หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์จำแนกได้หลายประเภทตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ชนิดไม้ และชนิดโลหะ หรือผลิตภัณฑ์ชนิดเครื่องเรือนและชนิดสำนักงาน หรือผลิตภัณฑ์ชนิดตู้และชนิดบุนุ่ม โดยทั่วไปมักจะไม่มีผู้ผลิตที่ผลิตทั้งเฟอร์นิเจอร์ไม้และเฟอร์นิเจอร์โลหะด้วยกัน หรือทั้งเฟอร์นิเจอร์เครื่องเรือนและเฟอร์นิเจอร์สำนักงานด้วยกัน แต่มีผู้ผลิตไม่น้อยที่ผลิตทั้งประเภทตู้และประเภทบุนวม การผลิตเฟอร์นิเจอร์เครื่องเรือนที่ทำด้วยไม้มักมีลักษณะเป็นการผลิตชิ้นส่วนเป็นงวด ๆ (Discrete Part Batch Mode Production Process) การวางผังโรงงานเป็นลักษณะ Process Layout และการกำหนดเวลาการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับว่าต้องการจะให้ผลิตภัณฑ์ชิ้นสุดท้ายแล้วเสร็จเมื่อใด

ผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่เข้าชุดกัน 6 ชุด และแต่ละชุดมี 16 แบบ และแต่ละแบบมีชิ้นส่วนมากถึง 50 ชิ้น ต้องผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ กันถึงประมาณ 5000 ชิ้น ในปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกันไป ซึ่งมีผลทำให้ระบบการผลิตยุ่งยากซับซ้อน ปัญหานี้อาจจะยุ่งยากขึ้นไปอีกเพราะผู้ผลิตจะต้องเปลี่ยนแบบของผลิตภัณฑ์อยู่เสมอ ซึ่งทำให้จะต้องเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนที่ผลิตอยู่เป็นประจำ

ปัจจุบันการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์และในการผลิตได้รับความสนใจอย่างมากทั่วโลก กิจการที่นำคอมพิวเตอร์แทบทุกชนิดและขนาด ทั้งนี้เนื่องมาจากราคาของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ลดลงมากจนค่อนข้างถูก ประกอบกับได้มีการผลิตโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ได้ง่ายสำหรับงานแทบทุกแขนง อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ก็เป็นกิจการหนึ่งที่น่าจะนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า

การใช้ระบบจำแนกและโค๊ดชิ้นส่วน (Classification Coding) เป็นการจัดชิ้นส่วนที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างที่คล้ายคลึงกันเข้าเป็นหมวดหมู่ แล้วใช้สัญญลักษณ์เป็นโค๊ดเพื่อใช้แสดงคุณสมบัติของหมวดหมู่นั้น ๆ การใช้ระบบจำแนกและโค๊ดชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความซ้ำซ้อน เพื่อจัดชิ้นส่วนเป็นหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการจัดการ และเพื่อช่วยให้ผู้ใช้ได้ค้น

พบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ของชิ้นส่วนต่าง ๆ กัน

## 2.1 ระบบจำแนกและโค๊ตชิ้นส่วนที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ปัจจุบันระบบจำแนกและโค๊ตชิ้นส่วนที่ใช้กันอยู่มากมายกว่า 100 ระบบและระบบที่ใช้กันแพร่หลายมากแทบทั้งหมดเป็นระบบที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตที่มีชิ้นส่วนเป็นโลหะ ระบบที่มีขึ้นมาใหม่ในระยะหลังส่วนมากจะพัฒนากันในยุโรป ตารางที่ 2.1 เป็นรายการตัวอย่างของระบบที่พัฒนาในประเทศต่าง ๆ ส่วนระบบที่มีผู้เผยแพร่เป็นกิจการค้าจนเป็นที่นิยมทั่วโลกมากที่สุด ได้แก่ Opitz, DCLASS, CODE, MICLASS และ Brisch ส่วนระบบที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ Code ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ในที่นี้คือ DCLASS ซึ่งเป็นระบบที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่สุด

DCLASS เป็นระบบจำแนกและโค๊ตชิ้นส่วนที่คิดค้นโดย CAM Sofware Lab ที่ Brigham Young University เพื่อใช้กับงานโลหะ ระบบนี้ประกอบไปด้วยระบบย่อย 5 ระบบ แต่ละระบบสำหรับจำแนกและโค๊ตตระกูลของชิ้นส่วน วัสดุ กรรมวิธีการผลิต tooling และอุปกรณ์ตามลำดับ (ดูรูปที่ 2.1-2.5) นอกจากนั้นระบบย่อยแต่ละระบบยังมีการเชื่อมโยงต่อกันด้วย เช่น จากรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าโค๊ตจำแนกตระกูลของชิ้นส่วนประกอบไปด้วยโค๊ต 5 ส่วน สำหรับรูปร่างมูลฐาน ลักษณะพิเศษ ขนาด ความแม่นยำ และวัสดุ โค๊ตแต่ละส่วนสามารถใช้เป็นดัชนีเพื่อเรียกข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปได้ และใช้โยงกับระบบย่อยอื่น ๆ เช่น โค๊ตวัสดุใช้โยงกับระบบย่อยสำหรับวัสดุได้

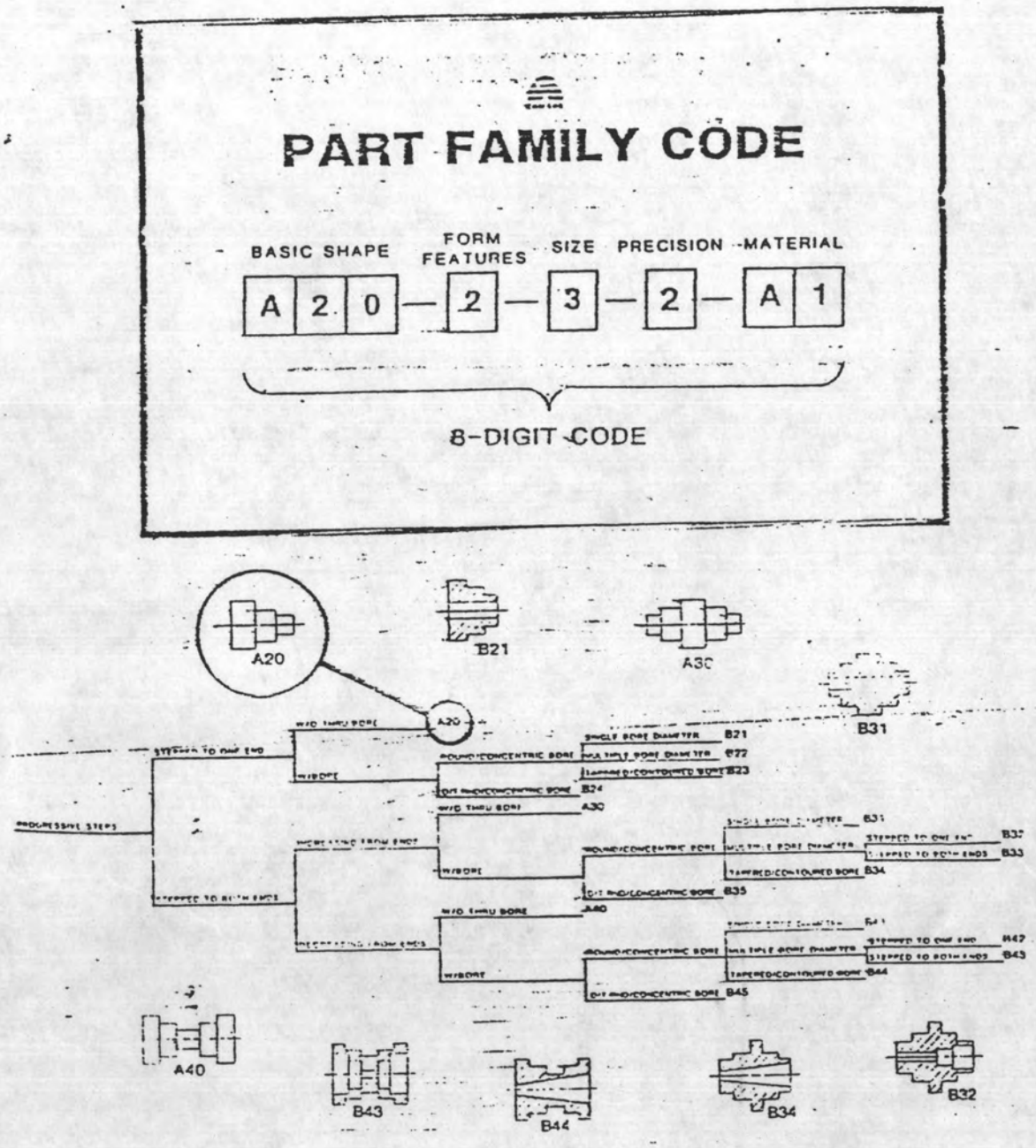
DCLASS ใช้โครงสร้างการจำแนกชิ้นส่วนแบบ Hierarchical Tree โครงสร้างนี้สามารถเพิ่มหรือเติมสาขาต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสมของผู้ใช้ การจำแนกชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ กระทำโดยการพิจารณาจากต้นของโครงสร้างแล้วเคลื่อนไปตามกิ่งที่เหมาะสมจนกระทั่งถึงปลายของโครงสร้าง ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 2.1

