	0.8	3.5	16	0.0135
1.5	1/1.38	0.8	3.6	21	0.0123
1.5	7/0.50	0.8	3.8	21	0.0116
2.5	1/1.78	0.8	4.0	29	0.0102
2.5	7/0.67	0.8	4.3	29	0.0093
4	1/2.25	0.9	4.8	39	0.0094
4	7/0.85	0.9	5.2	39	0.0085
6	7/1.04	0.9	5.8	51	0.0073
10	7/1.35	1.1	7.2	70	0.0069

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

ตารางที่ 3.3 สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)(ต่อ)

Conductor		Thickness of insulation	Overall diameter	Current rating in air	Minimum insulation resistance (at 70°C)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	A	Mohm-km
16	7/1.70	1.1	8.4	96	0.0057
25	7/2.14	1.3	10.5	127	0.0054
35	19/1.53	1.3	11.5	157	0.0047
50	19/1.78	1.5	13.5	191	0.0046
70	19/2.14	1.5	15.5	244	0.0039
95	19/2.52	1.7	18.0	297	0.0038
120	37/2.03	1.7	19.5	345	0.0034
150	37/2.25	1.9	21.5	397	0.0034
185	37/2.52	2.1	24.0	453	0.0034
240	61/2.25	2.3	27.0	535	0.0033
300	61/2.52	2.5	30.0	617	0.0032
400	61/2.85	2.7	33.5	741	0.0030
500	61/3.20	3.1	38.0	854	0.0031

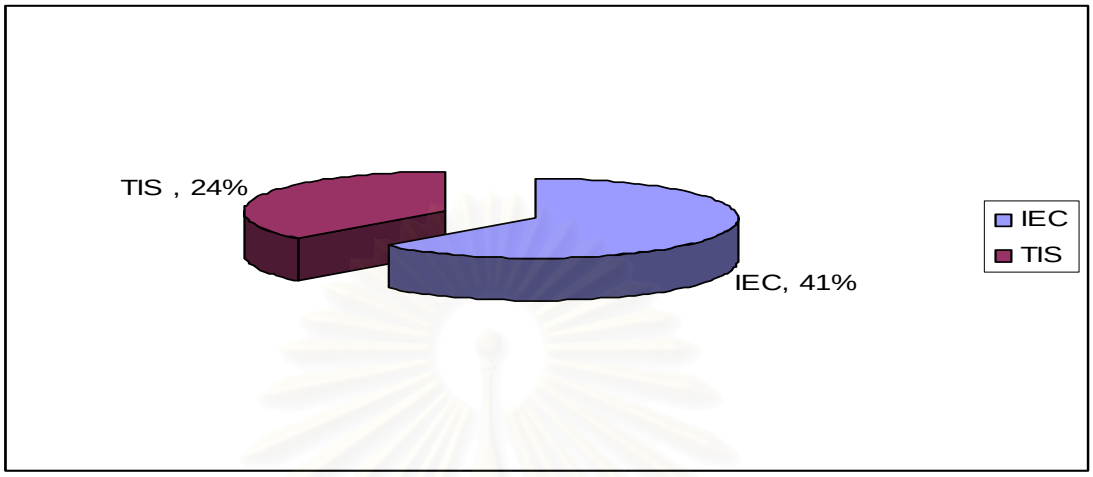
ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

3.2 มาตรฐานที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ของโรงงานพบว่า มีการใช้ มาตรฐานInternational Electro-technical Commission (IEC) และมาตราฐานอุตสาหกรรมไทย (TIS) ในการผลิตผลิตภัณฑ์ สัดส่วนมาตรฐานที่ใช้ในโรงงานที่ทำการศึกษากับชนิดผลิตภัณฑ์ ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ดังกราฟที่ 3.3

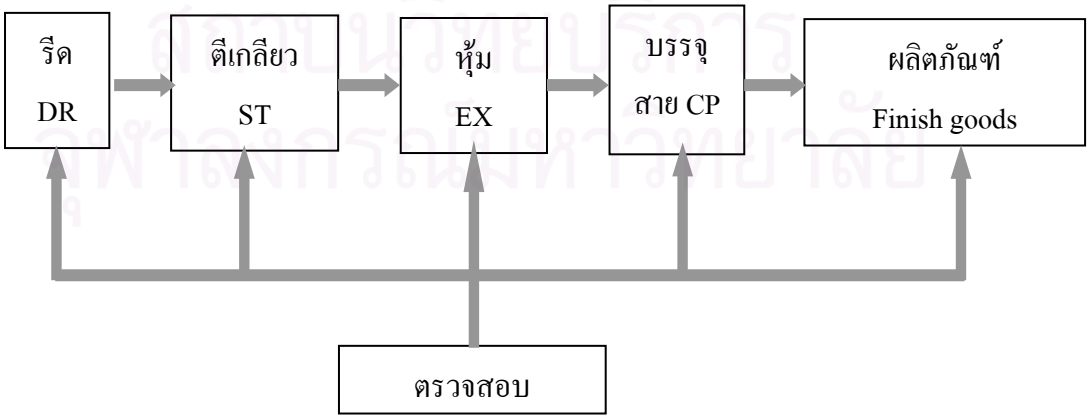
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์การใช้มาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา
(ข้อมูล ปี พ.ศ. 2543 ถึง 2547)



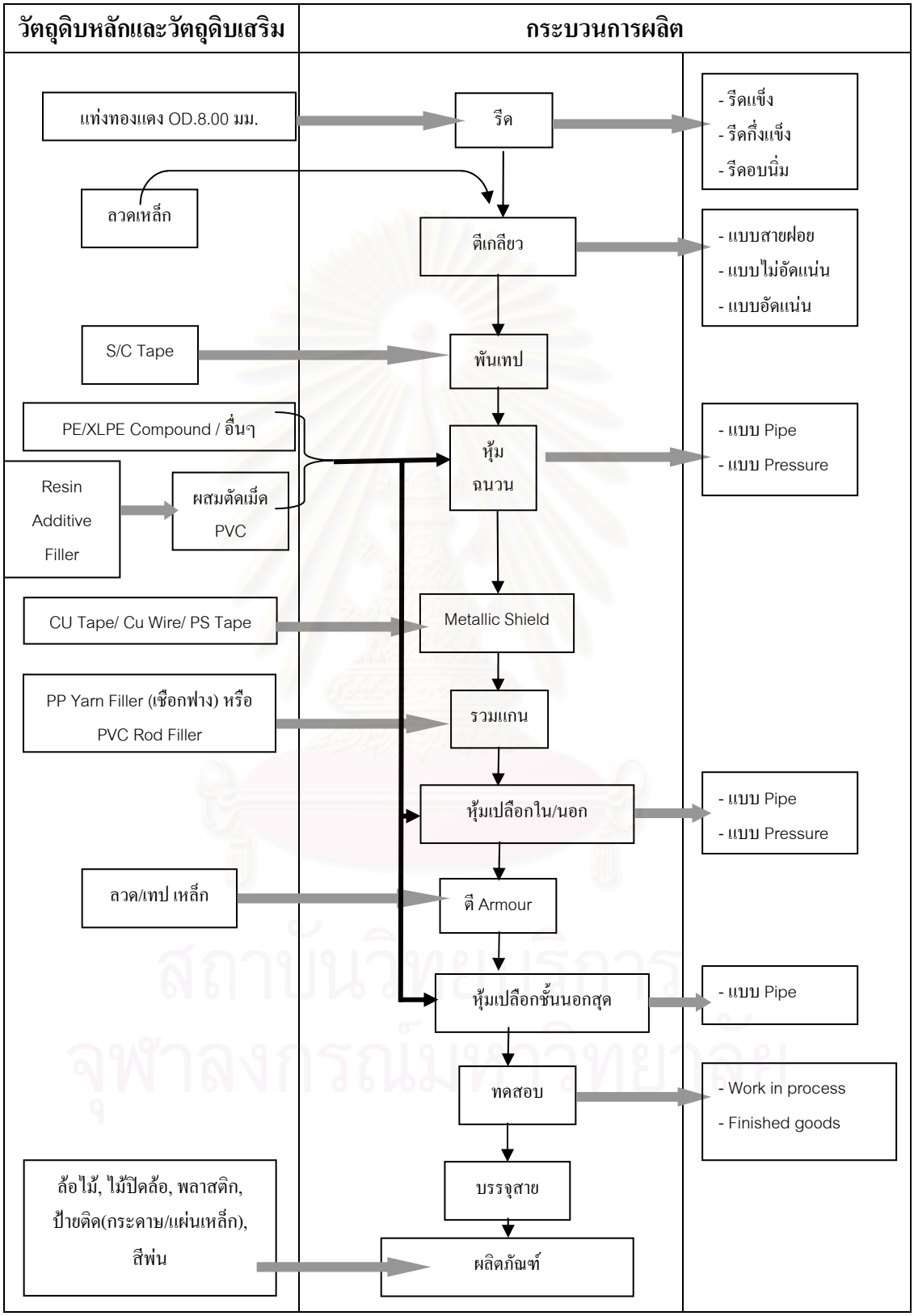
3.3 กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา

จากการศึกษาพบว่าโรงงานที่ศึกษามีการจัดแผนผังของเครื่องจักรตามกระบวนการผลิต (Process Layout) โดยยึดหลักของการผลิตชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน แบ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตลวดรีด เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตการตีเกลียวลวด เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตการหุ้ม และเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ ซึ่งในการผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าในโรงงานที่ศึกษาจะมีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนระหว่างการผลิตกลับไปกลับมาระหว่างกลุ่มของเครื่องจักร ซึ่งแสดงการจัดกลุ่มเครื่องจักรดัง รูปที่ 3.4 และตารางแสดงภาพรวมขั้นตอนการผลิต ดังตารางที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การจัดกลุ่มของเครื่องจักรในโรงงานที่ศึกษา

ตารางที่ 3.4 ภาพรวมขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงานที่ทำการศึกษา



3.4 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงานที่ศึกษา

จากการศึกษาการกำหนดรหัสของผลิตภัณฑ์ในโรงงานที่ศึกษา การกำหนดรหัสจะเป็นแบบลูกโซ่ เป็นการกำหนดรหัสไม่ต่อเนื่อง หรือรหัสที่มีตำแหน่งตัวเลขตายตัว ตามความหมายของแต่ละตำแหน่งจะเป็นอิสระไม่ขึ้นกับตำแหน่งอื่น ๆ ดังนั้นคุณสมบัติของชิ้นส่วนสามารถระบุในแต่ละตำแหน่งในรหัสแบบลูกโซ่ได้ การแก้ไขสามารถทำได้ง่ายขึ้นถ้ามีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาช่วย จึงนิยมนำมาใช้ในระบบการผลิต เพราะจะทำให้ง่ายในการแยกแยะหรือรวมกลุ่มของชิ้นส่วนต่าง ๆ แต่การกำหนดรหัสแบบนี้ต้องมีการสำรองรหัสเผื่อไว้ทำให้ต้องมีการกำหนด รหัสไว้หลายตำแหน่ง

ซึ่งรหัสที่ใช้นี้เป็นรหัสผลิตภัณฑ์พร้อมขาย(Finish goods) ซึ่งการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์จะใช้ตัวเลขที่สื่อความหมาย ประกอบด้วนรหัส 13 หลัก แบ่งรหัสเป็น 5 ท่อน โดยรหัสแต่ละท่อนไม่สัมพันธ์กัน และจะเป็นการ Running Number ของรหัสในแต่ละท่อนไปเรื่อยๆ โดยจะมีรูปแบบการกำหนดรหัส ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 รูปแบบการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าโรงงานที่ศึกษา

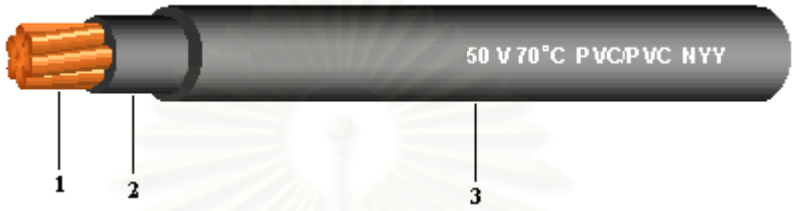
	ประเภทและชนิดสายไฟฟ้า	มาตรฐาน/แรงดัน	จำนวนแกนX พื้นที่หน้าตัดตัวนำ, สายดิน,สายศูนย์,concentric conductor	สีเปลือกนอก	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5
รหัสหลักที่	1-3	4-6	7-10	11-12	13
รหัส	NNN	NNN	NNNN	NN	N, A

N หมายถึง Numeric ตัวเลข A หมายถึง Alphabet ตัวอักษร

ซึ่งได้แสดงวิธีการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าไว้ ดังต่อไปนี้

1) ประเภท Copper Low Voltage Power Cables ชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6

(1 CORE) ดังรูปที่ 3.5 และตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.5 สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE) เปลือกนอกสีดำ

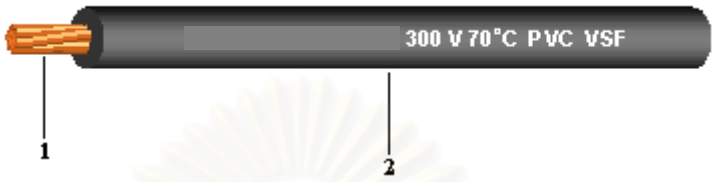
ตารางที่ 3.6 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด 750V 70°C NYY TIS 11-2531, TABLE 6 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of Sheath	Overall diameter	Current rating		Minimum insulation resistance (at 70°C)	รหัสผลิตภัณฑ์ (บรรจุล้อ / R)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	mm	in air A	in ground A	Mohm-km	
1	1/1.13	1.5	1.8	8.6	18	23	0.0207	4360060003012
1	7/0.40	1.5	1.8	8.8	18	23	0.0200	4360060003012
1.5	1/1.38	1.5	1.8	9.0	23	29	0.0184	4360060006012
1.5	7/0.50	1.5	1.8	9.2	23	29	0.0175	4360060006012
2.5	1/1.78	1.5	1.8	9.4	30	38	0.0157	4360060008012
2.5	7/0.67	1.5	1.8	9.8	30	38	0.0146	4360060008012
4	1/2.25	1.5	1.8	10.0	40	49	0.0135	4360060010012
4	7/0.85	1.5	1.8	10.5	40	49	0.0124	4360060010012

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

2) ประเภท Copper Flexible Cable ชนิด 300 V 70°C VSF TIS 11-2531 TABLE 10

(1 CORE) ดังรูปที่ 3.6 และตารางที่ 3.7



รูปที่ 3.6 สายชนิด 300 V 70°C VSF TIS 11-2531 TABLE 10 (1 CORE) เปลือกนอกสีดำ

โครงสร้างสายชนิด 300 V 70°C VSF TIS 11-2531 TABLE 10 (1 CORE)

1. Conductor : Bunch stranded annealed copper wires
2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC) (any color as requested)

การใช้งาน

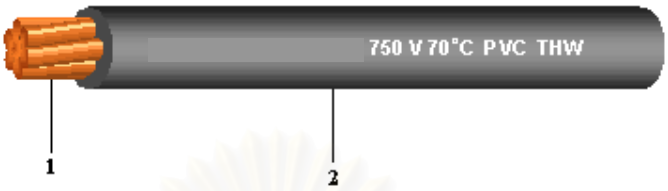
For marking cores conncetion between termanals inside appliances

ตารางที่ 3.7 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด 300 V 70°C VSF TIS 11-2531 TABLE 10 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Overall diameter	Current rating in air	Minimum insulation resistance (at 70°C)	รหัสผลิตภัณฑ์ (บรรจุล้อ/ R)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	A	M ohm-km	
0.5	16/0.20	0.8	3.2	10	0.0160	7510020001012
0.5	28/0.15	0.8	3.2	10	0.0160	7510020001012
0.75	24/0.20	0.8	3.4	12	0.0140	7510020002012
0.75	42/0.15	0.8	3.4	12	0.0140	7510020002012
1	32/0.20	0.8	3.6	16	0.0127	7510020003012
1.5	30/0.25	0.8	3.9	19	0.0111	7510020006012
2.5	50/0.25	0.8	4.8	26	0.0092	7510020008012

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

3) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าหุ้มทองแดงแรงดันต่ำ ประเภท Copper Building Cable เช่น สายชนิด “750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)” ดังรูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.8



รูปที่ 3.7 สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE) เปลือกนอกสีดำ

โครงสร้างสายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)

1. Conductor : Solid or concentric stranded annealed copper wires
2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC)
3. Identification : White, Black, Red, Blue, Green or other color

การใช้งาน

For Building wiring, installation on insulator or in raceway, dry location

ตารางที่ 3.8 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์สายชนิด สายชนิด 750 V 70°C THW TIS 11-2531, TABLE 4 (1 CORE)

Conductor		Thickness of insulation	Overall diameter	Current rating in air	Minimum insulation resistance (at 70°C)	รหัสผลิตภัณฑ์ (บรรจุล้อ/ R)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	A	M ohm-km	
0.5	1/0.80	0.8	3.0	11	0.0175	4060060001012
1	1/1.13	0.8	3.3	16	0.0141	4060060003012
1	7/0.40	0.8	3.5	16	0.0135	4060060003012
1.5	1/1.38	0.8	3.6	21	0.0123	4060060006012
1.5	7/0.50	0.8	3.8	21	0.0116	4060060006012
2.5	1/1.78	0.8	4.0	29	0.0102	4060060008012
2.5	7/0.67	0.8	4.3	29	0.0093	4060060008012
4	1/2.25	0.9	4.8	39	0.0094	4060060010012
4	7/0.85	0.9	5.2	39	0.0085	4060060010012
6	7/1.04	0.9	5.8	51	0.0073	4060060012012

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

บทที่ 4

แนวทางในการจำแนกชนิดและการออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าของโรงงานที่ศึกษา

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าโดยทั่วไป ผู้ออกแบบต้องมีประสบการณ์ ความชำนาญ รวมทั้งมีความรอบรู้ในมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า ซึ่งมาตรฐานที่ใช้มีอยู่หลายมาตรฐานทั้งมาตรฐานที่ใช้กันภายในประเทศและมาตรฐานสากล รวมทั้งทราบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วย ในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อตามสนองความต้องการของลูกค้าได้ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ ผู้ออกแบบจะต้องสามารถบ่งบอกข้อมูลที่ใช้ได้ดังต่อไปนี้ คือ

1. ชนิดของตัวนำทองแดง
2. จำนวนแกนและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ
3. ประเภทของสายไฟฟ้า

4.1 การจำแนกผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าตามชนิดของตัวนำทองแดง

สามารถจำแนกชนิดตามตัวนำทองแดงได้ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของตัวนำ
2. ทิศทางการตีเกลียวของตัวนำ
3. ลักษณะพิเศษ

4.1.1 การจำแนกตามลักษณะของตัวนำ

สายไฟฟ้าที่มีตัวนำหลายแบบ แบ่งได้เป็น 4 รูปแบบหลักๆ คือ

1) ตัวนำแบบเส้นเดียว (Solid conductor หรือ Solid) คือ เส้นลวดรีดเส้นเดียว

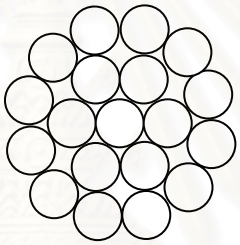
2) ตัวนำตีเกลียวแบบสายฝอย (Bunching conductor หรือ Bunch) คือ เส้นลวดจะต้องล้อมรอบจุดศูนย์กลางลวดเป็นกลุ่ม สำหรับการจัดกลุ่มการตีเกลียวสายฝอย จะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

3) ตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น (Concentric stranding conductor หรือ Strand) คือ เส้นลวดจะต้องล้อมรอบจุดศูนย์กลางลวดเป็นชั้นๆ ลักษณะตัวนำตีเกลียวจะมีลักษณะดังนี้

(3.1) ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 1 มี 6 เส้น รวม 7 เส้น ดังรูปที่ 4.1

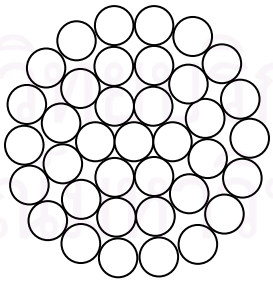
รูปที่ 4.1 การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น ชั้น 7 เส้น

(3.2) ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 2 มี 12 เส้น รวม 19 เส้น ดังรูปที่ 4.2



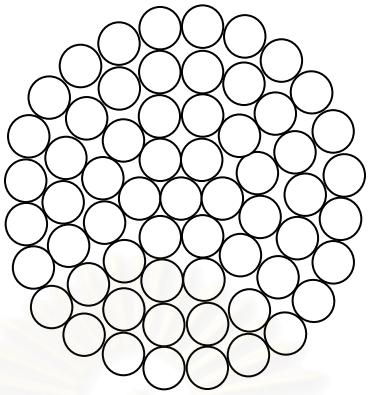
รูปที่ 4.2 การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 12 เส้น

(3.3) ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 3 มี 18 เส้น รวม 37 เส้น ดังรูปที่ 4.3



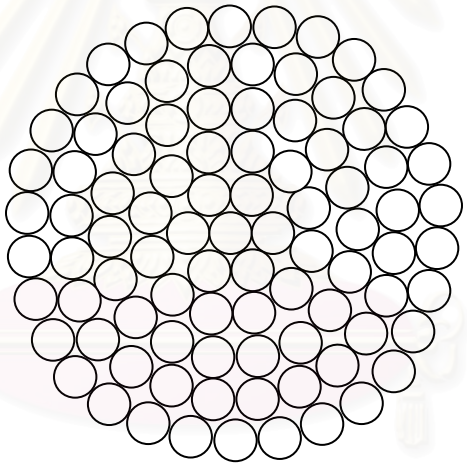
รูปที่ 4.3 การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 18 เส้น

(3.4) ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 4 มี 24 เส้น รวม 61 เส้น ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 24 เส้น

(3.5) ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 5 มี 30 เส้น รวม 91 เส้น ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การตีเกลียวตัวนำตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น 30 เส้น

4) ตัวนำตีเกลียวแบบอัดแน่น (Compact stranding conductor หรือ Compact) คือ เส้นลวดจะต้องล้อมรอบจุดศูนย์กลางลวดเป็นชั้นๆ และเส้นลวดแต่ละเส้นจะถูกอัดให้แน่นจนไม่เหลือช่องว่าง ลักษณะตัวนำตีเกลียวแบบอัดแน่นของโรงงานที่ศึกษา จะมีลักษณะการ 2 แบบดังนี้ คือ

(4.1) จำนวนเส้นลวดที่ใช้จะเท่ากับการตีเกลียวแบบไม่อัดแน่น แต่จะมีการอัดแน่นตัวนำตีเกลียวนั้น

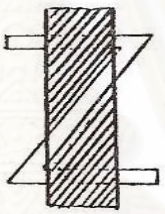
(4.2) จำนวนเส้นลวดที่ใช้ตีเกลียวแบบอัดแน่นจะไม่เท่ากับจำนวนเส้นลวดที่ใช้ ตีเกลียวไม่อัดแน่น โดยใช้จำนวนเส้นลวดดังต่อไปนี้

- ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 1 มี 6 เส้น เท่ากับ 1+6 รวม 7 เส้น
- ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 2 มี 11 เส้น เท่ากับ 1+6+11 รวม 18 เส้น
- ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 3 มี 16 เส้น เท่ากับ 1+6+11+16 รวม 34 เส้น
- ลวดที่ล้อมรอบชั้นที่ 4 มี 21 เส้น เท่ากับ 1+6+11+16+21 รวม 55 เส้น

4.1.2 การจำนวนตามทิศทางตีเกลียวของตัวนำ

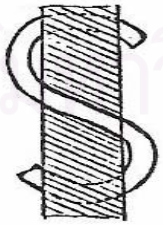
ทิศทางการตีเกลียว แบ่งออกเป็นการตีเกลียว ทางขวาและการตีเกลียวทางซ้าย

(1) การตีเกลียวทางขวา หมายถึง ลวดมีลักษณะของการหมุนคล้ายรูปอักษร Z ต่อแกนกลาง เมื่อให้ตัวนำอยู่ในแนวยืน ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ทิศทางการตีเกลียวทางขวาคล้ายรูปอักษร Z

(2) การตีเกลียวทางซ้าย หมายถึง ลวดมีลักษณะของการหมุนคล้ายรูปอักษร S ต่อแกนกลาง เมื่อให้ตัวนำอยู่ในแนวยืน ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ทิศทางการตีเกลียวทางซ้ายคล้ายรูปอักษร S

4.1.3 การจำแนกตามลักษณะพิเศษ

ลวดหมายถึง ลวดสำหรับจุดประสงค์ทางไฟฟ้า ประเภท และชนิดของลวดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

(1) ลวดอบอ่อนหรืออบนิ่ม (Soft and annealed wire)

(2) ลวดรีดกึ่งแข็ง (Medium hard-drawn wire)

(3) ลวดรีดแข็ง (Hard-drawn wire)

4.2 การจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าตามจำนวนแกนและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ

ในปัจจุบันราคาวัตถุดิบหลัก เช่นทองแดง ล้วนมีการปรับราคาสูงขึ้นตามราคาตลาดโลก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนของผู้ผลิต ทำให้การออกแบบสายไฟฟ้าในปัจจุบัน ผู้ผลิตจึงมีการปรับลดการใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดตัวนำและจำนวนเส้นลวดตัวนำลง โดยยังคงอยู่ในกฎเกณฑ์ระหว่างคู่ค้า โดยยึดหลักความถูกต้องของแต่ละมาตรฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางไฟฟ้า และผลิตได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด ซึ่งตัวนำที่ผลิตได้จะต้องผ่านการทดสอบค่าทางกายภาพและค่าทางไฟฟ้าให้ได้ตามแต่ละมาตรฐานที่กำหนดไว้ มิติหรือขนาดของสายไฟฟ้าได้แก่ พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดตัวนำ จำนวนแกนของสายไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และมาตรฐานการผลิต หน่วยที่ใช้บอกขนาดสายไฟฟ้าของตัวนำที่ใช้เป็นมาตรฐานอยู่ในปัจจุบันนี้คือ AWG (American Wire Gauge) BWG(Birmingham Iron Wire Gauge) SWG(British Standard Wire Gauge) mm G (millimeter Gauge) แต่มาตรฐานที่เราได้ยินบ่อยที่สุดในประเทศไทยคือ AWG และ SWG ดังที่กล่าวมานี้ต้องอยู่ภายในข้อจำกัดที่กำหนด ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละมาตรฐานการผลิตเพื่อใช้งานในแต่ละประเทศ สำหรับผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ศึกษา จะมีการจำแนกชนิดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ออกได้ ดังตารางที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงพื้นที่หน้าตัดชนิดตัวนำทองแดงของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ	ลักษณะของตัวนำทองแดง							
	Solid ลวดรีด		Bunching ตีเกลียวสายฝอย		Concentric Stranding ตีเกลียวไม่อัดแน่น		Compact Stranding ตีเกลียวแบบอัดแน่น	
SQ.MM.	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)
0.5	1	0.30	7	0.30	-	-	-	-
0.5	1	0.80	16	0.20	-	-	-	-
0.5	1	0.30	28	0.15	-	-	-	-
0.75	-	-	7	0.37	-	-	-	-
0.75	-	-	24	0.20	-	-	-	-
0.75	-	-	42	0.15	-	-	-	-
1	-	-	7	0.43	-	-	-	-
1	1	1.13	32	0.20	-	-	-	-
1	1	0.40	-	-	-	-	-	-
1.5	1	1.38	30	0.25	-	-	-	-
1.5	1	0.50	7	0.52	-	-	-	-
2.5	1	1.78	50	0.25	-	-	-	-
2.5	1	0.67	7	0.67	-	-	-	-
4	1	2.25	56	0.30	-	-	-	-
4	-	-	-	-	7	0.85	-	-
6	-	-	84	0.30	7	1.04	-	-
10	-	-	80	0.40	7	1.35	7	1.46
16	-	-	126	0.40	7	1.70	7	1.86
25	-	-	196	0.40	7	2.14	7	2.36
35	-	-	276	0.40	19	1.53	7	2.77
50	-	-	396	0.40	19	1.78	7	3.25
70	-	-	360	0.50	19	2.14	7	2.27
95	-	-	475	0.50	19	2.52	19	2.63

ตารางที่ 4.1 แสดงพื้นที่หน้าตัดชนิดตัวนำทองแดงของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า (ต่อ)

พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ	ลักษณะของตัวนำทองแดง							
	Solid ลวดรีด		Bunching ตีเกลียวสายฝอย		Concentric Stranding ตีเกลียวไม่อัดแน่น		Compact Stranding ตีเกลียวแบบอัดแน่น	
SQ.MM.	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)	No. of Wire(เส้น)	O.D. of Wire(mm.)
120	-	-	629	0.50	37	2.03	19	2.97
150	-	-	777	0.50	37	2.25	37	2.37
185	-	-	925	0.50	37	2.52	37	2.63
240	-	-	-	-	61	2.25	37	3.06
300	-	-	-	-	61	2.52	61	2.63
400	-	-	-	-	61	2.85	61	2.97
500	-	-	-	-	61	3.20	61	3.41
630	-	-	-	-	61	2.97	61	3.8
800	-	-	-	-	-	-	37+24	4.39+4.19

4.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า

สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 การจำแนกผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าตามการใช้งาน แบ่งได้ 2 แบบ คือ

1) Cord หมายถึงสายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก มีฉนวนแบบอ่อนตัวที่สามารถบิดงอได้ง่าย

2) Cableหมายถึงสายไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่มีฉนวนป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลได้อย่างมั่นคง ปลอดภัย ใช้ฝังใต้ดิน ทอดข้ามแม่น้ำ หรือเป็นสายเปลือยแขวนลอย

4.3.2 สายไฟฟ้าสามารถแบ่งตามโครงสร้างได้ดังต่อไปนี้

1) สายหุ้ม PVC ชนิดนี้มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนความร้อนแข็งเหนียว ไม่เปื่อยง่าย นิยมใช้งานมากที่สุด

2) สายเดี่ยว เป็นสายไฟฟ้า 1 เส้น มี 1 แกน ใช้เดินทั้งภายในและภายนอกอาคารสายไฟฟ้าชนิดนี้ถ้าเดินในอาคารนิยมใช้ร้อยในท่อแล้วยึดท่อกับผนังหรือฝังท่อในเสาหรือพื้นบางครั้งก็นำมาใช้เดินภายนอก

อาคาร การเดินสายเดี่ยวนี้ไม่นิยมเดินตีคลิป แต่จะเดินในท่อหรือวางรางเหล็กเสมอ หรือยึดติดกับผนังโดยใช้ประกับยึดเป็นช่วง ๆ

3) สายคู่ เป็นไฟฟ้าที่ใช้เดินภายในอาคาร เป็นสายไฟฟ้าชนิด 1 เส้นมี 2 แกนหรือทำพิเศษให้มี 3 แกน โดยมีสายดินอีก 1 แกน

4) สายเคเบิลใต้ดิน เป็นสายไฟฟ้าชนิดที่มีฉนวน PVC หุ้มลวดทองแดงอยู่แล้วยังมีฉนวนหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

4.3.3 การจำแนกตามมาตรฐานการผลิต

สำหรับมาตรฐานที่ใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า วัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน รวมถึงการทดสอบสายไฟฟ้า สำหรับโรงงานตัวอย่าง จะใช้มาตรฐาน IEC และ TIS

4.3.4 การจำแนกตามระดับแรงดัน

สำหรับแรงดันต่ำ (Low Voltage) คือ สายที่มีแรงดัน ไม่เกิน 750 V ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย TIS และแรงดัน ไม่เกิน 1 kV ตามมาตรฐาน IEC 60502-1

4.3.5 การจำแนกตามกระบวนการผลิต

แบ่งตามขั้นตอนการผลิตหลัก ดังนี้

1) การรีดลวดตัวนำ (Drawing-SO)

2) การตีเกลียวลวดตัวนำ (Stranding-ST) ได้แก่

(2.1) การตีเกลียวลวด (BC, ST, CP)

(2.2) การตีเกลียวรวมแกน (CB, TWS)

(2.3) การพันเทปชีลด์ (TS, TSM)

(2.4) การตีลวดชีลด์ (ARM, WS)

3) การหุ้ม (Extrusion-EX) ได้แก่

(3.1) หุ้มชั้นฉนวน (INS)

(3.2) หุ้มเปลือกใน (INN)

(3.3) หุ้มเปลือกนอก (JK)

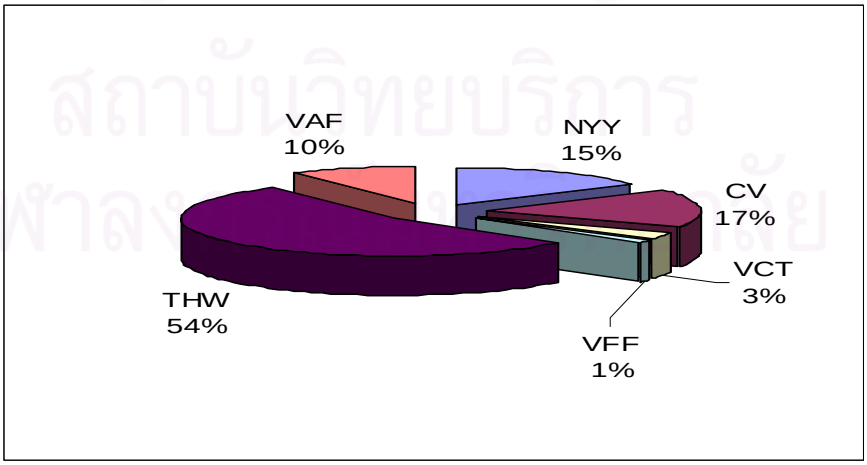
4) การบรรจุ (Packing-CP)

ซึ่งการศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์ภายในโรงงานตัวอย่าง ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ผู้ศึกษาสามารถจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนในการผลิตผลิตภัณฑ์มากที่สุดของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ ได้ดังนี้

กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์
1. สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร (Copper Building Cable)	THW, VAF
2. ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ ใช้ในงานติดตั้งทั่วไป(Copper Low Voltage Power Cable)	CV, NYY
3.สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า (Copper Flexible Cable)	VCT, VFF

โดยมีสัดส่วนของชนิดผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตในโรงงาน ดังกราฟที่ 4.1

กราฟที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ของชนิดผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตในโรงงานที่ศึกษา (ข้อมูล ปี พ.ศ. 2548)



ที่มา: ฝ่ายบัญชี

4.4 การออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า

ทางผู้ศึกษาได้นำหลักการของ BRISCH และเทคโนโลยีกลุ่ม (Group Technology) ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 มาประยุกต์ใช้ ในการออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ในการออกแบบรหัสเพื่อแสดงคุณลักษณะของวัสดุนั้นๆ และเพื่อลดข้อจำกัดของการกำหนดรหัสที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง ซึ่งรหัสที่ออกแบบจะมีโครงสร้างแบบผสม(Hybrid Structure หรือ Semi-Poly code หรือ Mixed code) ระหว่างรหัสแบบตามลำดับชั้นกับรหัสแบบลูกโซ่ และรหัสที่กำหนดใช้เป็นตัวเลขสื่อความหมาย

โดยการกำหนดรหัสสำหรับผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า จะพิจารณาจากคุณสมบัติต่างๆ เช่น สถานะของชิ้นส่วน มาตรฐาน กลุ่มผลิตภัณฑ์ ชนิดผลิตภัณฑ์ แรงดัน/อุณหภูมิที่ใช้งาน พื้นที่หน้าตัดตัวนำ ขั้นตอนการผลิต สีเปลือกนอกผลิตภัณฑ์ และการบรรจุ เป็นต้น ผู้ศึกษาได้ออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ให้มีรหัส 18 หลัก (digit) โดยผู้ศึกษาได้จำกัดการใช้งานของรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ต้องไม่ซ้ำกันของรหัสในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4.2 และได้แสดงรูปแบบการกำหนดรหัสชนิดผลิตภัณฑ์ของแต่กลุ่มผลิตภัณฑ์ในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 4.2 การออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์โดยผู้ศึกษา

	สถานะชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของตัวนำ	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์	แรงดัน/อุณหภูมิที่ใช้งาน	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	ขั้นตอนการผลิต	สีเปลือกนอกผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.4.1 โครงสร้างการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Building Cable มีรูปแบบการกำหนดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รูปแบบการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Building Cable

	สถานะชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของตัวนำ	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์	แรงดัน/อุณหภูมิที่ใช้งาน	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	ขั้นตอนการผลิต	สีผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รหัสหลักที่	1	2-3	4	5-6	7-9	10-11	12-14	15	16-17	18
รหัส	N	NN	N	**02**	NNN	NN	NNN	N	NN	N

N หมายถึง Numeric ตัวเลข

สำหรับการกำหนดรหัส ได้แสดงตัวอย่างการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ ประเภทสาย Copper Building Cable โดยการกำหนดรหัส จะได้รหัสเป็นสองกลุ่มคือ รหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Finished goods-FG และรหัสกลุ่มชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi-Finished Products-SEMI-FG) ดังตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2 โครงสร้างการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable มีรูปแบบการกำหนดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รูปแบบการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable

	สถานะชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของตัวนำ	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์	แรงดัน/อุณหภูมิที่ใช้งาน	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	ขั้นตอนการผลิต	สีผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รหัสหลักที่	1	2-3	4	5-6	7-9	10	11-13	14-15	16-17	18
รหัส	N	NN	N	**03**	NNN	N	NNN	NN	NN	N

N หมายถึง Numeric ตัวเลข

สำหรับการกำหนดรหัสจะแสดงตัวอย่างการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ ประเภทสาย Copper Low Voltage Power Cable โดยการกำหนดรหัส จะได้รหัสเป็นสองกลุ่มคือ รหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์Finished goods-FG และรหัสกลุ่มชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi-Finished Products-SEMI-FG) ดังตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.3 โครงสร้างการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Flexible Cable มีรูปแบบการกำหนดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 รูปแบบการกำหนดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Flexible Cable

	สถานะชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของตัวนำ	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์	แรงดัน/อุณหภูมิที่ใช้งาน	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	ขั้นตอนการผลิต	สีผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รหัสหลักที่	1	2-3	4	5-6	7-9	10-11	12-14	15	16-17	18
รหัส	N	NN	N	**07**	NNN	NN	NNN	N	NN	N

N หมายถึง Numeric ตัวเลข

สำหรับการกำหนดรหัสจะแสดงตัวอย่างการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ ประเภทสาย Copper Flexible Cable โดยการกำหนดรหัส จะได้รหัสเป็นสองกลุ่มคือ รหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์Finished goods-FG และรหัสกลุ่มชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi-Finished Products-SEMI-FG) ดังตารางที่ ก.3 ในภาคผนวก ก.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

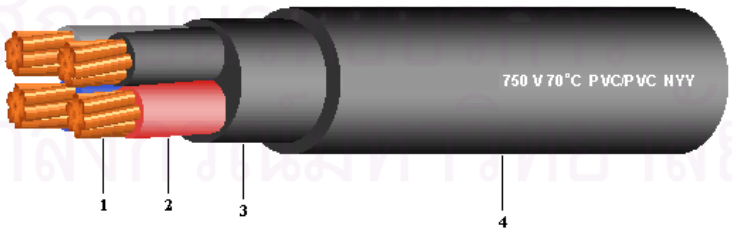
4.5 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบ

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมสายไฟฟ้า มีปัจจัยมาจากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต จากการศึกษาในโรงงานตัวอย่าง มีการรับงานผลิตเป็นงวดเล็กๆ เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการนำรหัสมาใช้จำเป็นต้องคำนึงถึงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานการผลิตและความสามารถของกระบวนการผลิต สำหรับรหัสที่กำหนดนอกจากจะใช้กับผลิตภัณฑ์(Finished goods: FG) แล้ว ยังนำไปใช้กับชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi-finished products: SEMI-FG) อีกด้วย เพื่อนำรหัสที่สร้างไปใช้งานกับหน่วยงานอื่น

ซึ่งในการผลิตจะบ่งชี้ถึงกลุ่มผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนเพื่อเริ่มต้นในการผลิต และช่วยให้สามารถนำรหัสผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ ไปใช้ได้สอดคล้องและเหมาะสมกับการผลิตมากยิ่งขึ้น โดยผู้ศึกษาได้ทำการสร้างรหัสลงในแบบฟอร์มการกำหนดรหัส ดังตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข. และได้ให้รหัสผลิตภัณฑ์ดังแสดงตัวอย่างในหัวข้อที่ 4.5.1 จะได้รหัสผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 4.7 แล้วนำรหัสที่ได้ออกแบบไปสร้างใบรายการวัสดุ (Bill of material: BOM) ดังตารางที่ 4.8 เพื่อนำไปใช้งานในหน่วยงานวางแผนการผลิตต่อไป และเพื่อประโยชน์ในการใช้วัตถุดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการผลิต

4.5.1 ตัวอย่างการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable

ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM. สีดำ บรรจุล้อ TIS 11-2531, TABLE 7 ดังรูปที่ 4.8 และโครงสร้างดัง ตารางที่4.6



รูปที่ 4.8 กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable
ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM. TIS 11-2531, TABLE 7

โครงสร้าง

1. Conductor : Concentric stranded annealed copper wires
2. Insulation : Polyvinyl chloride (PVC)
   Identification : Gray, Black, Red and Blue color
3. Inner Sheath : Polyvinyl chloride (PVC), Black color
4. Outer Sheath : Polyvinyl chloride (PVC), Black color

ตารางที่ 4.6 กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM.