การเรียกใช้ข้อมูลเพื่อการออกแบบด้วยระบบ DCLASS จะใช้ระบบย่อยที่จำแนกและโค๊ตตระกูลของชิ้นส่วน ส่วนการพิจารณากรรมวิธีการผลิตและการวางแผนการผลิตมักจะต้องใช้ระบบย่อย ๆ หลายระบบด้วยกัน เช่น ในการวางแผนกระบวนการผลิตจะต้องใช้ Tree Structure ของระบบย่อยต่าง ๆ เพื่อพิจารณาประเภทและโค๊ตของรูปร่างมูลฐาน รูปทรงพิเศษ ขนาด ความ

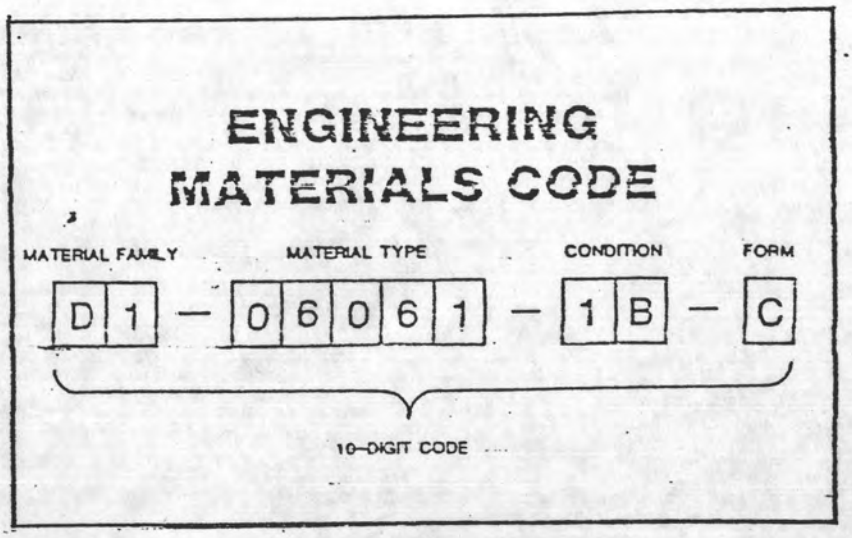
แม่นยำ ชนิด และรูปร่างเบื้องต้นของวัสดุที่ใช้การอบชุบโลหะ (Heat Treatment) การฉาบผิว และความคลาดเคลื่อนลักษณะเบี่ยงเบน เป็นต้น

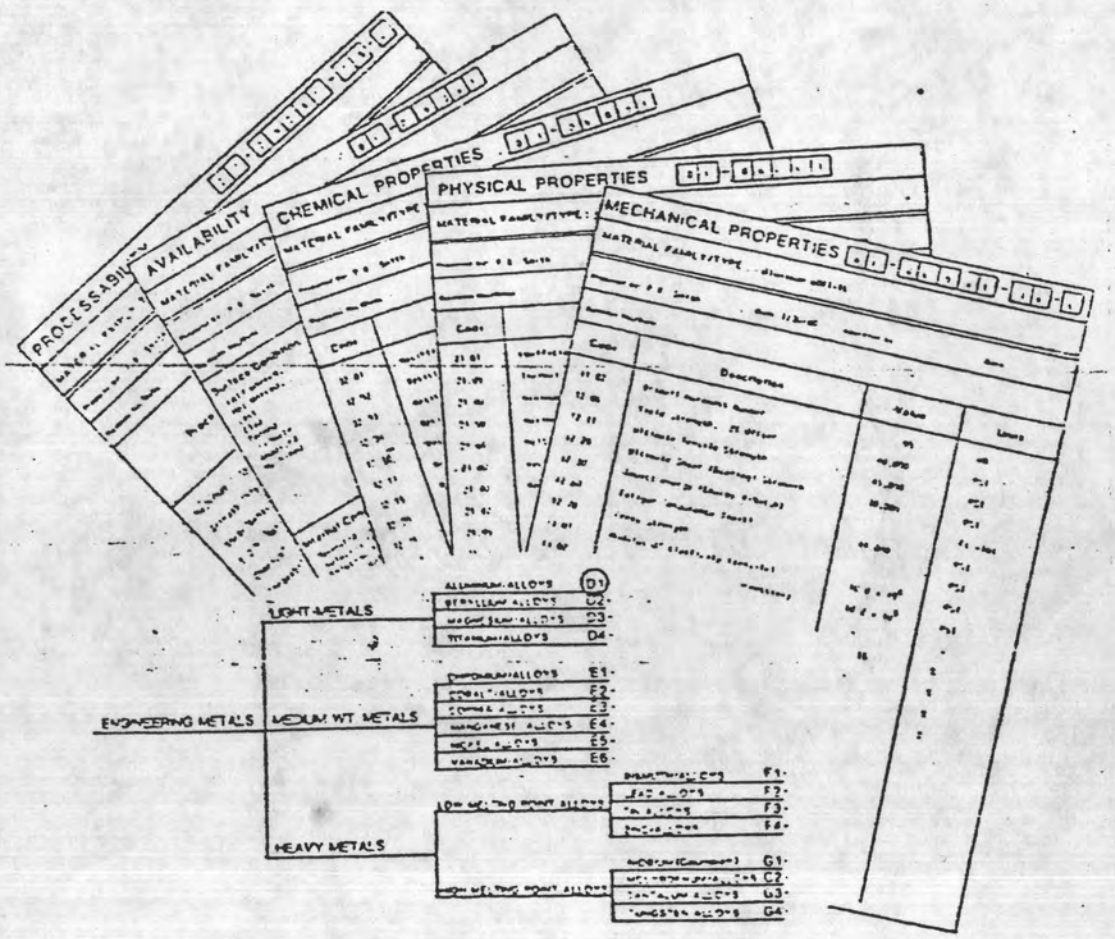
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของระบบจำแนกและโค๊ดชิ้นส่วนที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศต่าง ๆ

| COUNTRY | SYSTEM |
|---|---|
| Czechoslovkia | VOUSO, VUSTE |
| Germany, East | DDR Standard |
| Germany, West | Opitz, ZAFO, Gildemeister, Pittler |
| Japan | KC-1, KC-2, KK-1, KK-2 |
| Netherlands | TNO-MICLASS |
| Sweden | PGM |
| UK | Brisch |
| USA | CODE, Brisch (USA), TNO-MICLASS (USA), Part Analog |
| USSR | Mitrofanov, Niitmash, VPTI, Litmo |
| Yugoslavia | IAMA |

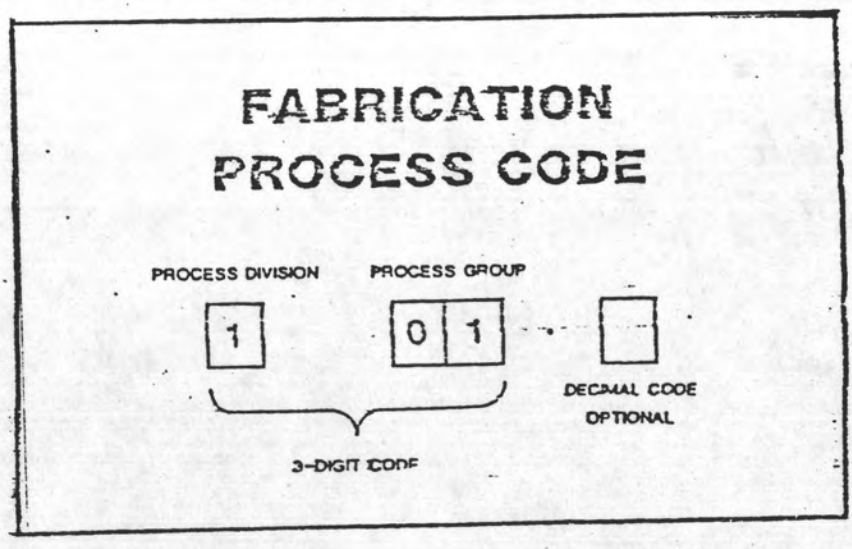


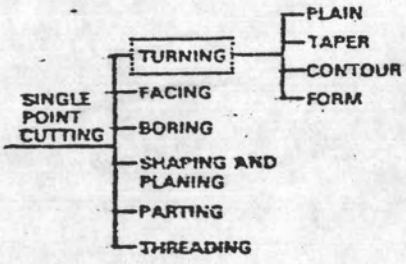

รูปที่ 2.1 โค๊ดชิ้นส่วนแบบกลุ่มหรือตระกูล (DCLASS)



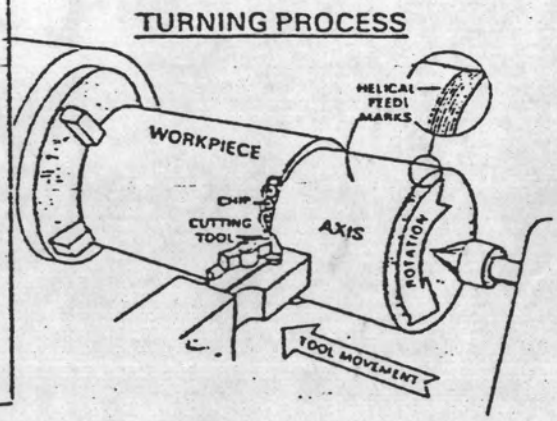




รูปที่ 2.2 DCLASS – โค๊ดวัสดุในทางวิศวกรรม



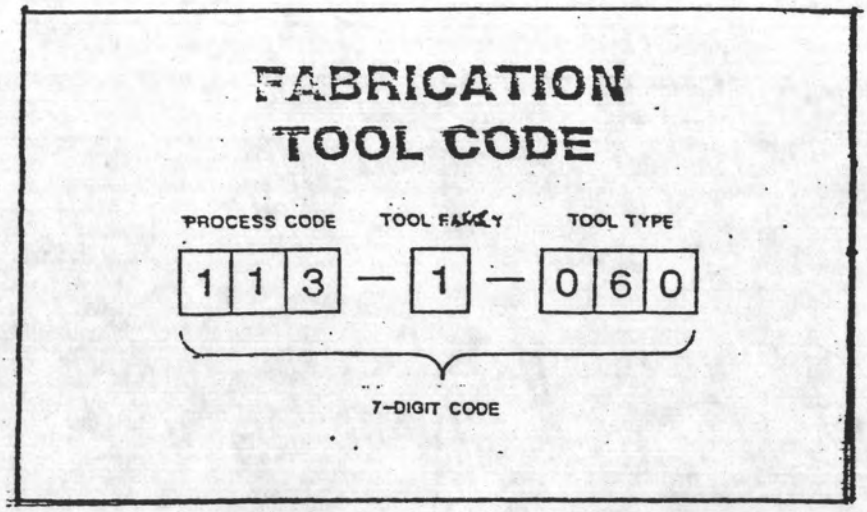



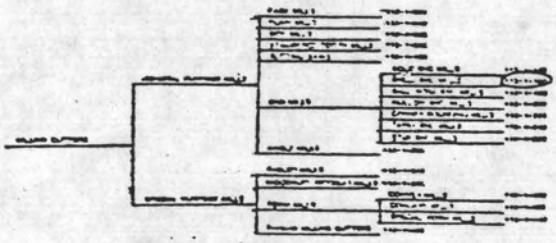

| PRODUCTION PROCESSES CODE | |
|---|---|
| DIVISION | DESCRIPTION |
| 000 | MATERIAL HANDLING |
| 100 | MATERIAL REMOVAL |
| 200 | CONSOLIDATION |
| 300 | DEFORMATION |
| 400 | JOINING |
| 500 | HEAT-TREATING |
| 600 | SURFACE FINISHES |
| 700 | INSPECTION |
| 800 | ASSEMBLY |
| 900 | TESTING |



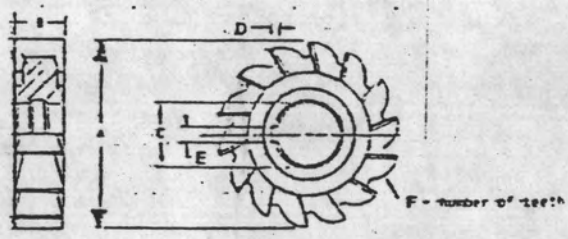

รูปที่ 2.3 DCLASS - โค้ดกระบวนการผลิต

016085

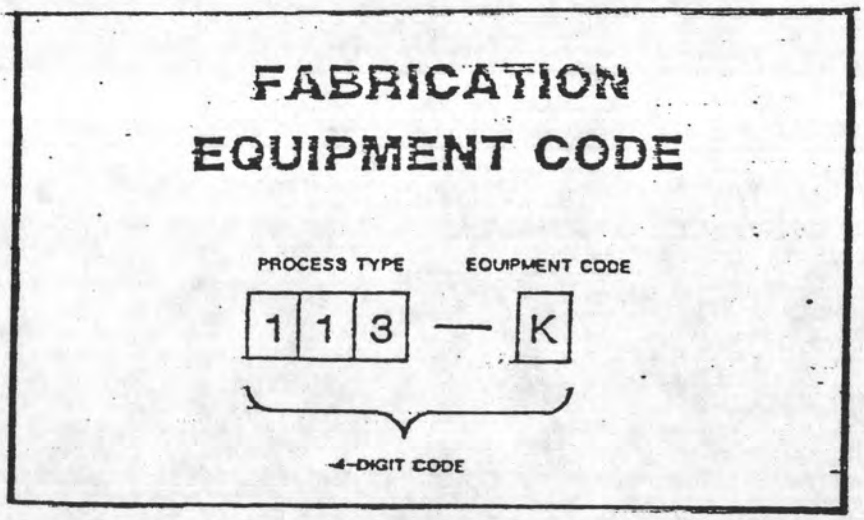


| TOOL FAMILY | |
|---|---|
| -1- | TOOL/DIE (CONTACTS WORKPIECE) |
| -2- | MOLDS. PATTERNS. NEGATIVES |
| -3- | TIPS. NOZZLES |
| -4- | ELECTRODES |
| -5- | OTHER TOOLS |
| -6- | RESERVED |
| -7- | TOOL HOLDERS |
| -8- | WORK HOLDERS |
| -9- | RESERVED |
| -A- | N/C PROGRAMS |
| -B- | CAMS |
| -C- | TRACING TEMPLATES (2-D) |
| -D- | TRACING PATTERNS (3-D) |