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of inner Sheath	Thickness of outer Sheath	Overall diameter	Current rating		Minimum insulation resistance (at 70°C)
Nominal cross-sectional area SQ.MM.	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	mm	mm	in air A	in ground A	Mohm-km
1.5	7/0.50	0.8	0.8	1.8	14.5	16	22	0.0116

ที่มา : http://www.bangkokcable.com/

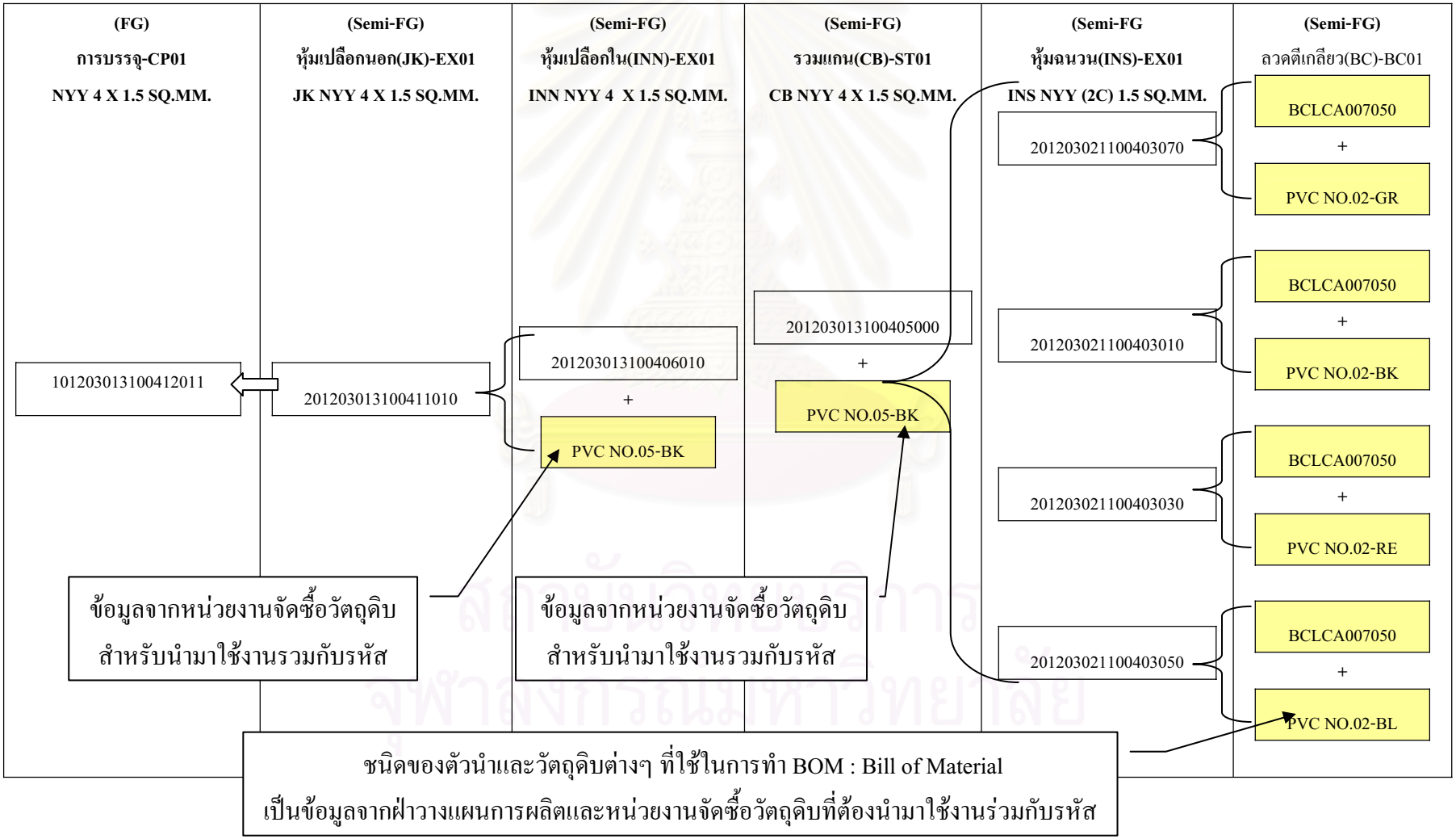
ตารางที่ 4.7 การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM. เปลือกนอกผลิตภัณฑ์สีดำ บรรจุล้อ TIS 11-2531, TABLE 7

Material Old ID	Material Name	Material Group ID	Material Type ID	Material Unit ID
101203013100412011	NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V (R) STD	11060	FERT	M
201203013100411010	JK NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V STD	12040	HALB	M
201203013100406010	INN NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V STD	12040	HALB	M
201203013100405000	CB NYY-ST 4x1.5 SQ 750V STD	12030	HALB	M
201203021100403070	INS NYY-ST 1.5 SQ GR 750V STD	12040	HALB	M
201203021100403010	INS NYY-ST 1.5 SQ BK 750V STD	12040	HALB	M
201203021100403030	INS NYY-ST 1.5 SQ RE 750V STD	12040	HALB	M
201203021100403050	INS NYY-ST 1.5 SQ BL 750V STD	12040	HALB	M

หมายเหตุ : Material Old ID หมายถึง รหัสผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขึ้นโดยผู้ศึกษา

Material Group ID และ Material Type ID หมายถึง รหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์และรหัสชนิดของผลิตภัณฑ์ จากหน่วยงาน IT ในการใช้รหัสที่ผู้ศึกษาสร้าง สำหรับใช้ในแผนกงานวางแผนการผลิต

4.5.2 ตัวอย่าง โครงสร้าง Bill of Material (BOM) ผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM. เปลือกนอกผลิตภัณฑ์สีดำ บรรจุล้อ TIS 11-2531, TABLE 7 โครงสร้าง ดังรูปที่ 4.8 และแสดงการลงข้อมูลรหัส ในแบบฟอร์มดังตารางที่ 4.7



ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างใบรายการวัสดุ Bill of Material (BOM) กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM.เปลือกนอกผลิตภัณฑ์สีดำ บรรจุล้อ TIS 11-2531, TABLE 7

Material Code	Description	Valid from		Base Qty. (m.)	Alternative
item no.		Comp. Code	Description	Comp. Qty.	Issue Storage
101203013100412011	NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V (R) STD	13.09.2006		1	01
10		201203013100411010	JK NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V STD	1	CP01
201203013100411010	JK NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V STD	13.09.2006		1	02
10		201203013100406010	INN NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V STD	1	EX01
20		PVC5001	PVC NO.05-BK	0.096	EX01
201203013100406010	INN NYY-ST 4x1.5 SQ BK 750V STD	13.09.2006		1	01
10		201203013100405000	CB NYY-ST 4x1.5 SQ 750V STD	1.02	EX01
20		PVC5001	PVC NO.05-BK	0.060	EX01
201203013100405000	CB NYY-ST 4x1.5 SQ 750V STD	13.09.2006		1	03
10		201203021100403070	INS NYY-ST 1.5 SQ GR 750V STD	1	ST01
20		201203021100403010	INS NYY-ST 1.5 SQ BK 750V STD	1	ST01
30		201203021100403030	INS NYY-ST 1.5 SQ RE 750V STD	1	ST01
40		201203021100403050	INS NYY-ST 1.5 SQ BL 750V STD	1	ST01
201203021100403070	INS NYY-ST 1.5 SQ GR 750V STD	13.09.2006		1	01
10		BCLCA007050	CU สายฝอยเกลียวซ้าย 7/0.50 มม.	1	EX01
20		PVC2007	PVC NO.02-GR	0.009	EX01
201203021100403010	INS NYY-ST 1.5 SQ BK 750V STD	13.09.2006		1	01
10		BCLCA007050	CU สายฝอยเกลียวซ้าย 7/0.50 มม.	1	EX01
20		PVC2001	PVC NO.02-BK	0.009	EX01
201203021100403030	INS NYY-ST 1.5 SQ RE 750V STD	13.09.2006		1	01
10		BCLCA007050	CU สายฝอยเกลียวซ้าย 7/0.50 มม.	1	EX01
20		PVC2003	PVC NO.02-RE	0.009	EX01
201203021100403050	INS NYY-ST 1.5 SQ BL 750V STD	13.09.2006		1	01
10		BCLCA007050	CU สายฝอยเกลียวซ้าย 7/0.50 มม.	1	EX01
20		PVC2005	PVC NO.02-BL	0.009	EX01

ลวดตัวนำ, COMPUOUN และวัตถุดิบ
เป็นข้อมูลจากฝ่ายวางแผนการผลิต และหน่วยงานจัดซื้อ

ปริมาณการใช้ เป็นข้อมูลจากคู่มือ
การผลิตของแผนกออกแบบ

ข้อมูลจากฝ่าย
วางแผนการผลิต

4.6 การเปรียบเทียบการกำหนดรหัสของโรงงานที่ศึกษากับรหัสที่ได้ออกแบบ

4.6.1 ตัวอย่างการกำหนดรหัส

(1) รหัสของโรงงานที่ศึกษา กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70° C NYY 4 X1.5 SQ.MM. สีเปลือกสายสำเร็จ บรรจุล้อ TIS 11-2531, TABLE 7 ดังรูปที่ 4.8

	กลุ่มสายไฟฟ้า Copper Low Voltage Power Cable รหัสชนิดสาย	มาตรฐาน/แรงดัน	มิติหรือขนาด	สีเปลือกสายสำเร็จ	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5
รหัสหลักที่	1-3	4-6	7-10	11-12	13
รหัส	NNN	NNN	NNNN	NN	A,N
รหัสหลักที่	437-750	000-999	0000-9999	00-99	0-9, A-Z
รหัส	436	006	0401	01	2
รายละเอียด	NYY	750 V 70° C	4X1.5 SQ.MM.	BK	R

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) ตัวอย่างการกำหนดรหัสที่ออกแบบ กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM.

TIS 11-2531, TABLE 7 ดังรูปที่ 4.8

	สถานะชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของตัวนำ	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์	แรงดัน/อุณหภูมิ	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	ขั้นตอนการผลิต	สีผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รหัสหลักที่	1	2-3	4	5-6	7-9	10-11	12-14	15	16-17	18
รหัส	N	NN	N	NN	NNN	NN	NNN	N	NN	N
รหัสFG	1	01	2	03	013	1	004	12	01	1
รายละเอียด FG	FG	STD	CU ST	CU LP	NYY4C	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	CP01	BK	R
รหัส Semi-FG JK	2	01	2	03	013	1	004	11	01	0
รายละเอียด JK	SFG	STD	CU ST	CU LP	JK NYY4C	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	BK	-
รหัส Semi-FG INN	2	01	2	03	013	1	004	06	01	0
รายละเอียด INN	SFG	STD	CU ST	CU LP	INN NYY4C	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	BK	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) ตัวอย่างการกำหนดรหัสที่ออกแบบ กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM.

TIS 11-2531, TABLE 7 ดังรูปที่ 4.8 (ต่อ)

	สถานะชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของตัวนำ	กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชนิดผลิตภัณฑ์	แรงดัน/อุณหภูมิ	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	ขั้นตอนการผลิต	สีผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รหัสหลักที่	1	2-3	4	5-6	7-9	10-11	12-14	15	16-17	18
รหัส	N	NN	N	NN	NNN	NN	NNN	N	NN	N
รหัส Semi-FG CB	2	01	2	03	013	1	004	05	00	0
รายละเอียด CB	SFG	STD	CU ST	CU LP	CB NYY4C	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	GR,BK,RE,BL	-
รหัส Semi-FG INS-GR	2	01	2	03	021	1	004	03	07	0
รายละเอียด	SFG	STD	CU ST	CU LP	INS NYY(INS)2C UP	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	GR	-
รหัส Semi-FG INS-BK	2	01	2	03	021	1	004	03	01	0
รายละเอียด	SFG	STD	CU ST	CU LP	INS NYY (INS)2C UP	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	BK	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) ตัวอย่างการกำหนดรหัสที่ออกแบบ กลุ่มผลิตภัณฑ์ Copper Low Voltage Power Cable ชนิด 750V 70°C NYY 4 X1.5 SQ.MM.

TIS 11-2531, TABLE 7 ดังรูปที่ 4.8 (ต่อ)

	สถานะ ชิ้นส่วน	มาตรฐาน	ชนิดของ ตัวนำ	กลุ่ม ผลิตภัณฑ์	ชนิด ผลิตภัณฑ์	แรงดัน/ อุณหภูมิ	พื้นที่ หน้าตัด	ขั้นตอนการผลิต	สี ผลิตภัณฑ์	การบรรจุ
รหัสท่อนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รหัสหลักที่	1	2-3	4	5-6	7-9	10-11	12-14	15	16-17	18
รหัส	N	NN	N	NN	NNN	NN	NNN	N	NN	N
รหัส Semi-FG INS-RE	2	01	2	03	021	1	004	03	03	0
รายละเอียด	SFG	STD	CU ST	CU LP	INS NYY(INS)2C UP	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	BK	-
รหัส Semi-FG INS-BL	2	01	2	03	021	1	004	03	05	0
รายละเอียด	SFG	STD	CU ST	CU LP	INS NYY(INS)2C UP	750 V 70° C	1.5 SQ.MM	EX01	BK	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.2 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างรหัสของโรงงานตัวอย่างกับรหัสที่ออกใหม่

รหัสของโรงงานตัวอย่าง	รหัสที่ออกใหม่
1. มี 13 หลัก เป็นรหัสตัวเลขสื่อความหมาย	1.มี 18 หลัก เป็นรหัสตัวเลขสื่อความหมาย
2.ใช้งานร่วมกับคู่มือการผลิต Manufacturing guide :MG	2.ใช้งานร่วมกับคู่มือการผลิต Manufacturing guide :MG และใบรายการวัสดุ Bill of Material: BOM
3.รหัสใช้กับผลิตภัณฑ์ (Finished goods: FG)	3.รหัสใช้กับผลิตภัณฑ์(Finished goods: FG) และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi finished products: SEMI-FG)
4. รหัสใช้กับผลิตภัณฑ์(Finished goods: FG) มากกว่า 1 รายการ	4. รหัสใช้กับผลิตภัณฑ์(Finished goods: FG) 1 รายการ
5.การกำหนดรหัสประเภทผลิตภัณฑ์กับรหัสชนิดผลิตภัณฑ์อยู่ด้วยกัน	5.การกำหนดรหัสประเภทและรหัสของชนิดผลิตภัณฑ์แยกออกจากกัน
6 มิติหรือขนาดคือ จำนวนแกนXพื้นที่หน้าตัดตัวนำหรือสายดิน หรือสายศูนย์	6 มิติหรือขนาด คือพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ

4.7 การวิเคราะห์การกำหนดรหัสที่ได้ออกแบบ

จากการศึกษาโรงงานตัวอย่างพบข้อจำกัดของรหัสแบบเดิมที่ใช้อยู่ ซึ่งมีผลต่อการกำหนดรหัสที่ได้ออกแบบของรหัสผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต(Semi finished products: SEMI-FG) เนื่องจากในการกำหนดรหัสแบบเดิมของโรงงานตัวอย่างมีการใช้รหัสแทนผลิตภัณฑ์ (Finished goods: FG) แต่ไม่เคยมีการกำหนดรหัสเพื่อใช้งานกับชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi finished products: SEMI-FG) มาก่อน ทำให้การกำหนดรหัสเกิดความล่าช้า เพราะขาดข้อมูลที่ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาหรือเปรียบเทียบการใช้งานรหัสที่ได้ออกแบบ

ซึ่งวัตถุประสงค์ นอกจากจะศึกษาการจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างแล้ว การออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์(Finished goods: FG) ก็เพื่อจะลดข้อจำกัดของรหัสแบบเดิมที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง เพื่อสามารถนำรหัสที่ได้ออกแบบไปใช้งานให้สอดคล้องกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ และเหมาะสมกับการใช้งานในหน่วยงานอื่นๆ แต่จากการกำหนดรหัสที่ได้ออกแบบ ผู้ศึกษาพบทั้งข้อดีที่

ช่วยลดข้อจำกัดจากการกำหนดรหัสแบบเดิม แต่รหัสที่ออกแบบใหม่ก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานเช่นกัน

4.7.1 ข้อดีของรหัสที่ออกแบบ

1) ไม่เกิดการใช้รหัสซ้ำกันของผลิตภัณฑ์ เพราะรหัสที่ออกแบบสอดคล้องกับลักษณะของผลิตภัณฑ์
2) สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง
3) สามารถใช้กับชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต
4) เกิดการจัดกลุ่มชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตที่มีโครงสร้างการใช้ชิ้นส่วนในการผลิตเหมือนกัน
5) ทำให้การสำรองรหัสในแต่ละท่อนรหัสขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์และชนิดผลิตภัณฑ์

4.7.2 ข้อจำกัดของรหัสที่ออกแบบ

1) ผู้ให้รหัสต้องมีความรู้ในเรื่องโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นการกำหนดรหัสจึงเหมาะกับบุคลากรที่ทำงานด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์
2) รหัสที่ออกแบบเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตที่มีโครงสร้างผลิตภัณฑ์เป็นมาตรฐาน เพราะรหัสที่ออกแบบจะต้องใช้งานร่วมกับรหัสวัตถุดิบและวัสดุอื่น โดยใช้งานผ่านใบรายการวัสดุ(Bill of Material: BOM) และคู่มือการผลิต(Manufacturing guide: MG) ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน
3) รหัสที่ออกแบบควรใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิต เนื่องจากต้องทราบขั้นตอนการผลิต และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิต จนเป็นผลิตภัณฑ์
4) รหัสที่ออกแบบไม่เหมาะใช้กับชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ตั้งแต่ชิ้นส่วนการรวมแกนขึ้นไป เนื่องผลิตภัณฑ์มีโครงสร้างไม่เป็นไปตามลักษณะที่เป็นมาตรฐาน เพราะมีข้อจำกัดของรหัสสีของชิ้นส่วนในขั้นตอนการรวมแกนที่มีหลายสี ซึ่งการใช้งานรหัสสีของชิ้นส่วนที่ซ้อนขึ้นไปจากขั้นตอนการรวมแกน ไม่สามารถระบุสีจากขั้นตอนก่อนหน้าได้ทั้งหมด สำหรับรหัสสีจะสามารถระบุสีได้ ณ ขั้นตอนการผลิตนั้นๆ สำหรับวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นคือการใช้คู่มือการผลิต

(Manufacturing guide: MG) สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น หรือการจัดทำใบรายการวัสดุแบบมีทางเลือก(Alternative Bill of Material: Alternative BOM) เพื่อบ่งชี้ถึงความแตกต่างของชนิดผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต และเก็บเป็นข้อมูลไว้สำหรับการสืบค้นย้อนหลัง และสำหรับใช้สื่อสารระหว่างหน่วยงานเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการผลิต นอกจากนี้อาจมีการใช้สัญลักษณ์ หรือตัวอักษรแสดงความแตกต่างในรหัสผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต เพราะการใช้รหัสที่เป็นตัวอักษรจะสามารถใช้กับรายการชิ้นส่วนได้มากกว่าการใช้รหัสที่เป็นตัวเลขเมื่อมีความยาวรหัสเท่ากัน

4.7.3 การประเมินผลการใช้งานรหัสที่ได้ออกแบบ

จากการศึกษาชนิดผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ภายในโรงงานตัวอย่าง เช่นสายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร (Copper Building Cable) ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำใช้ในงานติดตั้งทั่วไป (Copper Low Voltage Power Cable) และสายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า (Copper Flexible Cable) เป็นต้น ได้ทดลองใช้งานรหัสที่ได้ออกแบบกับชนิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานตัวอย่าง เช่น