รูปที่ 2.4 DCLASS - โค้ดเครื่องมือ (Tool) ที่ใช้ในการผลิต




รูปที่ 2.5 DCLASS - โค๊ดอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

## 2.2 หลักการพื้นฐานสำหรับการจำแนกชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

หลักพื้นฐานอันหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกและการใช้รหัสชิ้นส่วนประกอบในทางอุตสาหกรรม คือ การรวบรวมและแยกเอาชิ้นส่วนที่ใช้ในงานประกอบเป็นประจำหรือถาวร ออกจากชิ้นส่วนที่ใช้แบบชั่วคราวโดยพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วนนั้น ๆ มีอยู่บ่อยครั้งที่เดียวที่มีการแบ่งชิ้นส่วนประกอบเฟอร์นิเจอร์ออกไปตามลักษณะการใช้งาน แทนที่จะถูกแบ่งตามรูปร่างที่แท้จริงของชิ้นส่วนเอง ตัวอย่างเช่น ชิ้นส่วน dust rail และ parting rial ซึ่งมีรูปร่างลักษณะในทางเรขาคณิตเหมือนกัน แต่กลับมีชื่อเรียกต่างกันออกไป

หลักการหรือทฤษฎีอื่น ๆ ที่ใช้ในการจำแนกชิ้นส่วน อาจแบ่งแยกชิ้นส่วนออกจากกันตามตำแหน่งที่ใช้ชิ้นส่วนนั้น ๆ ประกอบเข้าไป ซึ่งระบบการวางแผนความต้องการพัสดุ (Material Requirement Planning : MRP) มักจะใช้หลักการที่ว่านี้เป็นหลักพื้นฐาน โดยใช้นิยามว่า "Where used" กับชิ้นส่วนที่ถูกจำแนกออกไป

การจำแนกชิ้นส่วนทั้ง 2 ระบบดังกล่าวมาแล้วนั้นมีประโยชน์มากในการจัดแบ่งชิ้นส่วน แต่ทว่ากลับไม่เหมาะที่จะใช้เป็นทฤษฎีพื้นฐานในการสร้างระบบการใช้รหัส (Coding System) เพราะว่าระบบการใช้รหัสสำหรับคุณลักษณะของชิ้นส่วนประกอบถาวรที่ใช้ในการประกอบโดยที่รหัสนั้นสามารถบอกได้ทั้งรูปทรงของชิ้นส่วนและตำแหน่งที่ใช้งานด้วย ระบบการจำแนกและโค๊ต (Classification & Coding System) ชิ้นส่วนประกอบเฟอร์นิเจอร์ก็ใช้การจำแนกชิ้นส่วน

ในวิธีดังกล่าวด้วย

ชิ้นส่วนประกอบยังถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. มิติ (Dimensions)
2. ชนิดของชิ้นส่วน (Part Type)
3. วัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วน (Materials)
4. รูปทรงเรขาคณิต (Geometry)

โดยใช้คุณลักษณะพื้นฐานดังกล่าว 4 ประเภท มาเป็นบรรทัดฐานของการจัดระบบจะทำให้ได้ระบบที่ใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เว้นแต่ว่าวัสดุ (materials) ที่ใช้ทำชิ้นส่วนเท่านั้นที่อาจเปลี่ยนแปลงไปบ้างตามกาลเวลา ซึ่งการแบ่งแยกออกและการให้รหัสแก่ชิ้นส่วนตามวิธีนี้เป็นการนำเอากลุ่มของรหัสที่ใช้แทนรูปร่างลักษณะ (Taxonomy) มาใช้เป็นตัวจักรกลสำคัญในการกำหนดโค๊ต กลุ่มของรหัส (taxonomics) เทียบได้กับการแบ่งโครงสร้างของต้นไม้ ซึ่งถ้าเราพิจารณาอย่างละเอียดแล้วจะเห็นว่าต้นไม้มีรายละเอียดข้อปลีกย่อยที่เกี่ยวกับข้อมูลของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้มาก และข้อมูลของแต่ละส่วนประกอบก็สามารถแยกแยะให้ละเอียดลงไปอีกได้โดยอาศัย taxonomics แต่ละชิ้น (รายละเอียดเกี่ยวกับระบบนี้แสดงในภาคผนวก ข) ดังนั้นระบบ taxonomy ก็คือ การแบ่งหรือจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นพวกตามคุณลักษณะพื้นฐานของสิ่งนั้น ๆ นั่นเอง

ระบบดังกล่าวประกอบด้วย taxonomic หลักอยู่ 4 ชนิดคือ

ก. มิติหยาบ (Rough Dimensions) มิติสำเร็จ (Finished Dimensions) และความแตกต่างของมิติหยาบกับมิติละเอียดหรือขนาดของชิ้นงานที่ต้องทำการ machine (Make Taxonomics)

ข. โค๊ตชนิดของชิ้นส่วน (Part Type Taxonomy)

ค. โค๊ตวัตถุดิบ (Material Taxinomics)

ง. โค๊ตรูปทรงทางเรขาคณิต (Part Geometry and Form Feature Taxonomics)

ระบบจำแนกและโค๊ต (Classification & Coding System) ได้รับการออกแบบให้มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับระบบดังกล่าวมาแล้วคือ การใช้คุณลักษณะของชิ้นส่วนเป็นตัวกำหนดโค๊ต และเมื่อโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีประสบการณ์ในระบบการจำแนกและโค๊ตเพิ่มมากขึ้น ก็จะ

ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นส่วนประกอบได้มากพอที่จะทำให้ CAM Activities ได้สะดวกขึ้น นอกจากนั้นการให้รหัสกับข้อมูลของชิ้นส่วนประกอบนี้ทำให้เราหวังได้ว่าฐานข้อมูลรายละเอียดการผลิตที่ได้จัดตั้งขึ้นมาแล้วนั้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบตระกูลของชิ้นส่วนไปในทางที่ดี รวมทั้งการผลิต part families ด้วย

Taxonomics ของมิติหยาบ และมิติสำเร็จเป็นตัวจำแนกและกำหนดรหัส ความยาว, ความกว้าง และความหนา ของชิ้นส่วนออกเป็น 2 ขั้นตอนที่แตกต่างกันในกระบวนการผลิต โดยมิติหยาบใช้ร่วมกับชิ้นส่วนก่อนทำการขึ้นรูป (machine) ซึ่งเมื่อได้รับการ machine แล้วก็จะใช้มิติสำเร็จแทนเพื่อใช้การประกอบต่อไป ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อชิ้นส่วนนั้นมีมิติหยาบหลายตำแหน่งที่จะทำการ machine ให้เป็นมิติสำเร็จ

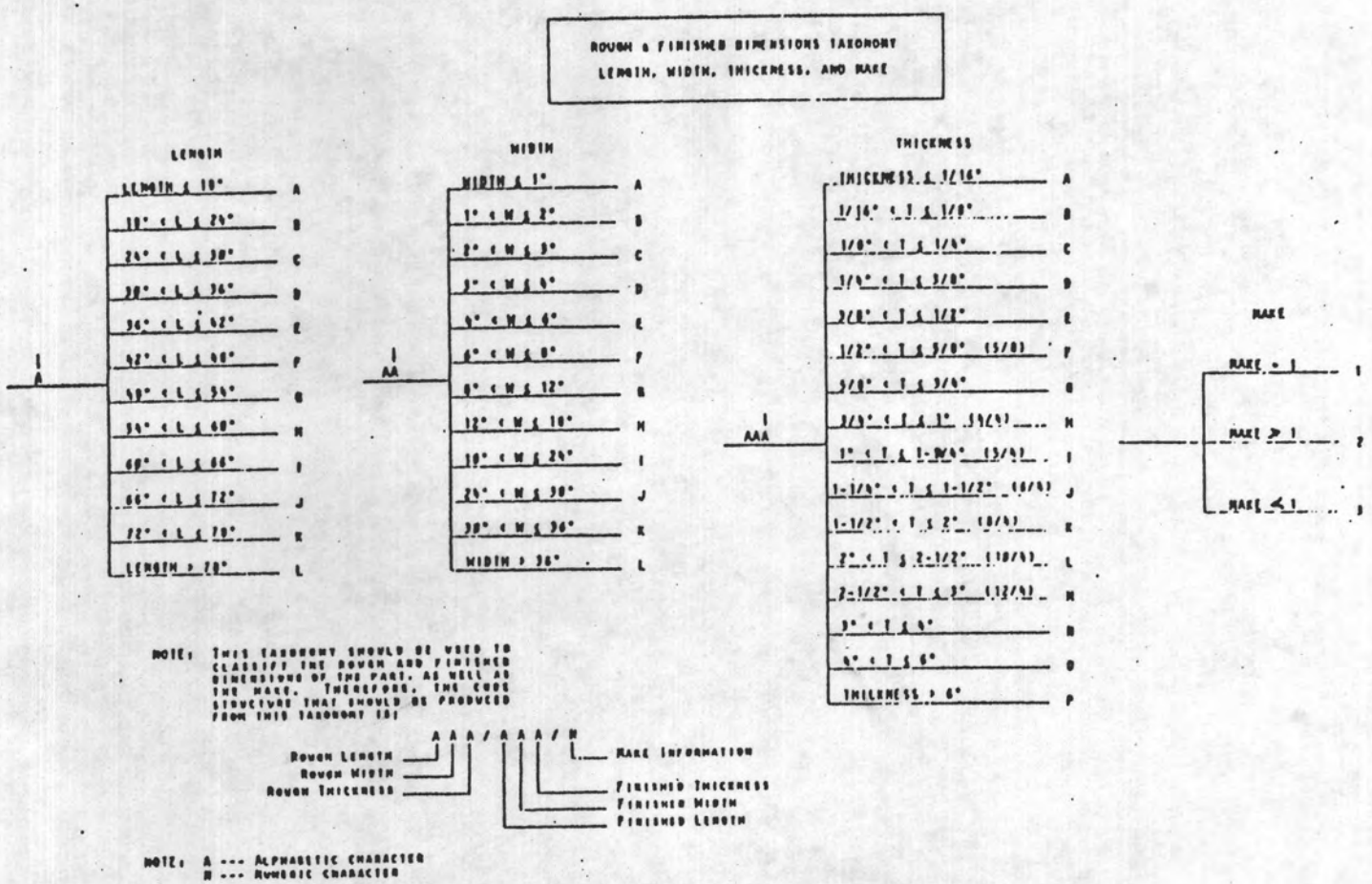
ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการกำหนดรหัสของมิติหยาบและมิติสำเร็จของชิ้นส่วนไว้ แม้ว่ามิติทั้งสองชนิดนี้จะไม่ได้เป็นตัวบอกรายละเอียดที่สำคัญในการ machine ก็ตามที แต่ทว่าจะมีประโยชน์มากในการขนถ่ายเคลื่อนย้ายวัสดุหรือชิ้นงาน จากเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่งหรือเป็นการเคลื่อนย้ายระหว่างหน่วยผลิตก็ตาม ซึ่งในการนี้จะมีความลำบากมากถ้าหากว่าชิ้นงานในกระบวนการผลิตไม่ได้มีการกำหนดรหัส บอกรายละเอียดที่เกี่ยวกับขนาดและรูปร่างของชิ้นงานที่ต้องเคลื่อนผ่านหน่วยการผลิตนั้น ๆ ไป

Make Taxonomy (MT) เป็นส่วนที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมิติหยาบและมิติสำเร็จของชิ้นส่วนที่ทำจากแผ่นวัตถุดิบ รายละเอียดที่ได้จาก MT นี้จะมีประโยชน์มากในการกำหนดขั้นตอนและความมากน้อยในการ machine ชิ้นส่วนระหว่างการผลิต

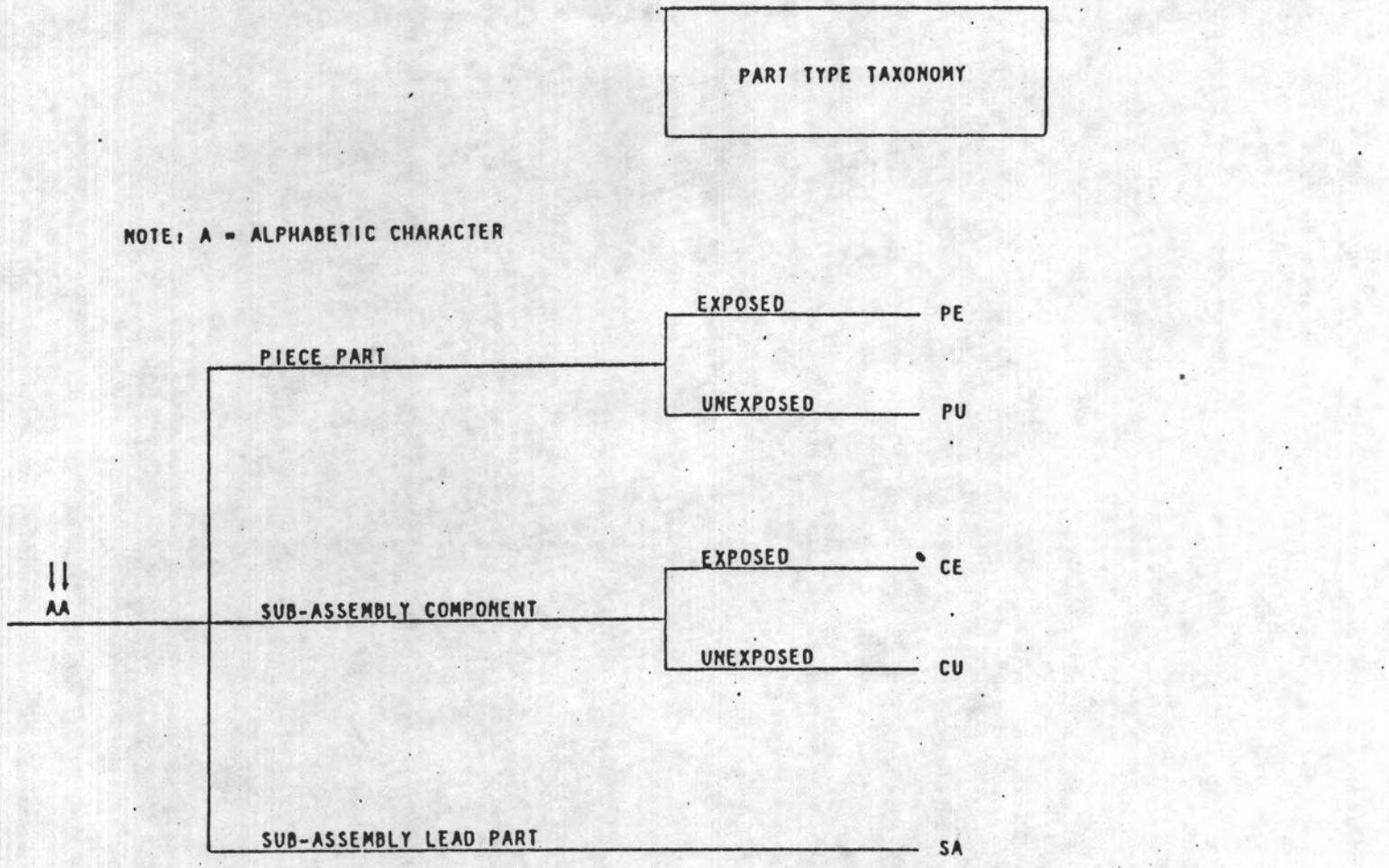
Part Type Taxonomy จะเป็นตัวจำแนกชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ในลักษณะที่จะแบ่งชิ้นส่วนออกเป็นส่วนประกอบย่อยและส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ยังเป็นตัวแยกชิ้นส่วนออกจากกันระหว่างชิ้นส่วนที่เห็นได้ชัดเจนเมื่อประกอบกันเป็นเครื่องใช้หรือเฟอร์นิเจอร์แล้วกับชิ้นส่วนที่ซ่อนอยู่ด้านในไม่สามารถมองเห็นได้ เมื่อนำมาประกอบแล้ว ในกระบวนการประกอบย่อยถ้าชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบเป็นที่สำคัญในการประกอบแล้ว การกำหนดรหัสจะต้องพิจารณาตามรูปทรงทางเรขาคณิตที่สอดคล้องกับรูปร่างของชิ้นส่วน ในทำนองเดียวกันการ machine ในสายการประกอบย่อยนี้ก็อาจกำหนดให้สอดคล้องกับรูปทรงของชิ้นส่วนได้ สำหรับชิ้นส่วนที่ปรากฏเห็นได้ชัดบนเฟอร์นิเจอร์ ปกติแล้วจะต้องมีการขัดผิวด้วยกระดาษทราย ส่วนชิ้นส่วนที่ไม่สามารถมองเห็นหรือซ่อนอยู่ก็ไม่จำเป็นต้องขัดผิวละเอียด ดังนั้นข้อแตกต่างระหว่างชิ้นส่วน 2 ชนิดนี้ก็จะต้องมีการจดบันทึกไว้