1) THW 1 แกน พื้นที่หน้าตัด 1, 1.5, 2.5, 4 SQ.MM. ตามมาตรฐาน มอก.11-2531 ตารางที่ 4 การบรรจุมีสองแบบคือล้อและขด เป็นสายชนิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ใช้จำนวนเส้นลวดและเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน สำหรับการกำหนดรหัสแบบเดิมจะใช้รหัสซ้ำกันอยู่ 8 รายการ รหัสที่ออกแบบจะช่วยให้การกำหนดรหัสกับชนิดผลิตภัณฑ์สอดคล้องกันทำให้ลดการใช้งานรหัสซ้ำกันลงได้

2) NYY 1 แกน พื้นที่หน้าตัด 1, 1.5, 2.5, 4 SQ.MM. ตามมาตรฐานมอก.11-2531 ตารางที่ 6 การบรรจุมีสองแบบคือล้อและขด เป็นสายที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ใช้จำนวนเส้นลวดและเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน สำหรับการกำหนดรหัสแบบเดิมจะใช้รหัสซ้ำกันอยู่ 8 รายการ รหัสที่ออกแบบจะช่วยให้การกำหนดรหัสกับชนิดผลิตภัณฑ์สอดคล้องกันทำให้ลดการใช้งานรหัสซ้ำกันลง

3) NYY 2 แกน-4 แกน พื้นที่หน้าตัด 1, 1.5, 2.5, 4 SQ.MM. ตามมาตรฐานมอก.11-2531 ตารางที่ 7 การบรรจุมีสองแบบคือ ล้อและขด เป็นสายชนิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ใช้จำนวนเส้นลวดและเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน สำหรับการกำหนดรหัสแบบเดิมจะใช้รหัสซ้ำกันอยู่ 24 รายการ รหัสที่ออกแบบจะช่วยให้การกำหนดรหัสกับชนิดผลิตภัณฑ์สอดคล้องกันทำให้ลดการใช้งานรหัสซ้ำกันลง

4) VAF 2 แกน พื้นที่หน้าตัด 1, 1.5, 2.5, 4 SQ.MM. มาตรฐานมอก.11-2531 ตารางที่ 2 การบรรจุมีสองแบบคือล้อและขด เป็นสายชนิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ใช้จำนวนเส้นลวดและเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน สำหรับการกำหนดรหัสแบบเดิมจะใช้รหัสซ้ำกันอยู่ 8 รายการ รหัสที่ออกแบบจะช่วยให้การกำหนดรหัสกับชนิดผลิตภัณฑ์สอดคล้องกันทำให้ลดการใช้งานรหัสซ้ำกันลง

5) VFF 2 แกน พื้นที่หน้าตัด 0.5, 0.75 SQ.MM. ตามมาตรฐานมอก.11-2531 ตารางที่ 10 การบรรจุมีสองแบบคือล้อและขด เป็นสายชนิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ใช้จำนวนเส้นลวดและเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน สำหรับการกำหนดรหัสแบบเดิมจะใช้รหัสซ้ำกันอยู่ 4 รายการ รหัสที่ออกแบบจะช่วยให้การกำหนดรหัสกับชนิดผลิตภัณฑ์สอดคล้องกันทำให้ลดการใช้งานรหัสซ้ำกันลง

สำหรับเวลาในการใช้ป้อนรหัสที่ออกแบบลงในแบบฟอร์มการกำหนดรหัสดังตารางที่ ข.1ในภาคผนวก ข. ที่ทำอยู่ในรูปแบบ file.exe บนคอมพิวเตอร์ ถ้ายังไม่มีการบันทึกข้อมูลรหัสจะใช้เวลาในการกำหนดรหัส ประมาณ 4 นาที/1 รหัส หากมี file.exe ของข้อมูลของรหัส จะใช้เวลาในการกำหนดรหัสประมาณ 3นาที/1 รหัส ซึ่งจากการกำหนดรหัสที่ออกแบบผู้ศึกษาพบว่าจะเสียเวลาไม่มาก หากแต่ในการกำหนดรหัสแต่ละครั้ง ต้องมีการกำหนดวิธีการกำหนดรหัสไว้อย่างชัดเจน การจัดเตรียมข้อมูลต่างๆ ในการบันทึกให้พร้อม และการจัดเก็บ file.exe งานของรหัสจะต้องเก็บไว้ให้สามารถค้นหาได้สะดวก แต่กรณีที่มีรหัสถูกกำหนดขึ้นในหลาย file.exe จะทำให้ผู้ใช้งาน ค้นหาไม่สะดวก หรือหาข้อมูลของรหัสที่กำหนดแล้วไม่พบ รวมทั้งการกำหนดรหัสจะเสียเวลาจากการค้นรหัสเก่าเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดรหัสใหม่ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้ทำการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการจัดเก็บ สืบค้น และให้รหัส ซึ่งจะกล่าวในบทถัดไป

จากการทดลองใช้รหัสที่ออกแบบใหม่ สามารถลดข้อจำกัดของการกำหนดรหัสแบบเดิมของโรงงานตัวอย่างสำหรับความแตกต่างในเรื่องของตัวนำ แต่จากการใช้งานพบว่ารหัสที่ออกแบบจะใช้งานได้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้นส่วนมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งรหัสที่ออกแบบมีข้อจำกัดสำหรับการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดจากความต้องการของลูกค้าเนื่องจากรหัสผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบไม่สามารถระบุถึงชิ้นส่วนภายในของผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด เช่นในเรื่องของสีในแต่ละขั้นตอนการผลิต รวมทั้งวัตถุดิบและวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไปในการใช้งานสำหรับมาตรฐานที่มีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ดังนั้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดสำหรับการใช้งานรหัสที่ออกแบบนี้เพื่อให้สามารถใช้งานรหัสได้ จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการใช้งานรหัสเพื่อทำให้ผู้ใช้งานไม่สับสน อาจใช้เอกสารในการสื่อสารเพื่อลดความสับสนและปรับปรุงข้อจำกัดของการใช้รหัสผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับการทำงาน

บทที่ 5

การประยุกต์ใช้งานรหัสกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การจำแนกและการออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์(Finished goods) และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Semi-finished products) สร้างขึ้นมา สำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลช่วยในการออกแบบรหัส โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดเก็บข้อมูล และโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยให้สะดวกในการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์และรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ของชิ้นส่วนใหม่ได้รวดเร็ว และลดการออกแบบชิ้นส่วนซ้ำซ้อนลง และสามารถช่วยเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้เพื่อการสืบค้น

โดยใช้โปรแกรม Access ซึ่งเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลในชุด Microsoft Office ที่นิยมใช้กัน โดย Access ได้รับการพัฒนา เป็นฐานข้อมูลแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) มีสมรรถนะในระดับที่ดี การบำรุงรักษาทำได้ง่าย และสะดวก การเก็บข้อมูลของแต่ละ table และสามารถทำงานในลักษณะ multi-users อ๊อบเจคต่างๆ ที่ครอบคลุมการพัฒนา เป็นโปรแกรม โดยมีการติดต่อแบบ GUI (graphical user interface) ทำให้การพัฒนาทำได้สะดวกและใช้เวลาน้อย

ระบบการจัดการฐานข้อมูล Microsoft Access เปรียบเสมือนเป็นการจัดเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวก เพื่อให้สามารถจัดแบ่งหมวดหมู่และบริหารข้อมูลที่มีจำนวนมากๆ ในหลายๆ ไฟล์ให้ง่ายขึ้น ในฐานะ DBMS (Data-Base Management System) การควบคุมข้อมูล Microsoft Access สามารถใช้งานได้เพียงคนเดียวบนเครื่อง พีซีเครื่องเดียว หรือมีการใช้งานร่วมกันของข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง หรือหลายเนตเวิร์ก ดังนั้นจึงมีระบบการรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ดีเยี่ยม ทำให้สามารถกำหนดได้ว่า ผู้ใช้คนใดหรือกลุ่มใดบ้างที่สามารถเข้าถึงฐานข้อมูล Microsoft Access ได้

5.1 การออกแบบฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access

ทางผู้ศึกษาได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดเก็บข้อมูลรหัส เพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บเอกสาร โดยได้ออกแบบโปรแกรม Microsoft Access 2003 เพื่อใช้ในการจัดเก็บรหัสผลิตภัณฑ์สำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลช่วยในการออกแบบรหัส และลดการออกรหัสซ้ำ

ซึ่งวิธีการกำหนดรหัสผู้ศึกษาได้กล่าวถึงในบทที่ 4 มีวิธีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกันแล้วจัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ให้เป็นระบบเพื่อนำไปสร้างเป็นแอปพลิเคชั่น ในการศึกษานี้

สามารถแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลตามลักษณะการนำรหัสที่ได้ออกแบบไว้ไปประยุกต์ใช้งาน โดยกำหนดให้อยู่ในรูปของตาราง(Table) ได้ทั้งหมด 9 ตาราง ด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ถึงตารางที่ 5.9 และสามารถแสดงความสัมพันธ์(Relationship) ระหว่างตารางต่างๆ เพื่อช่วยให้การค้นหาข้อมูลในตารางต่างๆ ได้รวดเร็วขึ้น โดยการเชื่อมความสัมพันธ์จากรหัสที่ได้ถูกกำหนดขึ้นมาในรูปของ Primary keys แสดงดังรูปที่ 5.1 สำหรับตารางต่างๆ ที่กำหนดขึ้น ได้มีการสร้างคิวรีเพื่อให้สามารถเลือกดูข้อมูลจากตารางหนึ่งตารางใดหรือหลายๆ ตาราง ดังแสดงดังรูปที่ 5.2

โครงสร้างตาราง(Table)

ตารางที่ 5.1 MaterialGenCodes

Name	Type	Size	Key
KeyGenID	Text	8	Primary Key
KeyGenName	Text	50	
KeyGenNumOfDigit	Integer	2	

ตารางที่ 5.2 MaterialGroups

Name	Type	Size	Key
MaterialGroupID	Text	8	Primary Key
MaterialGroupName1	Text	100	
MaterialGroupName2	Text	100	

ตารางที่ 5.3 MaterialKeyGroups

Name	Type	Size	Key
KeyGroupID	Text	8	
KeyGroupName	Text	50	
KeyGroupOrder	Integer	2	
KeyGenID	Text	8	Foreign Key
KeyGroupStart	Integer	2	
KeyGroupLength	Integer	2	
KeyGroupMaxList	Integer	2	

ตารางที่ 5.4 MaterialKeys

Name	Type	Size	Key
KeyID	Text	6	
KeyName	Text	255	
KeyOrder	Integer	2	
KeyGenID	Text	8	Foreign Key
KeyGroupID	Text	8	Foreign Key

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 MaterialProcess

Name	Type	Size	Key
MaterialProcessID	Text	8	Primary Key
MaterialProcessName	Text	100	

ตารางที่ 5.6 Materials

Name	Type	Size	Key
MaterialOldID	Text	25	Primary Key
(รหัสที่ผู้ศึกษาได้กำหนด และลองใช้กับโปรแกรม ห้ามกำหนดซ้ำ)	Text	25	
MaterialID	Text	100	
(หมายเลขชิ้นส่วนของฝ่ายวางแผนการผลิต ห้ามกำหนดซ้ำ)	Text	100	
MaterialName	Text	8	Foreign Key
MaterialExtraName	Text	8	Foreign Key
MaterialGroupID	Text	8	Foreign Key
MaterialTypeID	Text	8	Foreign Key
MaterialUnitID	Text	100	
MaterialProcessID	Text	100	
MaterialMGNo	Text	100	
MaterialSpecNo	Text	50	
MaterialStandard	Date/Time	8	
MaterialCreateBy	Date/Time	8	
MaterialCreateDate	Date/Time	8	
MaterialSendDate	Text	25	
MaterialRevised	Text	25	
MaterialBOM	Text	100	
MaterialStructure			
MaterialRemark			

ตารางที่ 5.7 MaterialTypes

Name	Type	Size	Key
MaterialTypeID	Text	8	Primary Key
MaterialTypeName1	Text	100	
MaterialTypeName2	Text	100	

ตารางที่ 5.8 MaterialUnits

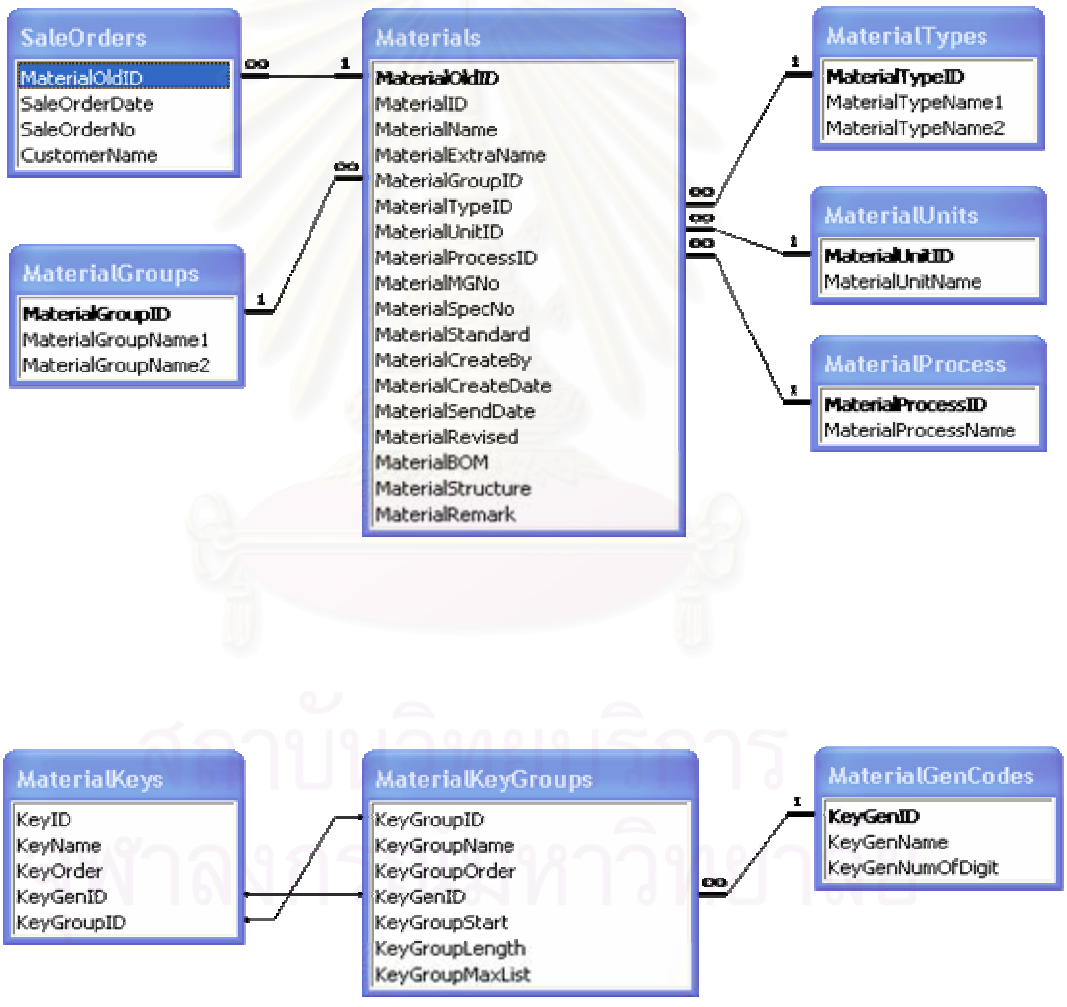
Name	Type	Size	Key
MaterialUnitID	Text	8	Primary Key
MaterialUnitName	Text	100	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 SaleOrders

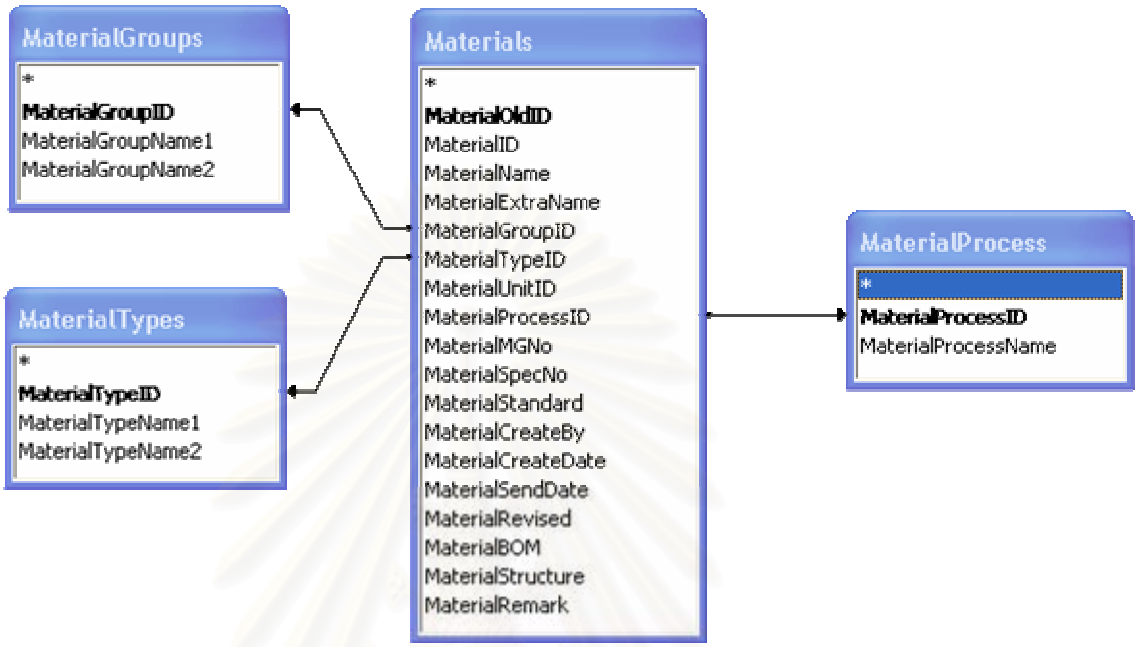
Name	Type	Size	Key
MaterialOldID	Text	25	Foreign Key
SaleOrderDate	Date/Time	8	
SaleOrderNo	Text	25	
CustomerName	Text	100	

ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (Relationships)



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (Relationships)

โครงสร้างคิวรี (Query)



รูปที่ 5.2 โครงสร้างคิวรี (Query)

5.2 คุณสมบัติของโปรแกรมที่ออกแบบ

5.2.1 ข้อดีของโปรแกรม

1) สามารถใช้กำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ได้
2) รหัสไม่สามารถสร้างซ้ำกันได้
3) ช่วยเก็บรหัสไว้ในการสืบค้นได้
4) รองรับการสร้างรหัสได้ 25 หลัก
5) สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นได้

5.2.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม

1) ไม่สามารถรองรับกับผู้ใช้งานหลายคน (multi-users)
2) การใช้งานเหมาะกับบุคลากรที่ทำงานด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากต้องทราบโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต มาตรฐานการผลิต และวัตถุดิบที่ใช้ เป็นต้น
3) ขาดระบบป้องกันการเปลี่ยนแปลงข้อมูลส่วนอื่นๆ
4) โปรแกรมจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพควรจะมีข้อมูลในฐานข้อมูลมากเพียงพอ

5.3 การเปรียบเทียบ ข้อดี-ข้อจำกัด ของการเก็บรหัสด้วยฐานข้อมูลโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

ข้อดี	ข้อจำกัด
1.เป็นโปรแกรมที่สามารถนำไปพัฒนาต่อไป เช่นทำรายการผลิตภัณฑ์(Bill of Material) โดยใช้ข้อมูลในการจำแนก และการกำหนดรหัสชิ้นและสามารถเพิ่มข้อมูลได้ 2.ลดพื้นที่ในการจัดเก็บเอกสารและสะดวกในการค้นหาข้อมูล	1.พนักงานต้องมีความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ 2.พนักงานต้องมีความรู้ในการกำหนดรหัสอย่างชัดเจน 3.มีค่าใช้จ่ายด้าน Hardware และ Software

5.4 การประเมินผลการใช้งานรหัสที่กำหนดกับโปรแกรมที่ออกแบบ

สำหรับการทดลองใช้งานโปรแกรมกับรหัสของชนิดผลิตภัณฑ์และรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตที่ออกแบบ ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา ได้ทดลองจับเวลาในการกำหนดรหัส มี 2 กรณีด้วยกัน ดังนี้