Materials Taxonomy จะแบ่งหรือกำหนดรหัสชิ้นส่วนตามประเภทวัตถุที่ใช้ทำชิ้นส่วนนั้น ๆ นอกจาก Taxonomy ชนิดนี้จะเกี่ยวข้องกับประเภทของวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแล้ว ยังมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งอื่น ๆ ที่มีผลต่อลำดับการผลิตอีกด้วย ตัวอย่างเช่น แผ่นไม้อัดที่อาจซื้อมาตามขนาดที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปหรืออาจสั่งพิเศษได้ เพื่อเป็นการลดขั้นตอนการผลิตลง สิ่งอื่น ๆ ที่อาจมีลักษณะคล้ายตัวอย่างดังกล่าว ซึ่งจะมีผลต่อการผลิตชิ้นส่วนจำเป็นต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับการจำแนกชิ้นส่วนและระบบการกำหนดรหัสด้วย

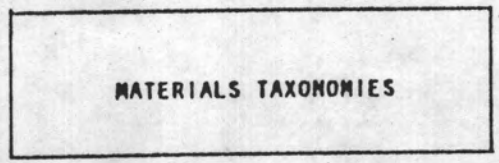
ตามรูปที่ 2.6 ถึง 2.8 เป็นการแสดงรูปร่างของ Toxonomy ทั้ง 4 ประเภท (Dimensions, Make, Part, Type Taxonomy) ดังที่กล่าวมาแล้ว




รูปที่ 2.6 โครงสร้างของรหัสกำหนดมิติและการ machine




รูปที่ 2.7 โครงสร้างของรหัสกำหนดชนิดของชิ้นส่วน




NOTE: N = NUMERIC CHARACTER

| | | | |
|---|---|---|---|
| LBRNN | – | LUMBER AND WOOD PRODUCTS | #1 |
| PBDNN | – | PARTICLEBOARD | #2 |
| FBDNN | – | FIBERBOARD | #2 |
| PNNNN | – | FLAT PLYWOOD | #3-A & #3-B |
| | | #3-B SURFACE MATERIAL | |
| | | #3-A SUBSTRATE MATERIAL | |
| CPWNN | – | CURVED PLYWOOD | #4 |
| MNNNN | – | MISCELLANEOUS MATERIALS (PLASTICS, COMMERCIAL PLYWOOD, ETC.) | #5 |

รูปที่ 2.8 โครงสร้างของรหัสกำหนดวัตถุดิบ

Taxonomy กลุ่มหลัก ๆ ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเป็น Taxomomy กลุ่มสุดท้าย ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกและโค๊ตของรูปทรงทางเรขาคณิตของชิ้นส่วน โดยที่กลุ่มของรหัสของรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนนี้ประกอบด้วย กลุ่มของรหัสย่อยอีก 7 ชนิด และแต่ละชนิดก็เกี่ยวข้องกับรายการเฉพาะแต่ละรายการของชิ้นส่วนประกอบเฟอร์นิเจอร์ รายการเหล่านี้จะถูกกำหนดตามรูปทรงทางเรขาคณิตของชิ้นส่วนที่รู้จักกันโดยทั่วไปแล้วในวงการอุตสาหกรรมรายการเหล่านั้นคือ

1. รางตรง (Striaght rails)
2. แผ่นเรียบ (Flat panels)
3. แกนกลม (Turnings)
4. รางโค้ง (Curved rails)
5. แผ่นโค้ง (Curve panele)
6. ชิ้นส่วนนอกเหนือจากข้อ 1-5 (Irregular parts)
7. ส่วนประกอบย่อย (Sub-assemblies)

ตารางที่ 2.2 เป็นรายละเอียดของโค๊ตรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วน พร้อมทั้งข้อกำหนดที่ใช้เป็นกฎการแบ่งแยกรายการหรือชนิดของชิ้นส่วนออกจากกัน

การสร้าง Taxonomy โดยวิธีนี้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป แม้ว่ายังมีการสร้าง Taxonomy โดยใช้พื้นฐานทางวิชาการอื่น ๆ ที่สามารถพิจารณาได้อีกก็ตาม Taxonomy อื่นอาจใช้การแบ่งกรรมวิธีในการผลิตเป็นตัวบอกถึงกระบวนการหรือกรรมวิธีต่าง ๆ ในการผลิตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์โดยเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เช่น เครื่องคว้าน เครื่องไส เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 การจำแนกชนิดของชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์จากรูปทรงทางเรขาคณิต

1. รางตรง (Striaght Rails)
   - ความกว้าง ไม่เกิน 8 นิ้ว
   - ต้องมีความตรงตลอดแนวแกนความยาว
2. แผ่นเรียบ (Flat Panels)
   - ความกว้าง มากกว่า 8 นิ้ว
   - ต้องไม่มีส่วนที่โค้งหรืองอ
3. แกนกลม (Turnings)
   - ชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกรรมวิธีผลิตโดยการหมุน
4. รางโค้ง (Curved Rails)
   - ความกว้าง ไม่มากกว่า 8 นิ้ว
   - มีระนาบโค้งอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง
5. แผ่นโค้ง (Curve Panels)
   - ความกว้าง มากกว่า 8 นิ้ว
   - มีระนาบโค้งอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง
6. ชิ้นส่วนนอกเหนือจากข้อ 1-5 (Irregular Parts)
   - เป็นชิ้นส่วนที่มีรูปทรงแตกต่างไปจากข้อ 1-5
7. ส่วนประกอบย่อย (Sub-Assemblies)
   - เป็นชิ้นส่วนย่อยที่ต้องนำมาประกอบกันตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไปและต้องใช้เครื่องจักรในการประกอบด้วย

การกำหนดรหัสตามกระบวนการผลิตที่มีเหตุสำคัญก็คือ เพื่อที่จะทำให้ผู้ที่กำหนดชิ้นส่วนทราบว่าเครื่องมือและกรรมวิธีการผลิตใดที่ต้องใช้ในการผลิตชิ้นส่วนนั้น ๆ แต่ทว่าโค๊ตของรูปทรงเรขาคณิตให้ความสะดวกมากกว่าในแง่ที่ว่าสามารถอธิบายถึงคุณลักษณะทางกายภาพของชิ้นส่วนได้

เหตุผลอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ต้องหลีกเลี่ยงการใช้วิธีการให้โค๊ดตามกระบวนการผลิตก็คือ มีเครื่องมือมากมายหลายชนิดที่สามารถใช้ในงานพื้นฐานของงานไม้ได้ ดังนั้นจำนวนของ Taxonomy ที่จะต้องกำหนดก็คงจะต้องมีจำนวนมากเกินความจำเป็น โดยที่เครื่องมือบางชนิดอาจไม่เคยได้ใช้เลยกับชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ที่ทำการผลิตอยู่และนอกจากนั้นการกำหนดโค๊ดตามกระบวนการผลิตก็ไม่ควรที่จะวางอยู่บนรากฐานของข้อมูลที่มีความตายตัวไม่ยืดหยุ่น เพราะว่าเทคโนโลยีทางการผลิตเฟอร์นิเจอร์นั้นมีความก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สำหรับรหัสของรูปทรงเรขาคณิตนั้นทำให้การกำหนดรหัสมีความเป็นไปได้สูงขึ้น โดยการรวมเอาชิ้นส่วนที่มีความเหมือนกันทางด้านคุณลักษณะทางกายภาพเข้าไว้ด้วยกันก่อนที่จะทำการกำหนดรหัสของชิ้นส่วน ดังนั้นจึงทำให้รหัสของรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนเป็นวิธีที่ดีกว่าการกำหนดโค๊ดตามขั้นตอนการผลิต

อย่างไรก็ตามการพิจารณาขั้นสุดท้ายในการเลือกวิธีที่จะให้ได้มาซึ่งแบบแผนในการกำหนดรหัสก็คือ ความจริงที่ว่าข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามวิธีของการกำหนดโค๊ดด้วยรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนนั้น ได้มาจากวิธีทางธรรมชาติซึ่งถ้าเมื่อเราใช้วิธีนี้แล้วเราก็สามารถทำการจำแนกและให้โค๊ดชิ้นสวนได้อย่างถูกต้อง โดยสอดคล้องกับความต้องการทางด้านการวางแผนออกแบบผลิตภัณฑ์และการวางแผนการผลิตด้วย

การออกแบบระบบจำแนกและให้โค๊ดชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์นั้นจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัดสำคัญ ๆ หลาย ๆ ข้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มของโค๊ดก็ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อ

1. สะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของชิ้นส่วนประกอบเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งจะยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับข้อมูลรายละเอียดทางการผลิตและการออกแบบได้

2. รวมเทคโนโลยีทางการผลิตเฟอร์นิเจอร์เข้ากับโครงสร้างของการจำแนกและการกำหนดรหัสชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

3. ทำให้มีการสร้างระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวกับรายละเอียดในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ซึ่งจะทำให้ได้รับความสะดวกในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการผลิต การรวบรวมเทคโนโลยีทางการผลิต การคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์ และข้อปัญหาทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับการผลิต

4. การเลือกใช้เครื่องมือในการขนถ่ายวัสดุในการผลิตทำได้สะดวกขึ้น เนื่องจากมีการแบ่งแยกชิ้นส่วนออกตามขนาดและรูปร่างที่เด่นชัดแน่นอนขึ้น

5. การใช้ข้อมูลรายละเอียดพื้นฐานที่เกี่ยวกับชิ้นส่วน เป็นประโยชน์ในการผลิตและ

ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ต่อไปในอนาคต

6. สามารถกำหนดระดับในการอบรมบุคลากร และจำนวนบุคลากรได้แน่นอนและทำให้การทำงานในระบบการผลิตประสบความสำเร็จยิ่งขึ้นด้วย

## 2.3 โครงสร้างของระบบการกำหนดรหัส (Structure of the Coding System)

ตามที่ได้กล่าวถึง โครงสร้างของจำแนกและการให้รหัสทางอุตสาหกรรมรวมทั้งชนิดของรหัสและหลักของการกำหนดรหัส เราต้องทำการตรวจสอบโครงสร้างของชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ในการจำแนกและให้รหัส เพื่อที่จะทราบว่าการทำตามระบบที่กล่าวมาแล้วนั้นประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงไร และจะได้ทำความเข้าใจกับรายละเอียดเบื้องต้นของโครงสร้างปัจจุบันที่ทำอยู่

รหัสที่เรากำหนดให้กับชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์จะประกอบด้วย field 5-6 field ขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วน โดยมีรายละเอียดคือ field name, formats และ contents ตามรายละเอียดในตารางที่ 2.3 อนึ่งเฉพาะชิ้นส่วนที่ต้องนำมาประกอบกันเป็นส่วนประกอบย่อยเท่านั้นจึงจะมีรหัสของรูปทรงเรขาคณิตแสดงลักษณะของส่วนประกอบย่อย

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างของระบบการจำแนกและการกำหนดโค๊ตชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

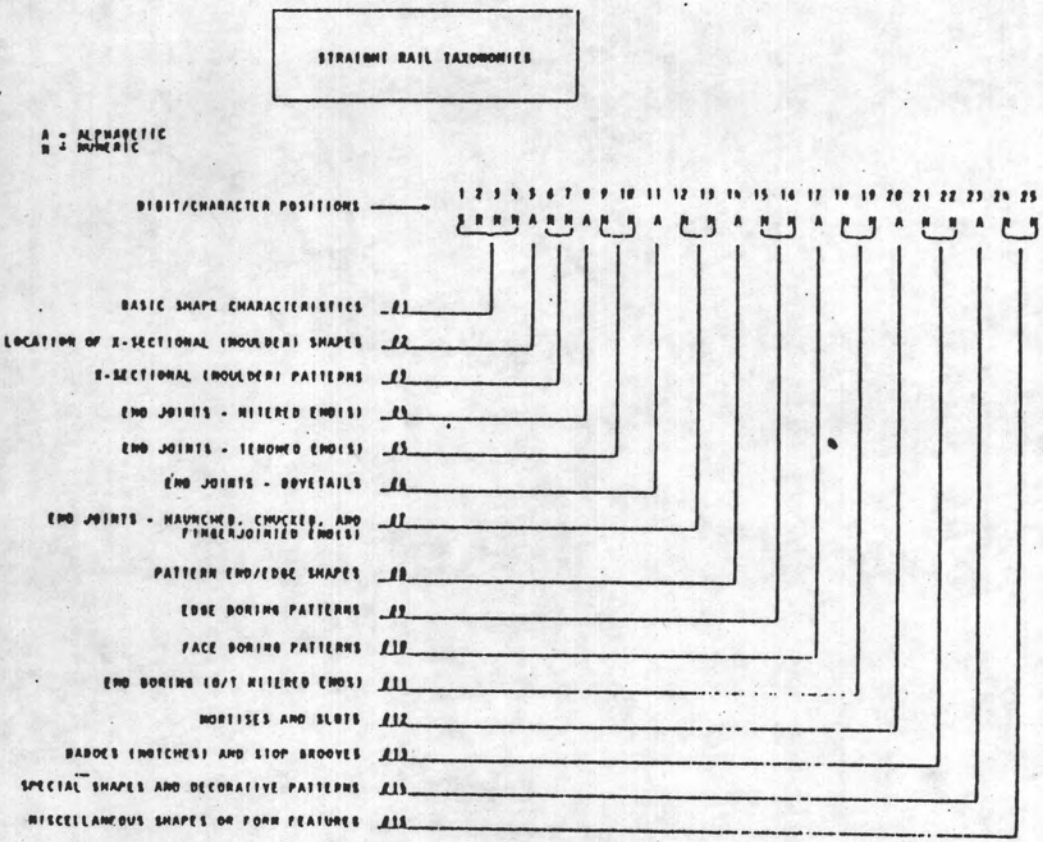
| ส่วนของโค๊ต | โครงสร้างของโค๊ต | ชนิดของโค๊ต | ความยาว |
|---|---|---|---|
| มิติหยาบ | จำกัดขนาดของฟิลด์ (Polycode) | อักษร | 3 |
| มิติสำเร็จ | จำกัดขนาดของฟิลด์ (Polycode) | อักษร | 3 |
| การทำ | จำกัดขนาดของฟิลด์ (Polycode) | ตัวเลข | 1 |
| ชนิดของชิ้นส่วน | จำกัดขนาดของฟิลด์ (Polycode) | อักษร | 2 |
| วัสดุ | จำกัดขนาดความยาว (Polycode) | อักษร | 5 |
| รูปทรงทางเรขาคณิต | ขนาดความยาวเปลี่ยนได้ (Monocode) | อักษร | 13 - 25 |
| รูปทรงทางเรขาคณิตของส่วนประกอบย่อย | จำกัดขนาดความยาว (Monocode) | อักษร | 19 |