กรณีที่ 1 ยังไม่มีข้อมูลรหัสของผลิตภัณฑ์หรือรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต และข้อมูลอื่นๆ อยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรม สำหรับการใช้โปรแกรมช่วยกำหนดรหัสจะ ใช้เวลาประมาณ 3นาที/1รหัส

กรณีที่ 2 มีรหัสของผลิตภัณฑ์หรือรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตอยู่ ใช้โปรแกรมที่ทำการป้อนข้อมูลของรหัสไว้ ช่วยในการกำหนดรหัส (Gen Codes) จะใช้เวลาในการกำหนดรหัส ประมาณ 2นาที/1รหัส

จากการใช้งานโปรแกรม ผู้ศึกษาพบว่าในการกำหนดรหัสด้วยโปรแกรมใช้เวลาเพียงเล็กน้อย แต่เวลาที่เสียไปในการกำหนดรหัสด้วยโปรแกรม เกิดจากเวลาที่ใช้ไปเพื่อเตรียมข้อมูลในการกำหนดรหัสและการบันทึกรายละเอียดต่างๆ ของรหัส เพื่อเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลในการสืบค้นประวัติการกำหนดรหัสในภายหลัง และเกิดจากตัวโปรแกรมที่ออกแบบไม่สะดวกต่อการใช้งานและไม่สอดคล้องกับการใช้งานเท่าที่ควร รวมทั้งผู้ใช้โปรแกรมขาดความชำนาญในการใช้งาน จึงทำให้เสียเวลาในการดำเนินงานในส่วนนี้มากกว่าเวลาที่เสียไปจากการกำหนดรหัส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเพื่อจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์และการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และรหัสชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตสายไฟฟ้า จากโรงงานตัวอย่างแห่งหนึ่งที่ดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดง ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละชนิดเป็นจำนวนมากและมีผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไปตามชนิดผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่ม และรูปแบบมีการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของลูกค้า

จากการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ ได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาในโรงงานตัวอย่าง ผู้ศึกษามีอุปสรรคในเรื่องการใช้งานระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บรหัสชนิดผลิตภัณฑ์ เนื่องจากระบบดังกล่าวมีการกำหนดผู้ใช้งาน เพื่อป้องกันข้อมูลบนระบบได้รับความเสียหายจากผู้ไม่เกี่ยวข้องกับระบบ นับเป็นอุปสรรคสำหรับผู้ศึกษาที่ไม่สามารถเข้าไปใช้งานระบบดังกล่าวได้ ดังนั้นทางผู้ศึกษาจึงได้ทำศึกษาในส่วนของการจำแนกชนิดผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนการผลิตมากที่สุดในโรงงานตัวอย่างได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร (Copper Building Cables) กลุ่มผลิตภัณฑ์ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ (Copper Low Voltage Power Cables) และกลุ่มผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า (Copper Flexible Cables) รวมทั้งการกำหนดรหัสชนิดผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จากการศึกษาปัญหาที่เกิดจากการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้ พบว่าการใช้ RUNNING NUMBER ในระบบการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ ไม่สอดคล้องกับการใช้งาน รหัสที่กำหนดไม่ครอบคลุมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต และไม่เหมาะกับชนิดผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่ รวมถึงการใช้รหัสซ้ำกันของผลิตภัณฑ์ ทางผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบรหัสผลิตภัณฑ์ใหม่ จุดประสงค์เพื่อช่วยลดข้อจำกัดจากการใช้รหัสผลิตภัณฑ์แบบเดิม

ในการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ได้ประยุกต์ใช้หลักการของ BRISCH และทฤษฎีเทคโนโลยีกลุ่ม (Group technology) ซึ่งโครงสร้างของรหัสจะเป็นแบบผสมมีทั้งแบบลำดับชั้นและแบบลูกโซ่ และรหัสที่ใช้เป็นตัวเลขเพื่อสื่อความหมาย โดยการกำหนดรหัสจะให้ความสำคัญในเรื่องของมาตรฐานการผลิต โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และชนิดผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่ม การกำหนด

รหัสชนิดผลิตภัณฑ์ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการศึกษา รหัสจะมีความยาวทั้งหมด 18 หลัก และจำกัดรหัสกลุ่มผลิตภัณฑ์ในหลักที่ 5-6 ไม่ให้ซ้ำกัน

ซึ่งจะกำหนดรหัสของชนิดผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มได้ดังนี้

รหัสท่อนที่	หมายถึง	รหัสหลักที่ Copper Building Cables	รหัสหลักที่ Copper Low Voltage Power Cables	รหัสหลักที่ Copper Flexible Cables
1	สถานะชิ้นงาน (Finished goods, Semi-finished products)	1	1	1
2	มาตรฐาน	2-3	2-3	2-3
3	ชนิดของตัวนำ	4	4	4
4	กลุ่มผลิตภัณฑ์	5-6	5-6	5-6
5	ชนิดผลิตภัณฑ์	7-9	7-9	7-9
6	แรงดัน/อุณหภูมิการใช้งาน	10-11	10	10-11
7	พื้นที่หน้าตัดตัวนำ	12-14	11-13	12-14
8	ขั้นตอนการผลิต	15	14-15	15
9	สีผลิตภัณฑ์	16-17	16-17	16-17
10	การบรรจุ	18	18	18

สำหรับการใช้งานรหัสที่ได้ทำการออกแบบ ทำให้การใช้ RUNNING NUMBER ของรหัสผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับการใช้งานเนื่องจากมีการกำหนดรหัสของประเภทผลิตภัณฑ์แยกออกจากรหัสชนิดผลิตภัณฑ์ และได้กำหนดมิติหรือขนาดเป็นพื้นที่หน้าตัดของตัวนำแทนแบบเดิมที่กำหนดมิติหรือขนาดเป็นจำนวนแกนXพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ มีการกำหนดรหัสเพิ่มเติมในส่วนของสถานะของชิ้นส่วน ชนิดของตัวนำ และขั้นตอนการผลิต ทำให้รหัสที่กำหนดให้ใหม่ครอบคลุมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต ลดการใช้รหัสซ้ำกันของชนิดผลิตภัณฑ์ และรหัสที่ออกแบบสอดคล้องกับการปฏิบัติงาน แต่จากการใช้รหัสที่ได้ออกแบบพบข้อจำกัดของรหัส

เนื่องจากรหัสที่ออกแบบเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างการผลิตที่เป็นมาตรฐาน เช่น สีของผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการผลิต และวัตถุดิบที่ใช้ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และการใช้วัสดุและวัตถุดิบในการผลิตจะต้องสามารถใช้ทดแทนกันได้ในการผลิตจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นรหัสที่ออกแบบจึงไม่เหมาะสมกับการใช้กับรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนมาตรฐาน รวมถึงข้อจำกัดของรหัสที่ต้องใช้งานให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ทำให้การกำหนดรหัสที่ออกแบบเหมาะใช้งาน กับของบุคลากรที่ทำงานในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์จะใช้ Microsoft Excel โดยการบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มการบันทึกการสร้างรหัสผลิตภัณฑ์ และจัดเก็บอยู่ในรูป file งานในคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการค้นหาข้อมูลรหัสที่สร้างไปแล้วจะไม่สะดวกเท่าที่ควร ทางผู้ศึกษาได้ทำการการออกแบบโปรแกรมเพื่อช่วยในการกำหนดรหัส และจัดเก็บข้อมูลเพื่อการสืบค้น ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นในการเขียนโปรแกรมประมาณ 8000 บาท โดยใช้โปรแกรม Microsoft Access ซึ่งข้อดีของโปรแกรมที่ออกแบบคือ สามารถบันทึกรหัสด้วยมือ หรือจะใช้โปรแกรมช่วยในการกำหนดรหัส ซึ่งโปรแกรมจะไม่บันทึกรหัสผลิตภัณฑ์ที่ถูกกำหนดไปแล้ว และช่วยให้สืบค้นรหัสได้สะดวกขึ้น แต่ในการทดลองใช้งานผู้ศึกษาก็พบข้อจำกัดในโปรแกรมที่ออกแบบ คือ ยังไม่รองรับการใช้งานแบบผู้ใช้หลายคน (Multi-user) การใช้โปรแกรมจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นควรจะมีข้อมูลของรหัสที่กำหนดแล้วอยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรมพอสมควรจึงจะช่วยในการกำหนดรหัสใหม่ได้รวดเร็วขึ้น รวมถึงโปรแกรมยังขาดระบบป้องกันการแก้ไขข้อมูลในส่วนอื่นๆ

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการฝึกอบรมบุคลากรให้เข้าใจวิธีการกำหนดรหัส
2. รหัสที่ออกแบบมีความเหมาะสมที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างที่เป็น มาตรฐานการผลิตมากกว่าใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตตามความต้องการของลูกค้า
3. ควรมีการฝึกอบรมบุคลากรในการใช้โปรแกรม Microsoft Access และโปรแกรมที่ออกแบบ
4. ควรมีข้อมูลถูกเก็บในระบบฐานข้อมูลโปรแกรมมากเพียงพอ จะเป็นประโยชน์ ในการให้รหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตใหม่และการสืบค้นรหัส
5. โปรแกรมที่ออกแบบควรปรับปรุงเพื่อให้สามารถใช้งานได้กับบุคลากรหลายคน(Multi-user) และง่ายต่อการใช้งาน

6. โปรแกรมควรพัฒนาต่อไป เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงาน
7. ควรพัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้งานร่วมกับหน่วยงานอื่นได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ชลชัย ธรรมวิวัฒนกูร. *การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า.* พิมพ์ครั้งที่ 1. พิมพ์ที่ บริษัท ส. เอเชีย เพรส (1989) จำกัด: บริษัท เอ็มแอนด์อี จำกัด, 2546.

ไชยวัฒน์ ตระการรัตน์สันติง. *Access 2000.* สำนักพิมพ์ กิจอักษร, 2543.

ณัฐฐินี เจนวัฒนาเวช. *ระบบแคตาล็อกสำหรับรายการพัสดุคงคลัง.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ทิวากร จงมีความสุข. *ระบบการจำแนกและการกำหนดรหัสชิ้นส่วนบรรจุภัณฑ์กระป๋องโลหะ.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานปลัดกระทรวงการคลัง. *เรื่องมาตรการสนับสนุนการลงทุนของภาคเอกชน*: กระทรวงการคลัง, 2542.

วิเชียร พาชยมัย. *ระบบการจำแนกชนิดและการให้รหัสชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

เว็บมาสเตอร์ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. *http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/wire/index.html*. ปุทมธานี: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2550.

ปารเมศ ชุติมา. *ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น.* จำนวน พิมพ์ 2000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. *การออกแบบระบบไฟฟ้า.* จำนวนพิมพ์ 5,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. พิมพ์ที่ บริษัท ทีซีจี พริ้นติ้ง จำกัด, 2545.

ปรีชา พันธุมสินชัย, อุทัย ตันละมัย. *ERP เผยวิธีทำจริง.* โรงพิมพ์ แอล ที อาร์ต TLAPS สมาคมไทยโลจิสติกส์และการผลิต, 2547.

ศรยุทธ พรพิรานนท์. *การปรับปรุงการออกแบบแม่พิมพ์ตัดโดยใช้การจำแนกและระบบรหัส และระบบอ้างอิงพาราเมตริก.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุข. *คู่มือการใช้งาน Access 2002 ฉบับสมบูรณ์.* พิมพ์ครั้ง

ที่ 1. พิมพ์ที่บริษัท คอนฟอร์ม จำกัด: สำนักพิมพ์ อินโฟเพรส, 2545.

สมชาย สงวนศักดิ์. *ระบบการจัดกำหนดการผลิตสินค้าหลายชนิดและหลายขั้นตอนการผลิต*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

อาจารย์ภาสกร เรืองรอง. *http://www.thaiwbi.com/course/Access/*. พิษณุโลก: ThaiWBI.com, 2546.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. *การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างการกำหนดรหัส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร Copper Building Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10-11		12-14		15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		NN		NNN		N		NN		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			02	Copper building Cables												
	2	Semi-Finished Goods															00	ขั้นตอนรวมแกน		
					1	Cu SO			001	THW1C	01	750 V 70 °C	001	0.5 SQ.MM	3	Insulation Sheath	01	BK	1	Reel
					2	Cu ST			002	VAF2C	02	300 V 70 °C	003	1 SQ.MM	4	Outer Sheath	02	WH	2	100M
					4	Cu BC			003	VAF3C			004	1.5 SQ.MM	5	Packing	03	RE	3	500M
									004	VAF-G2C			005	2.5 SQ.MM			04	GN	4	100Y
									005	VAF-G3C			006	4 SQ.MM			05	BL	5	20M
													007	6 SQ.MM			06	YE	6	30M
													008	10 SQ.MM			07	GR	7	50M
													009	16 SQ.MM			08	GN/YE	8	1000M
													010	25 SQ.MM			34	BR	9	Coil
													011	35 SQ.MM			35	SB		
													012	50 SQ.MM						
													013	70 SQ.MM						

ตารางที่ ก.1(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร Copper Building Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10-11		12-14		15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		NN		NNN		NN		NN		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			02	Copper building Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
													014	95 SQ.MM						
													015	120 SQ.MM						
													016	150 SQ.MM						
													017	185 SQ.MM						
													018	240 SQ.MM						
													019	300 SQ.MM						
													020	400 SQ.MM						
													021	500 SQ.MM						
													022	1/1 SQ.MM						
													023	1.5/1 SQ.MM						
													024	2.5/1.5 SQ.MM						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอาคาร Copper Building Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10-11		12-14		15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		NN		NNN		NN		NN		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			02	Copper building Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
													025	4/2.5 SQ.MM						
													026	6/4 SQ.MM						
													027	10/4 SQ.MM						
													028	16/6 SQ.MM						
													029	25/6 SQ.MM						
													030	35/10 SQ.MM						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods															00	ขั้นตอนรวมแกน,กันพันเทปและลวด		
					1	Cu SO			001	VVR1C	1	750 V 70 °C	001	0.5 SQ.MM	03	Insulation Sheath=INS	01	BK	1	Reel
					2	Cu ST			002	VVR2C	2	300 V 70 °C	002	0.75 SQ.MM	04	กรอแบ่ง=CUT	02	WH	2	100M
					3	Cu CP			003	VVR3C	4	0.6/1 kV 90 °C	003	1 SQ.MM	05	Cabling หรือ Cabling+Filler+Tape=CB	03	RE	3	500M
									004	VVR-G2C			004	1.5 SQ.MM	06	Inner Sheath=INN	04	GN	4	100Y
									005	VVR-G3C			005	2.5 SQ.MM	07	Shield-Annealed copper tape+Cotton Tape= TSC	05	BL	5	20M

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods															00	ขั้นตอนรวมแกน,กันพันเทปและลวด		
									006	VVR-G4C			006	4 SQ.MM	08	Armour-Aluminium wire+Cotton Tape=AWA(ARM)	06	YE	6	30M
									007	VV 1C			007	6 SQ.MM	09	Armour-Galvanize steel wire+Cotton Tape=SWA(ARM)	07	GR	7	50M
									008	VVF2C			008	10 SQ.MM	10	Concentric conductor-Annealed copper wire+Cotton Tape=WS	08	GN/YE	8	1000M
									009	VVF-G2C			009	16 SQ.MM	11	Outer Sheath=JK	30	NA	9	Coil
									010	NYY1C			010	25 SQ.MM	12	Packing				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																					
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
									011	NYY2C			011	35 SQ.MM						
									012	NYY3C			012	50 SQ.MM						
									013	NYY4C			013	70 SQ.MM						
									014	NYY-N3C			014	95 SQ.MM						
									015	NYY-G2C			015	120 SQ.MM						
									016	NYY-G3C			016	150 SQ.MM						
									017	NYY-G4C			017	185 SQ.MM						
									018	NYY-SWA2C			018	240 SQ.MM						
									019	NYY-SWA3C			019	300 SQ.MM						
									020	NYY-SWA4C			020	400 SQ.MM						

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
									021	NYY(INS)2C UP			021	500 SQ.MM						
									022	NYCY3C			022	630 SQ.MM						
									023	CV1C			023	800 SQ.MM						
									024	CV2C			024	1/1 SQ.MM						
									025	CV3C			025	1.5/1 SQ.MM						
									026	CV4C			026	2.5/1.5 SQ.MM						
									027	CV-AWA1C			027	4/2.5 SQ.MM						
									028	CV-SWA2C			028	6/4 SQ.MM						
									029	CV-SWA3C			029	10/4 SQ.MM						

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
									030	CV-SWA4C			030	16/6 SQ.MM						
									031	VVR4C			031	25/6 SQ.MM						
													032	35/10 SQ.MM						
													033	50/10 SQ.MM						
													034	70/10 SQ.MM						
													035	95/16 SQ.MM						
													036	120/16 SQ.MM						
													037	150/25 SQ.MM						
													038	185/25 SQ.MM						
													039	240/35 SQ.MM						

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
													040	300/35 SQ.MM						
													041	10/6 SQ.MM						
													042	16/10 SQ.MM						
													043	25/16 SQ.MM						
													044	35/16 SQ.MM						
													045	50/25 SQ.MM						
													046	70/35 SQ.MM						
													047	95/50 SQ.MM						
													048	120/70 SQ.MM						
													049	150/70 SQ.MM						

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนแรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
													050	185/95 SQ.MM						
													051	240/120 SQ.MM						
													052	300/150 SQ.MM						
													053	400/185 SQ.MM						
													054	500/70 SQ.MM						
													055	1.5/1.5 SQ.MM						
													056	2.5/2.5 SQ.MM						
													057	4/4 SQ.MM						
													058	6/6 SQ.MM						
													059	10/10 SQ.MM						

ตารางที่ ก.2(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต สายไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนเพาเวอร์แรงดันต่ำ Copper Low Voltage Power Cable																				
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10		11-13		14-15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		N		NNN		NN		N		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			03	Copper Low Voltage Power Cables												
	2	Semi-Finished Goods																		
													060	16/16 SQ.MM						
													061	25/10 SQ.MM						

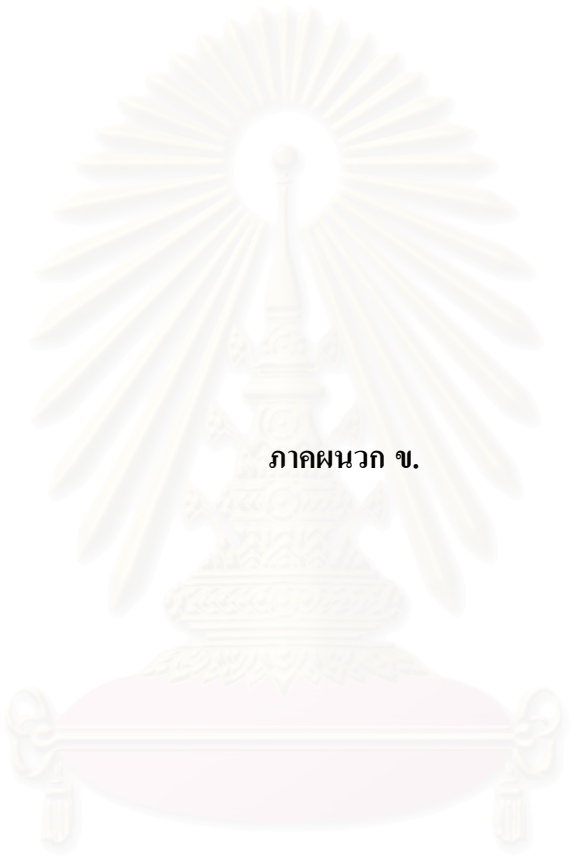
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า Copper Flexible Cable																					
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10-11		12-14		15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		NN		NNN		N		NN		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			07	Copper Flexible Cable												
	2	Semi-Finished Goods															00	ขั้นตอนรวมแกน		
					4	Cu BC			001	VSF1C	01	750 V 70 °C	001	0.5 SQ.MM(16/0.20)	3	Insulation Sheath INS	01	BK	1	Reel
									002	VTF2C	02	300 V 70 °C	002	0.5 SQ.MM(28/0.15)	4	Twist TWS	02	WH	2	100M
									003	VFF2C			003	0.75 SQ.MM(24/0.20)	5	Cabling CB	03	RE	3	500M
									004	VFF-G2C			004	0.75 SQ.MM(42/0.15)	6	Outer Sheath JK	04	GN	4	100Y
									005	VKF2C			005	1 SQ.MM(32/0.20)	7	Packing	05	BL	5	20M
									006	VKF3C			006	1.5 SQ.MM(30/0.25)			06	YE	6	30M
									007	VCT1C			007	2.5 SQ.MM(50/0.25)			07	GR	7	50M
									008	VCT2C			008	4 SQ.MM(56/0.30)			08	GN/YE	8	1000M
									009	VCT3C			009	6 SQ.MM(84/0.30)			09	GR,BK	9	Coil
									010	VCT4C			010	10 SQ.MM(80/0.40)						
									011	VCT-G2C			011	16 SQ.MM(126/0.40)						

ตารางที่ ก.3(ต่อ)

การกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ไฟฟ้าชนิดตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนใช้ในอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า Copper Flexible Cable																					
	สถานะชิ้นงาน		มาตรฐาน		ชนิดตัวนำ		ประเภทของผลิตภัณฑ์		ชนิดของผลิตภัณฑ์		แรงดัน/อุณหภูมิ		พื้นที่หน้าตัดตัวนำ		ขั้นตอนการผลิต		สีผลิตภัณฑ์		การบรรจุ	
ท่อนที่	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
หลักที่	1		2-3		4		5-6		7-9		10-11		12-14		15		16-17		18	
รหัส	N		NN		N		NN		NNN		NN		NNN		N		NN		N	
	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail	ID	Detail
	1	Finished Goods	01	Catalog Standard			07	Copper Flexible Cable												
	2	Semi-Finished Goods																		
									012	VCT-G3C			012	25 SQ.MM(196/0.40)						
									013	VCT-G4C			013	35 SQ.MM(276/0.40)						
									014	VKF1C(INS)			014	50 SQ.MM(396/0.40)						
													015	70 SQ.MM(360/0.50)						
													016	95 SQ.MM(475/0.50)						
													017	1/1 SQ.MM(32/0.20)						
													018	1.5/1 SQ.MM(30/0.25)/(32/0.20)						
													019	2.5/1.5 SQ.MM(50/0.25)/(30/0.25)						
													020	4/2.5 SQ.MM(56/0.30)/(50/0.25)						



ภาคผนวก ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 แบบฟอร์มการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต (Material) ที่ออกแบบ

Material Old ID	Material Name	MaterialGroup	MaterialType	MaterialUnit

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

วิธีการติดตั้งและคู่มือการใช้งานโปรแกรม

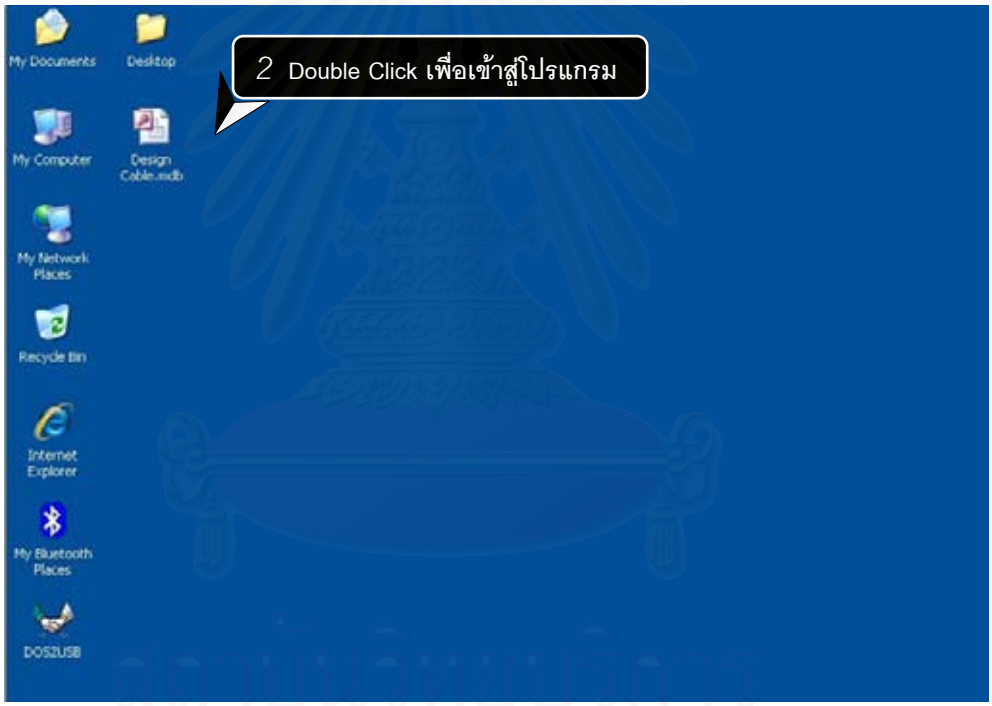
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการติดตั้งและคู่มือการใช้งานโปรแกรม

1.วิธีการติดตั้ง

1) ขั้นตอนการติดตั้งเพื่อใช้งานโปรแกรม Design Cable โปรแกรมเขียนด้วย MS Access 2003 สามารถใช้งานได้กับ MS Access 2000 ขึ้นไป โดยในเครื่องที่จะใช้งานโปรแกรมต้องมีโปรแกรม MS Access 2000 ขึ้นไปในเครื่องถึงจะสามารถใช้งานได้

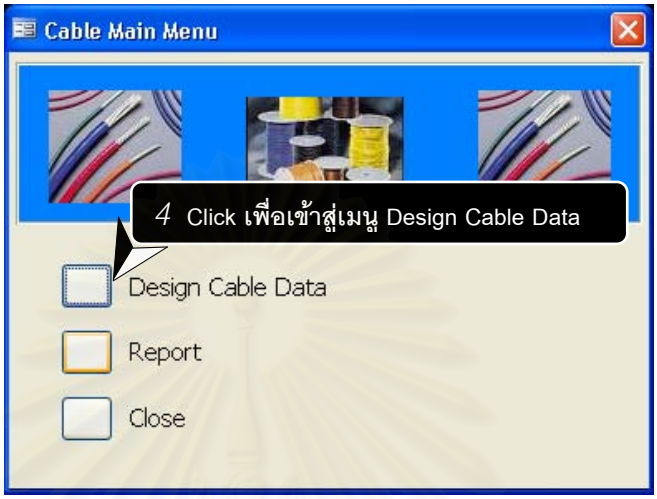
2) ทำการ Copy ไฟล์ “Design Cable.mdb” ลงไปในเครื่องที่ต้องการใช้งานโปรแกรม เสร็จแล้ว Double Click ที่ Icon ของไฟล์เพื่อเข้าสู่โปรแกรม Design Cable ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Double Click เพื่อเข้าสู่โปรแกรม

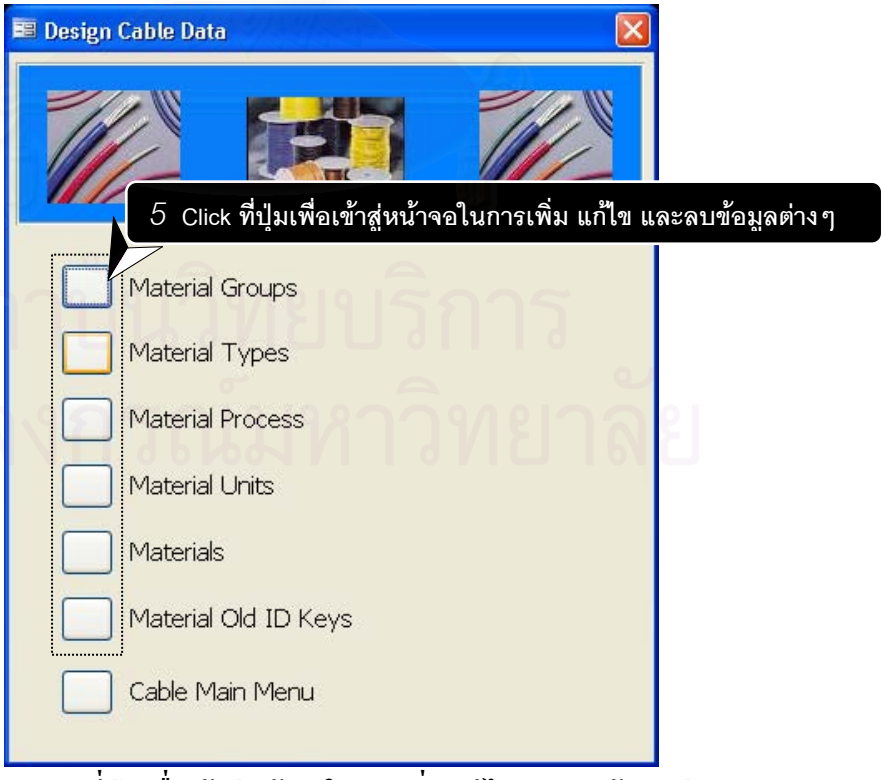
2. คู่มือการใช้งานโปรแกรม

1) เมื่อเข้าสู่โปรแกรมจะแสดงเมนู Cable Main Menu ซึ่งเป็นหน้าจอหลักในการใช้งานโปรแกรมดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Click เพื่อเข้าสู่เมนู Design Cable Data

2) คลิกที่ปุ่มหน้าข้อความ “Design Cable Data” โปรแกรมจะแสดงเมนูในการเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลเกี่ยวกับการ Design Cable ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 Click ที่ปุ่มเพื่อเข้าสู่หน้าจอในการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลต่างๆ

3) ในการเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลต่างๆ สามารถคลิกปุ่มที่อยู่หน้าข้อความแต่ละเมนู เพื่อเข้าหน้าจอในการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลต่างๆ ดังรูปที่ 3

   a. Material Groups เป็นเมนูสำหรับเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลกลุ่มของ Material
   b. Material Types เป็นเมนูสำหรับเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลประเภทของ Material
   c. Material Process เป็นเมนูสำหรับเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลกระบวนการของ Material
   d. Material Units เป็นเมนูสำหรับเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลหน่วยนับของ Material
   e. Materials เป็นเมนูสำหรับเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูล Material
   f. Material Old ID Keys เป็นเมนูสำหรับเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลในการ Generate Code

4) คลิกที่ปุ่มหน้าข้อความ Cable Main Menu เพื่อกลับสู่เมนูหลัก ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 Click เพื่อกลับสู่เมนู Cable Main Menu

5) การใช้งานหน้าจอในการเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลต่างๆ จะมีการใช้งานในการทำงานเหมือนกันทุกหน้าจอได้แก่ Material Groups, Material Types, Material Process, Material Units และ Materials แต่ในส่วนของหน้าจอ Materials จะมีการทำงานเพิ่มเติมจากหน้าจออื่นๆ ซึ่งจะอธิบายแยกจากหน้าจออื่นๆ ส่วนต่างๆ ของหน้าจอดังต่อไปนี้

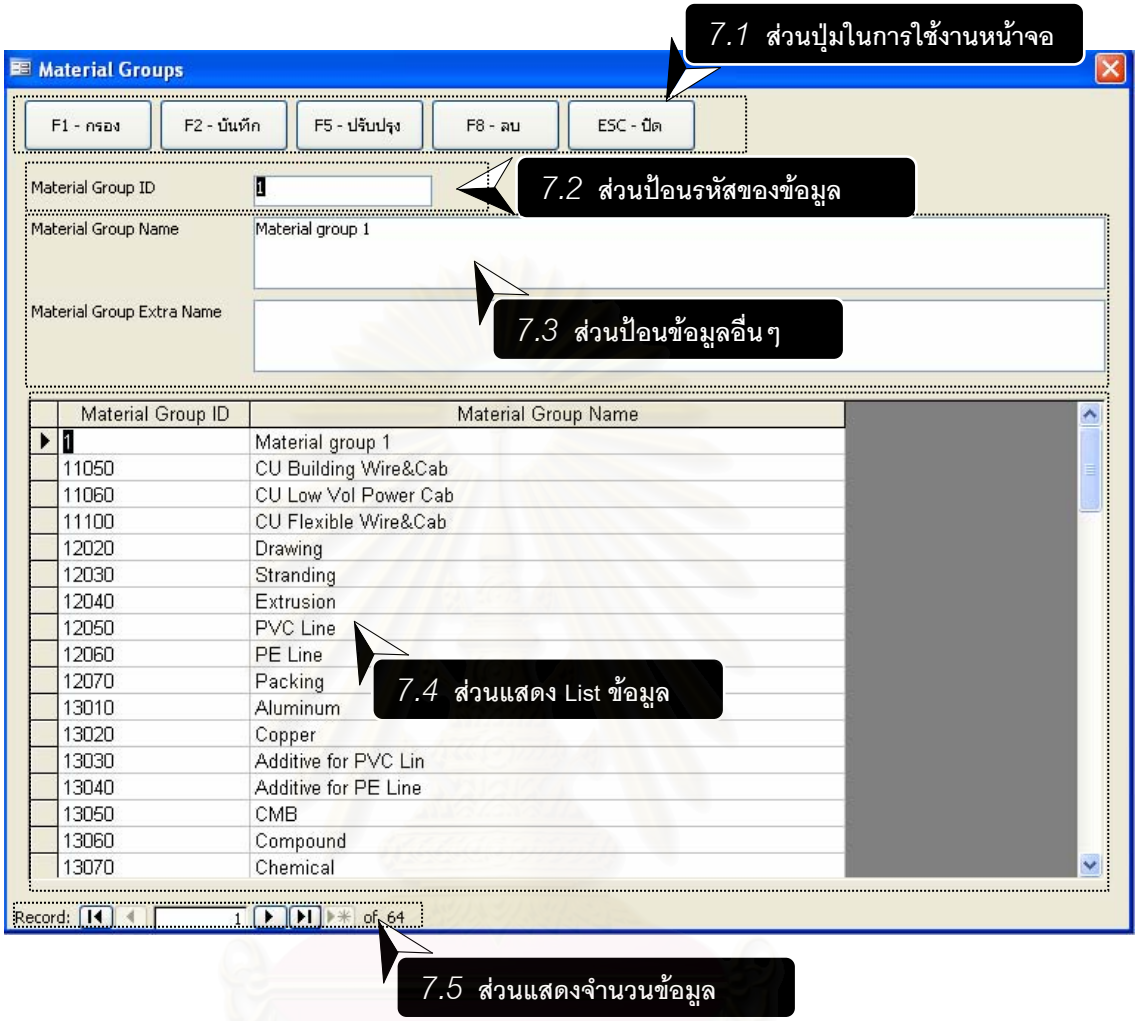
   a. ส่วนของปุ่มในการใช้งานหน้าจอ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปุ่มคำสั่ง

ปุ่มคำสั่ง	รายละเอียดการทำงาน
F1 - กรอง	ปุ่มสำหรับกรองข้อมูลเพื่อแก้ไขข้อมูลที่ต้องการ โดยจะใช้ร่วมกับช่องในการป้อนข้อมูลในหน้าจอนั้นๆ สามารถกดปุ่ม F1 เพื่อใช้งานได้เหมือนกัน
F2 - บันทึก	ปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลที่ได้ทำการเพิ่ม แก้ไข สามารถกดปุ่ม F2 เพื่อใช้งานได้เหมือนกัน
F5 - ปรับปรุง	ปุ่มสำหรับทำการ Refresh ข้อมูลจากฐานข้อมูล สามารถกดปุ่ม F5 เพื่อใช้งานได้เหมือนกัน
F8 - ลบ	ปุ่มสำหรับลบข้อมูลที่เลือกอยู่ขณะนั้น สามารถกดปุ่ม F8 เพื่อใช้งานได้เหมือนกัน
ESC - ปิด	ปุ่มสำหรับปิดหน้าจอเพื่อกลับสู่เมนู สามารถกดปุ่ม ESC เพื่อใช้งานได้เหมือนกัน

   b. ส่วนในการป้อนรหัสของข้อมูล ใช้ป้อนรหัสข้อมูลในการค้นหารหัสที่มีอยู่แล้วมาทำการแก้ไขเมื่อบันทึกข้อมูลจะเป็นการบันทึกข้อมูลที่ทำการแก้ไข แต่ถ้าไม่มีรหัสที่ป้อนอยู่ในฐานข้อมูลจะเป็นการเพิ่มข้อมูลรหัสนั้นเข้าไปในฐานข้อมูลเมื่อทำการบันทึกข้อมูล แต่เมื่อป้อนรหัสข้อมูลแล้วทำการกดปุ่ม F1 หรือคลิกที่ปุ่ม “F1 – กรอง” ในหน้าจอจะเป็นการกรองข้อมูลจากฐานข้อมูลตามข้อมูลที่ป้อนในส่วนในการป้อนรหัสข้อมูล
   c. ส่วนอื่นๆ เป็นส่วนในการป้อนข้อมูลอื่นๆ นอกจากรหัสข้อมูล สามารถใช้ร่วมกับปุ่ม F1 หรือคลิกที่ปุ่ม “F1 - กรอง” ได้เช่นเดียวกัน
   d. ส่วนแสดงรายการของข้อมูล เป็นส่วนแสดง List ของข้อมูลที่มีในฐานข้อมูล สามารถเลือกข้อมูลใน List เพื่อมาทำการแก้ไข

e. ส่วนในการแสดงจำนวนของข้อมูลทั้งหมด ลำดับที่ของข้อมูลที่กำลังทำการแก้ไข และปุ่มในการเลื่อนตำแหน่งของข้อมูลในการแก้ไข แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การใช้งานหน้าจอในการเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลต่างๆ

6) ขั้นตอนการใช้งานกรองข้อมูลเพื่อทำการแก้ไข สามารถทำได้ดังนี้

a. ป้อนข้อมูลที่ต้องการกรองในช่องในการป้อนข้อมูลที่ต้องการ

b. ถ้าเป็นข้อมูลที่เป็นตัวอักษรสามารถใช้ตัวอักษร * เพื่อใช้ค้นหาแบบ Wildcard เช่น

i. *Cable เป็นการให้ทำการกรองข้อมูลที่ลงท้ายด้วยคำว่า Cable

ii. Cable* เป็นการให้ทำการกรองข้อมูลที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า Cable

iii. *Cable* เป็นการให้ทำการกรองข้อมูลที่มีคำว่า Cable อยู่ในข้อความ

iv. แต่ถ้าเป็นคำว่า Cable จะเป็นการกรองข้อมูลที่มีคำว่า Cable เท่านั้น

c. ส่วนข้อมูลอื่นๆ จะค้นหาได้เฉพาะข้อมูลที่ป้อนเท่านั้น

d. กดปุ่ม “F1 – กรอง” ที่หน้าจอหรือกดปุ่ม F1 เพื่อทำการกรองข้อมูล

e. เมื่อไม่ต้องการกรองข้อมูลให้ทำการลบข้อมูลในช่องป้อนข้อมูลช่องใดก็ได้เสร็จแล้วกดปุ่ม “F1 – กรอง” ที่หน้าจอหรือกดปุ่ม F1 เพื่อยกเลิกการกรองข้อมูล

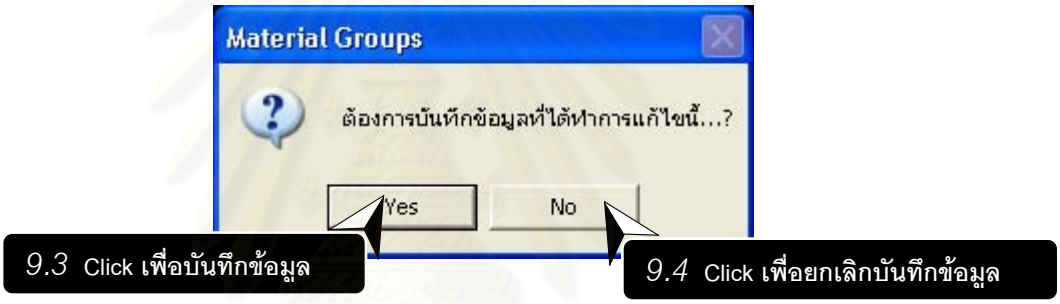
7) ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลที่ได้ทำการเพิ่ม แก้ไข สามารถทำได้ดังนี้

a. ทำการป้อนข้อมูลที่ต้องการในช่องสำหรับป้อนข้อมูล

b. กดปุ่ม “F2 – บันทึก” ที่หน้าจอหรือกดปุ่ม F2 เพื่อทำการบันทึกข้อมูล โปรแกรมจะถามเพื่อยืนยันในการบันทึกข้อมูล

c. คลิกที่ปุ่ม “Yes” เมื่อต้องการบันทึกข้อมูล

d. คลิกที่ปุ่ม “No” เมื่อไม่ต้องการบันทึกข้อมูล ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลที่ได้ทำการเพิ่ม แก้ไข