เมื่อทำการตรวจสอบตามตาราง 2.3 จะเห็นว่ามีคุณสมบัติเพียง 27 รายการเท่านั้นที่มีความจำเป็นต้องกำหนดรหัสให้กับชิ้นส่วน แทนที่จะต้องกำหนดให้กับคุณลักษณะทั้งหมดที่มีอยู่ 58 รายการและการเชื่อมต่อกันเป็นลำดับของโค๊ตทั้งหมดจะทำให้เกิดโครงสร้างของรหัสที่ผสมผสานกันขึ้น ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ของโครงสร้างของโค๊ตในแต่ละส่วนที่แยกกันได้ สำหรับแต่ละตำแหน่งของ polycode จะให้ข้อมูลรายละเอียดที่กระทัดรัดและเจาะจงมาก เนื่อง

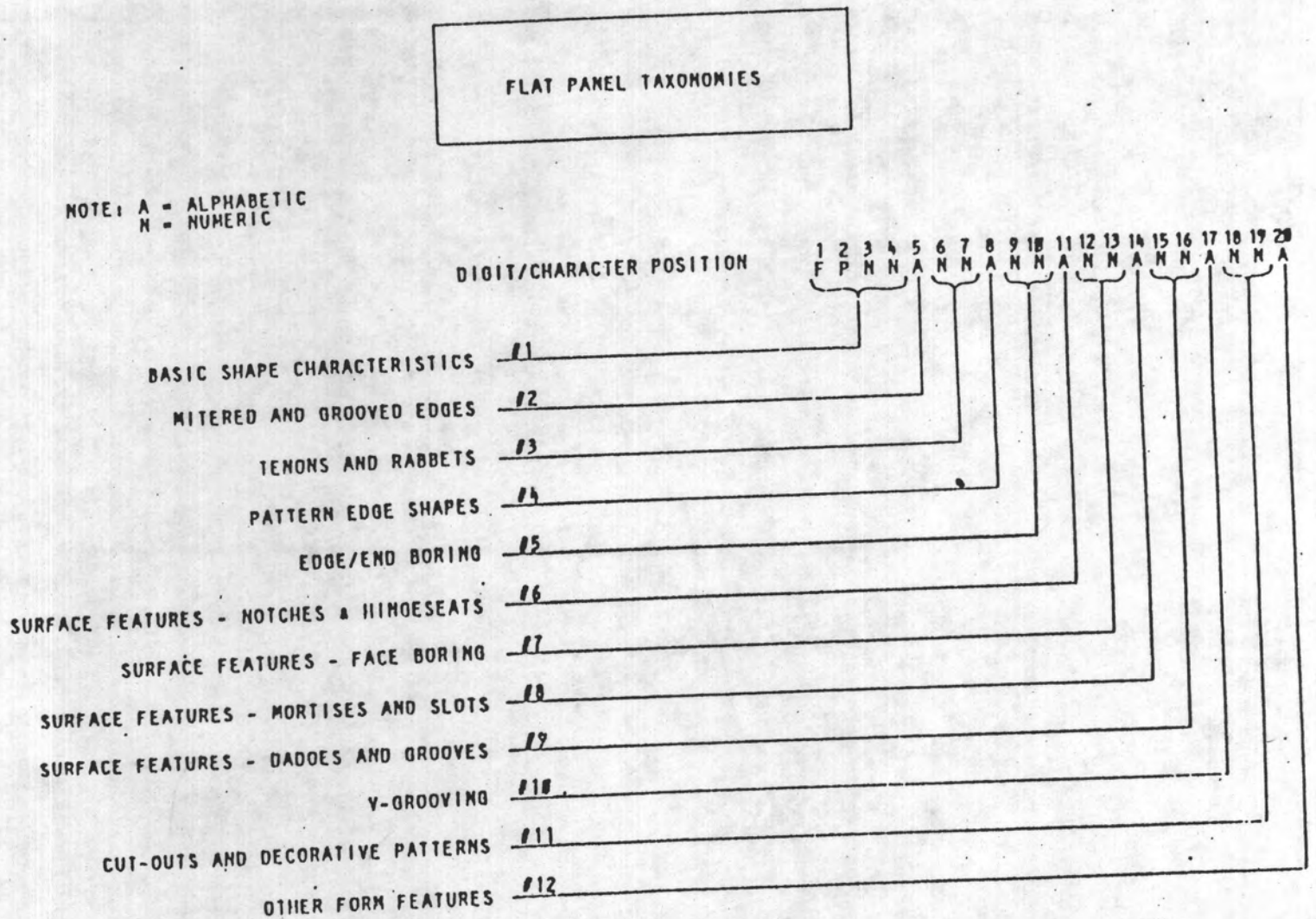
จากค่าใช้จ่ายในการกำหนดรหัสจะเพิ่มขึ้นถ้าหากว่าความยาวของรหัสเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้ง่ายจากกรณีของมิติของชิ้นส่วน ซึ่ง polycode จะมีประโยชน์และเหมาะสมมากเพราะว่ามิติของชิ้นส่วนล้วนแล้วแต่มีความสำคัญต่อการให้รายละเอียด ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการใช้โครงสร้าง polycode จะมีประโยชน์มากเพราะว่าตำแหน่งของรหัสแต่ละตำแหน่งจะแทนลักษณะของชิ้นส่วนได้เฉพาะอย่างที่ต้องการกำหนดรหัสมีจำนวนมาก

จากกรณีดังกล่าวมาแล้ว ถ้าเรานำมาใช้กับการกำหนดรหัสของรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วน โครงสร้างรหัสแบบ Monocode ที่สามารถแทนคุณลักษณะหลาย ๆ อย่างของชิ้นส่วนได้ในการใช้รหัสเพียงตัวเดียวและยังเป็นการจำกัดความยาวของรหัสด้วย รูปที่ 2.9-2.15 แสดงถึงโครงสร้างของการกำหนดโค๊ตรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนและคุณลักษณะทางด้านการออกแบบชิ้นส่วนที่สามารถรวบรวมได้ และเป็นการแน่ชัดแล้วที่ว่าโครงสร้างของรหัสถูกจัดเป็นระบบในทำนองที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะเป็นการใช้รหัสกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน รหัสที่ใช้นี้ก็ยังคงเป็นแบบ Monocode อยู่ เพราะแต่ละรหัสสามารถเป็นตัวอธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะหลาย ๆ อย่างของชิ้นส่วนได้ในเวลาเดียวกัน แต่ว่าคุณลักษณะของรหัสแต่ละตัวจะเกี่ยวเนื่องกับคุณลักษณะพื้นฐานอย่างเดียวกันของชิ้นส่วน