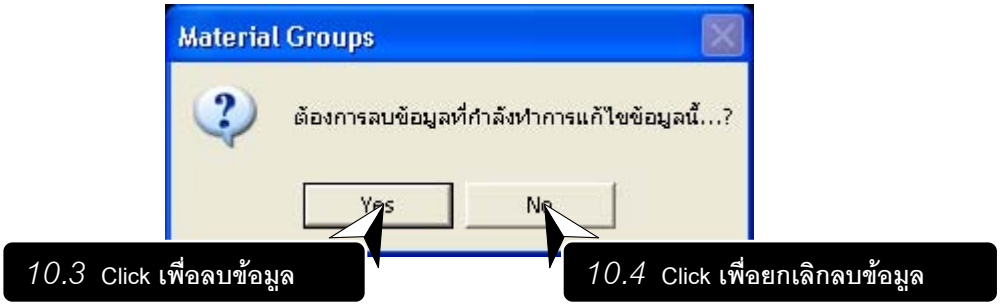
8) ขั้นตอนการลบข้อมูลที่ต้องการลบ สามารถทำได้ดังนี้

a. เลือกข้อมูลที่ต้องการลบข้อมูลโดยการเลือกข้อมูลใน List แสดงข้อมูลหรือป้อนรหัสที่ต้องการลบข้อมูลในช่องป้อนรหัสข้อมูล

b. กดปุ่ม “F8 – ลบ” ที่หน้าจอหรือกดปุ่ม F8 เพื่อทำการลบข้อมูล โปรแกรมจะถามเพื่อยืนยันในการลบข้อมูล

c. คลิกที่ปุ่ม “Yes” เมื่อต้องการลบข้อมูล

d. คลิกที่ปุ่ม “No” เมื่อไม่ต้องการลบข้อมูล ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ขั้นตอนการลบข้อมูลที่ต้องการลบ

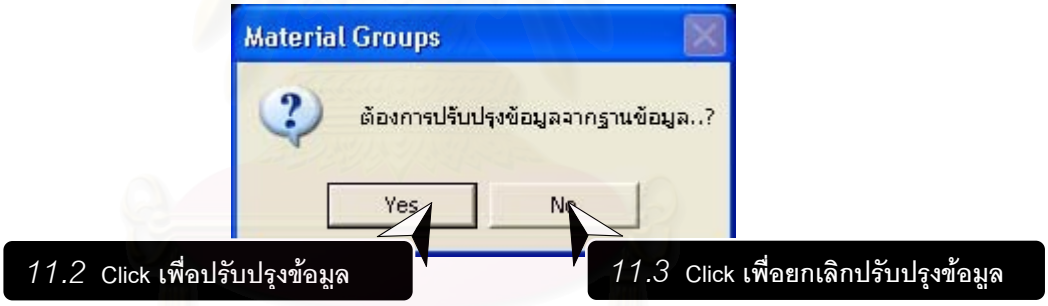
9) ขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลจากฐานข้อมูล สามารถทำได้ดังนี้

a. กดปุ่ม “F5 – ปรับปรุง” ที่หน้าจอหรือกดปุ่ม F5 เพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่ โปรแกรมจะถามเพื่อยืนยันในการปรับปรุงข้อมูล

b. คลิกที่ปุ่ม “Yes” เมื่อต้องการปรับปรุงข้อมูล

c. คลิกที่ปุ่ม “No” เมื่อไม่ต้องการปรับปรุงข้อมูล

d. ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลจากฐานข้อมูล

10) คลิกที่ปุ่ม “ESC - ปิด” ที่หน้าจอหรือกดปุ่ม ESC เพื่อปิดหน้าจอและกลับสู่เมนู

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

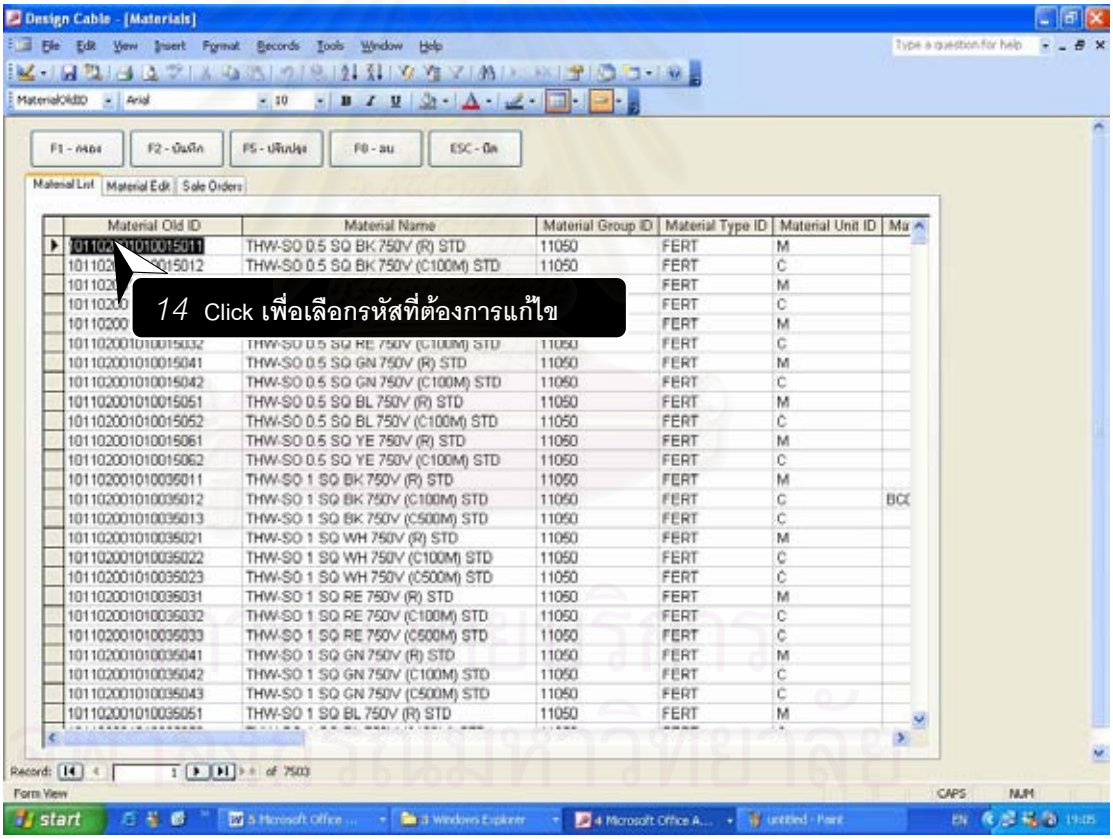
11) การใช้งานหน้าจอ Materials จะมีการทำงานเหมือนกับหน้าจออื่นๆ ที่ได้อธิบายไว้แล้วแต่หน้าจอจะแบ่งหน้าจอออกเป็น 3 Page ดังนี้

a. Material List เป็นส่วนแสดงรายการของข้อมูลใช้ในการเลือกข้อมูลที่ต้องการแก้ไขหรือลบข้อมูล

b. Material Edit เป็นส่วนในการป้อนข้อมูลเพื่อทำการปรับปรุงหรือเพิ่มข้อมูลของ Material

c. Sale Order เป็นส่วนในการเพิ่ม แก้ไข ลบ ข้อมูล Sale Order ของ Material รหัสที่กำลังทำการแก้ไข

12) การใช้งานหน้าจอ Material List สามารถทำได้โดยคลิกเลือกที่ “Material List” หน้าจอจะแสดง List ของรายการ Material ทำการเลือกรหัส Material ที่ต้องการ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การใช้งานหน้าจอ Material List

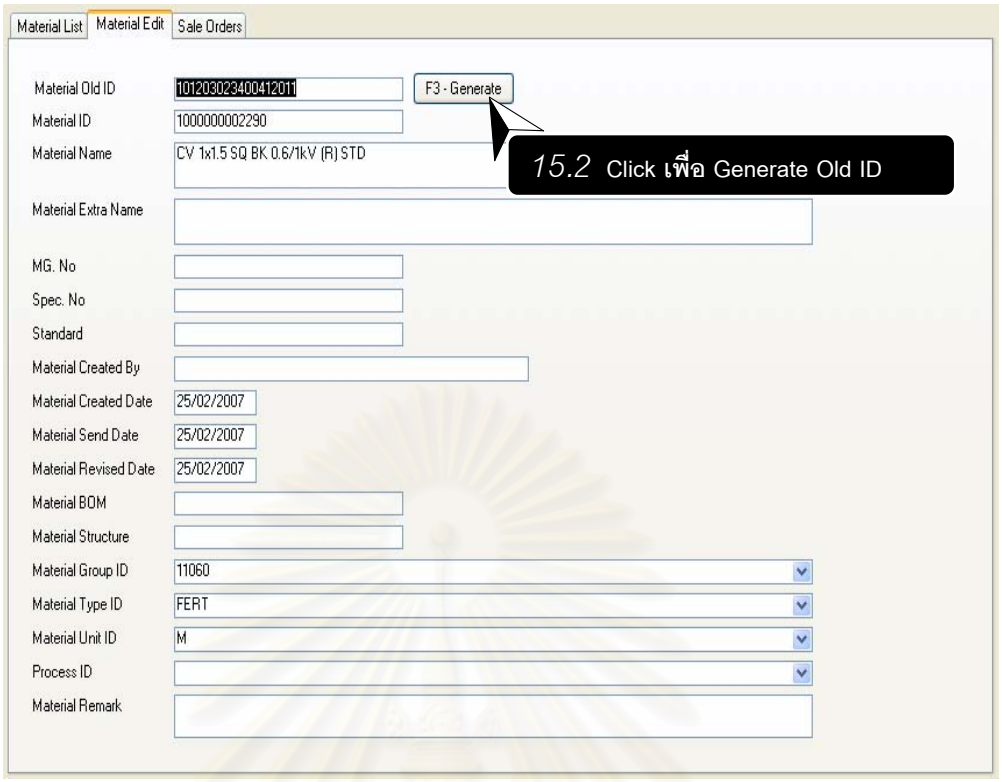
13) การใช้งานหน้าจอ Material Edit ในการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลของ Material สามารถทำได้ดังนี้

a. ป้อนข้อมูลรหัส Material ที่ต้องการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลในช่อง Material Old ID ถ้าเป็นรหัสที่ยังไม่มีในฐานข้อมูลจะเป็นการเพิ่มข้อมูลรหัสนั้นเข้าไปในฐานข้อมูล
b. ในกรณีที่เป็นการเพิ่มข้อมูลรหัสใหม่สามารถคลิกที่ปุ่ม “F3 – Generate” หรือกดปุ่ม F3 เพื่อทำการกำหนดรหัสด้วยการเลือกข้อมูลในโปรแกรม

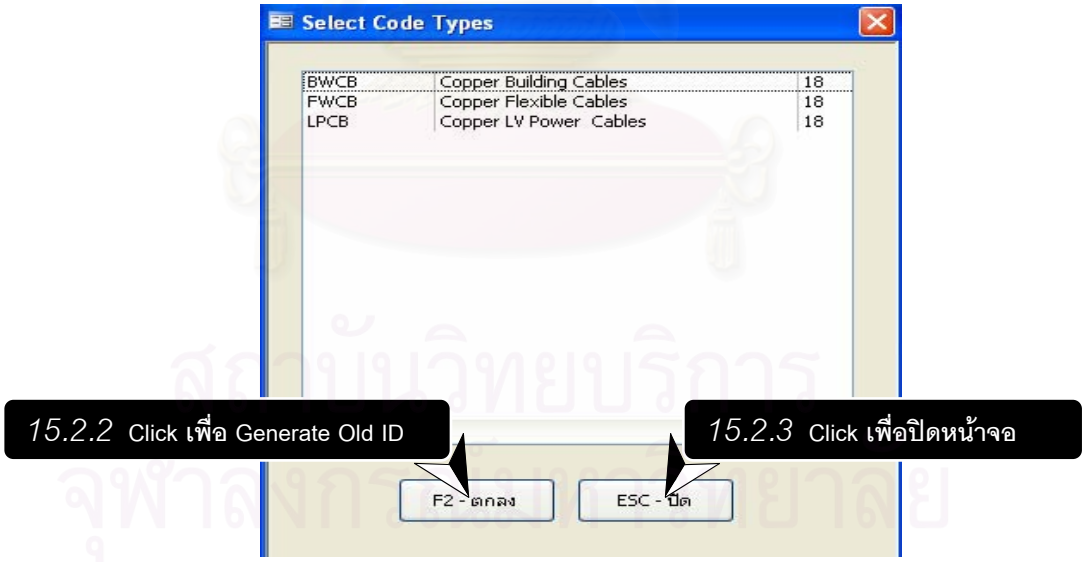
    i. เลือกรูปแบบของการกำหนดรหัส
    ii. คลิกที่ปุ่ม “F2 - ตกลง” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม F2 เพื่อเข้าไปกำหนดรหัสตามรูปแบบที่ได้เลือกไว้
    iii. คลิกที่ปุ่ม “ESC - ปิด” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม ESC เพื่อปิดหน้าจอ
    iv. เมื่อคลิกเลือกรูปแบบในการกำหนดรหัสแล้วก็จะเข้าสู่หน้าจอในการกำหนดรหัสให้ทำการเลือกข้อมูลในการกำหนดรหัสตามที่ได้บันทึกข้อมูลไว้
    v. เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม “F2 - ตกลง” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม F2 เพื่อใช้งานรหัสที่ได้ทำการกำหนดได้
    vi. คลิกที่ปุ่ม “ESC - ปิด” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม ESC เพื่อปิดหน้าจอ

c. ป้อนรายละเอียดในส่วนที่เหลือของ Material ให้ครบทุกช่อง
d. คลิกที่ปุ่ม “F2 - บันทึก” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม F2 เพื่อทำการบันทึกข้อมูล
e. ดังรูปที่ 10, 11, 12

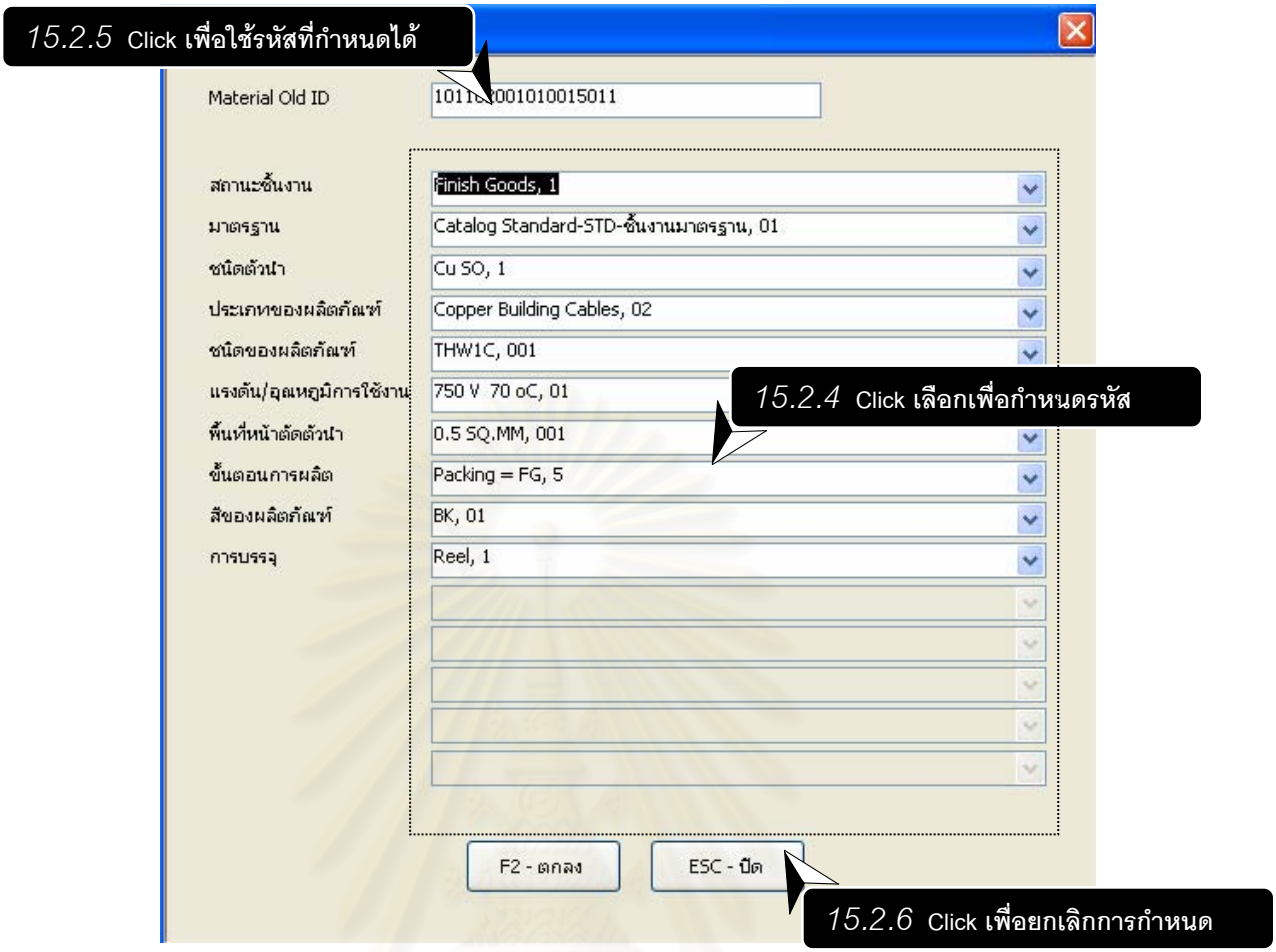
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 10 การใช้งานหน้าจอ Material Edit



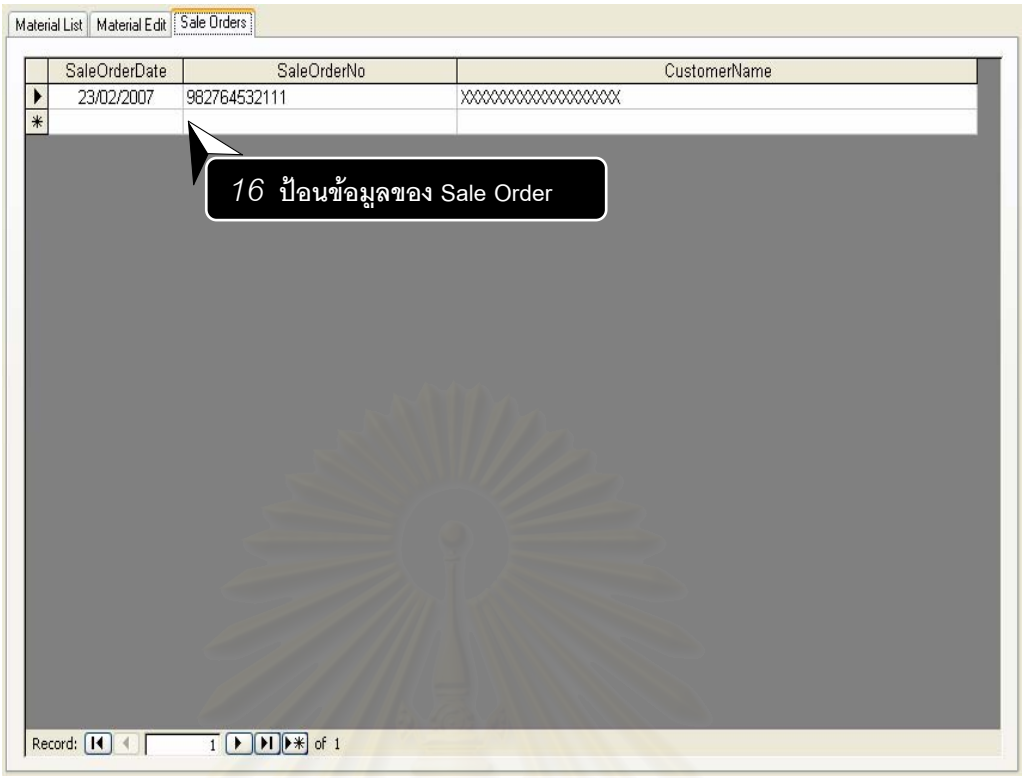
รูปที่ 11 เลือกรูปแบบของการกำหนดรหัส



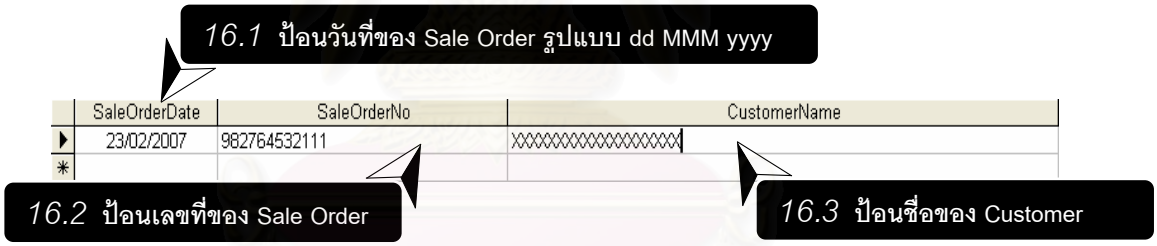
รูปที่ 12 เลือกข้อมูลในการกำหนดรหัสตามที่ได้บันทึกข้อมูลไว้

14) การใช้งานหน้าจอ Sale Order ในการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูล Sale Order ของ Material รหัสที่ได้ทำการเลือกไว้ สามารถทำได้ดังนี้

a. เมื่อต้องการเพิ่มข้อมูล Sale Order ให้ทำการป้อนข้อมูลตามข้อ 16.1-16.3
b. เมื่อต้องการลบข้อมูลให้ทำการเลือกข้อมูลที่ต้องการลบ เสร็จแล้วคลิกขวา เลือกเมนู Delete Record
c. คลิกที่ปุ่ม “Yes” เมื่อต้องการลบข้อมูลที่เหลือไว้
d. คลิกที่ปุ่ม “No” เมื่อต้องการยกเลิกการลบข้อมูล
e. ดังรูปที่ 13 ถึง รูปที่ 14



รูปที่ 13 การใช้งานหน้าจอ Sale Order ในการเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูล

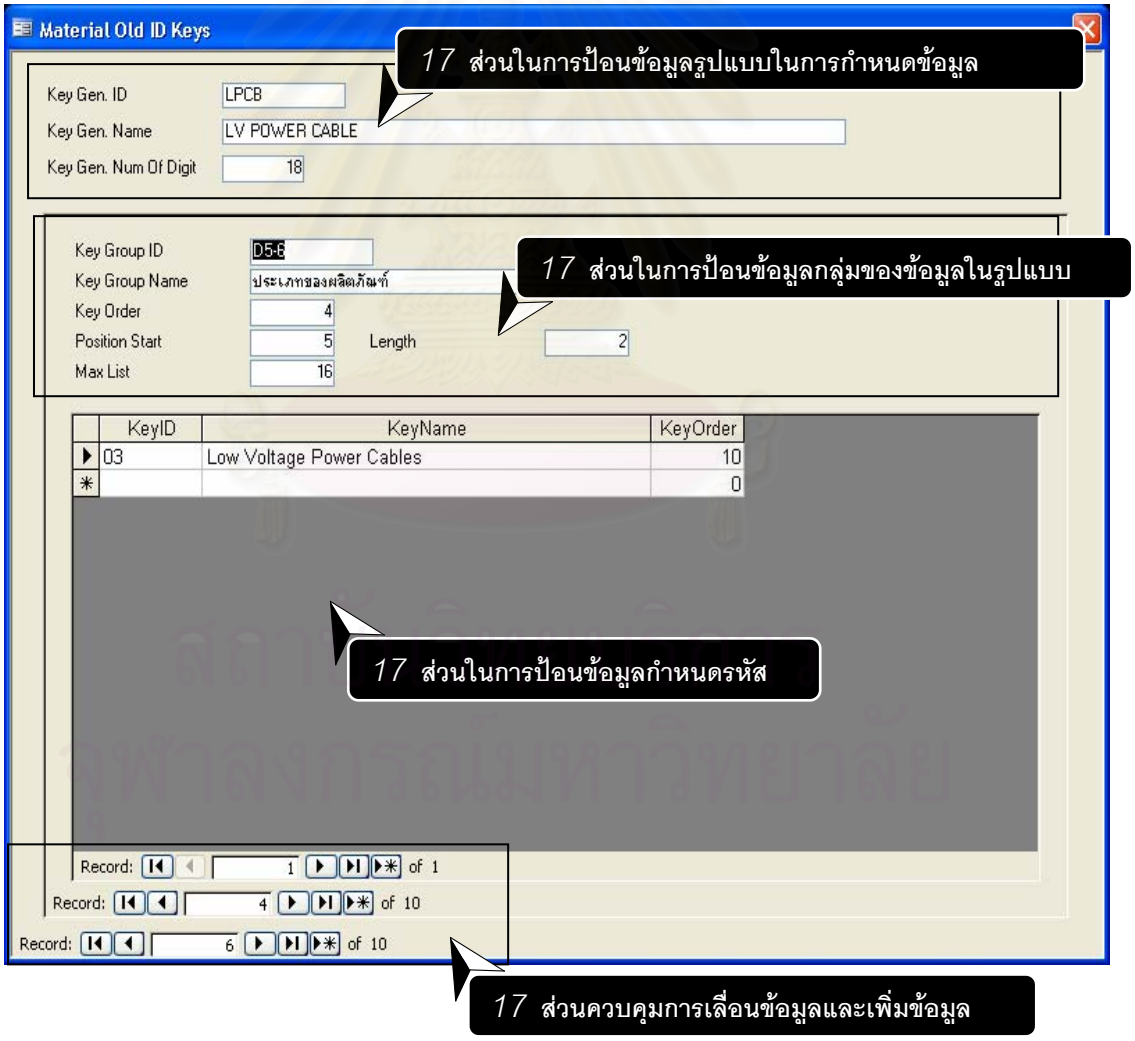


รูปที่ 14 เมื่อต้องการเพิ่มข้อมูล Sale Order

รูปที่ 15 เลือก Record ที่ต้องการลบข้อมูลเสร็จแล้วคลิกขวา

รูปที่ 16 ยืนยันการลบข้อมูล

15) การใช้งานหน้าจอในการเพิ่ม แก้ไข และลบ ข้อมูลในการ Generate Old ID สามารถทำได้ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การป้อนข้อมูลรูปแบบในการกำหนดข้อมูล Generate Old ID

a. ถ้าต้องการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูล Key Gen. ID สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มในการเลื่อน Record สำหรับ Key Gen. ID อันที่อยู่ล่างสุด ดังรูปที่ 18

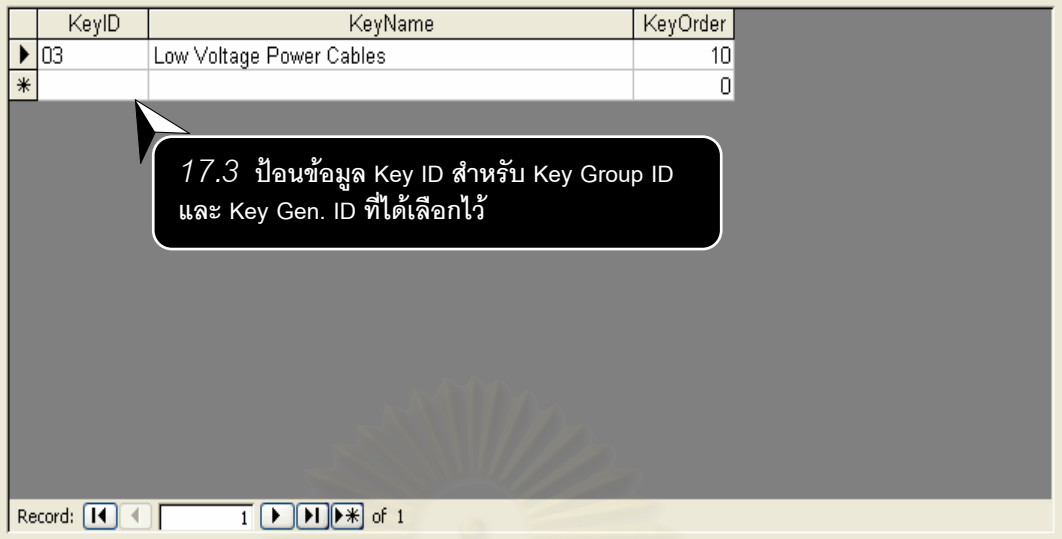
รูปที่ 18 Click เพื่อเลื่อน Record ของ Key Gen. ID

b. เมื่อเลือก Key Gen. ID ที่ต้องการแล้ว ถ้าต้องการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูล Key Group ID สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มในการเลื่อน Record สำหรับ Key Group ID อันที่อยู่เหนือปุ่มในการเลื่อน Record อันสุดท้ายดังรูปที่ 19

รูปที่ 19 Click เพื่อเลื่อน Record ของ Key Group ID

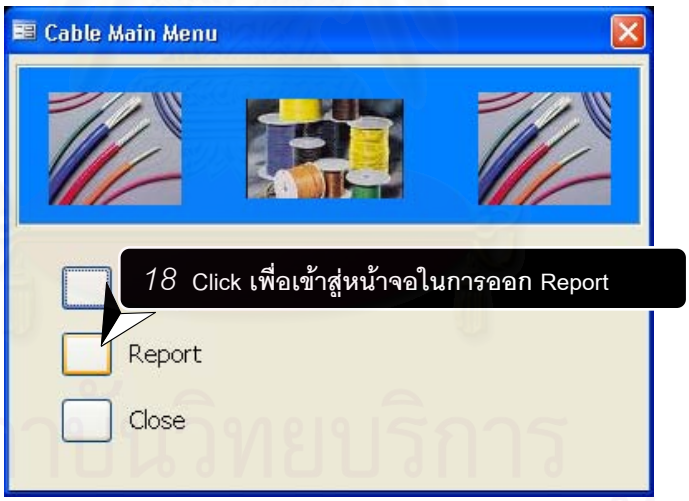
c. เมื่อเลือก Key Group ID ที่ต้องการแล้ว สามารถทำการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูล Key ID สำหรับ Key Group ID และ Key Gen. ID ที่ได้เลือกไว้ได้โดยป้อนข้อมูลใน List ดังรูปที่ 20

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 20 ป้อนข้อมูล Key ID สำหรับ Key Group ID และ Key Gen. ID ที่ได้เลือกไว้

16) การใช้งานเมนู Report สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มหน้าข้อความ Report เพื่อเข้าสู่หน้าจอในการออก Report ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 Click เพื่อเข้าสู่หน้าจอในการออก Report

a. ป้อนข้อมูลที่ต้องการในการออก Report โดยข้อมูลแต่ละตัวจะมีการกำหนดเป็น Range ของข้อมูลซึ่งรูปแบบการทำงานเป็นดังนี้
b. ถ้าป้อนเฉพาะในช่อง From จะเป็นการเลือกเฉพาะข้อมูลที่มากกว่าหรือเท่ากับข้อมูลที่ป้อนมาออก Report

c. ถ้าป้อนเฉพาะในช่อง To จะเป็นการเลือกเฉพาะข้อมูลที่น้อยกว่าหรือเท่ากับข้อมูลที่ป้อนมาออก Report

d. ถ้าป้อนทั้งช่อง From และ To จะเป็นการเลือกเฉพาะข้อมูลที่มากกว่าหรือเท่ากับข้อมูลในช่อง From และน้อยกว่าหรือเท่ากับข้อมูลในช่อง To มาออก Report

e. ถ้าไม่ป้อนข้อมูลในช่องไหนเลยจะเป็นการนำข้อมูลทั้งหมดมาออก Report

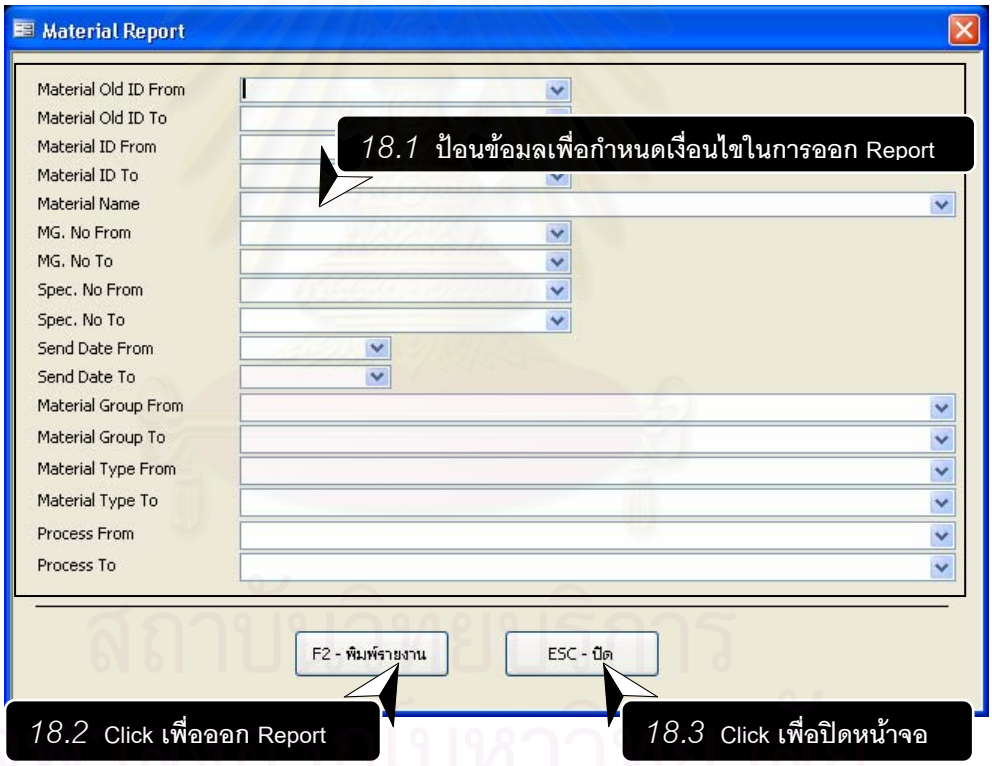
f. เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม “F2 - พิมพ์รายงาน” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม F2 เพื่อพิมพ์รายงานตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

g. คลิกที่ปุ่ม “ESC - ปิด” บนหน้าจอหรือกดปุ่ม ESC เพื่อปิดหน้าจอ

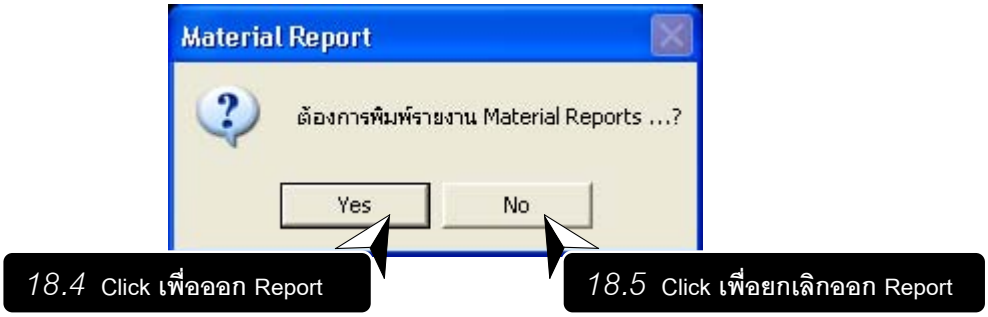
h. คลิกที่ปุ่ม “Yes” เมื่อต้องการออก Report

i. คลิกที่ปุ่ม “No” เมื่อต้องการยกเลิกการออก Report

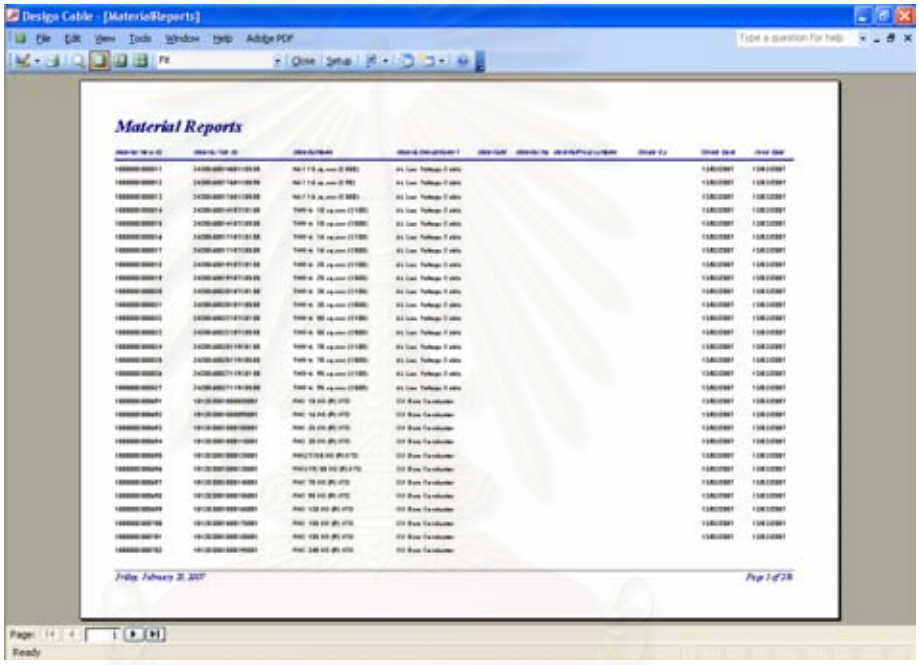
j. ดังรูปที่ 22, 23, 24



รูปที่ 22 ป้อนข้อมูลเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการออก Report



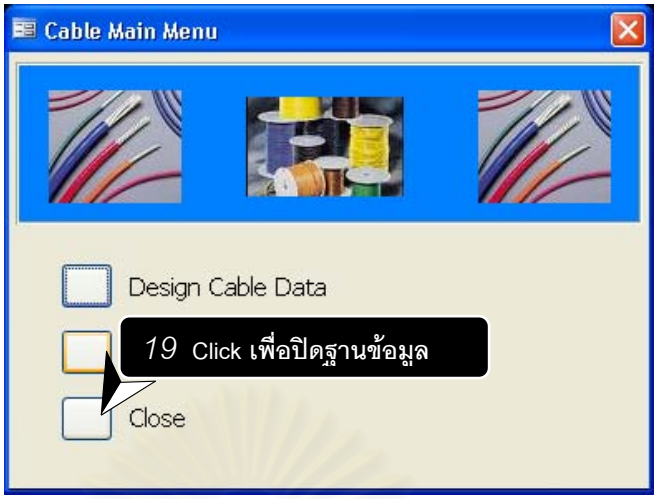
รูปที่ 23 Click ยืนยันการพิมพ์รายงาน



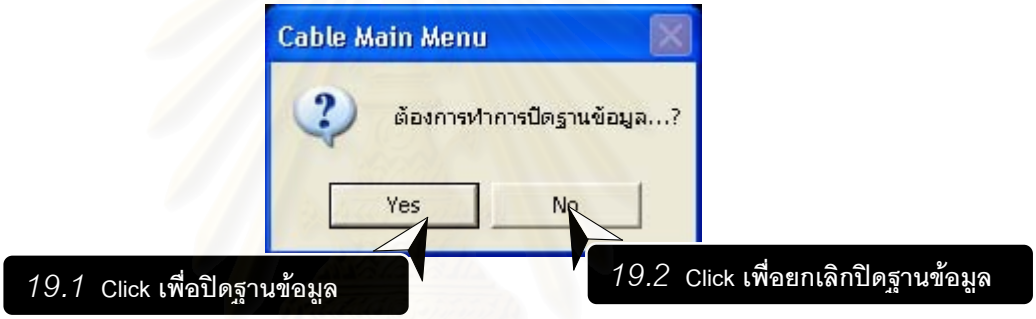
รูปที่ 24 รูปแบบรายงาน

17) เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมคลิกที่ปุ่มหน้าข้อความ Close

a. คลิกที่ปุ่ม “Yes” เมื่อต้องการปิดฐานข้อมูล
b. คลิกที่ปุ่ม “No” เมื่อต้องการยกเลิกการปิดฐานข้อมูล
c. ดังรูปที่ 25, 26, 27



รูปที่ 26 Click เพื่อปิดฐานข้อมูล



รูปที่ 27 ยืนยันการปิดฐานข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว ชุติกาญจน์ ธีรเดช เกิดวันที่ 22 มิถุนายน พศ. 2516 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย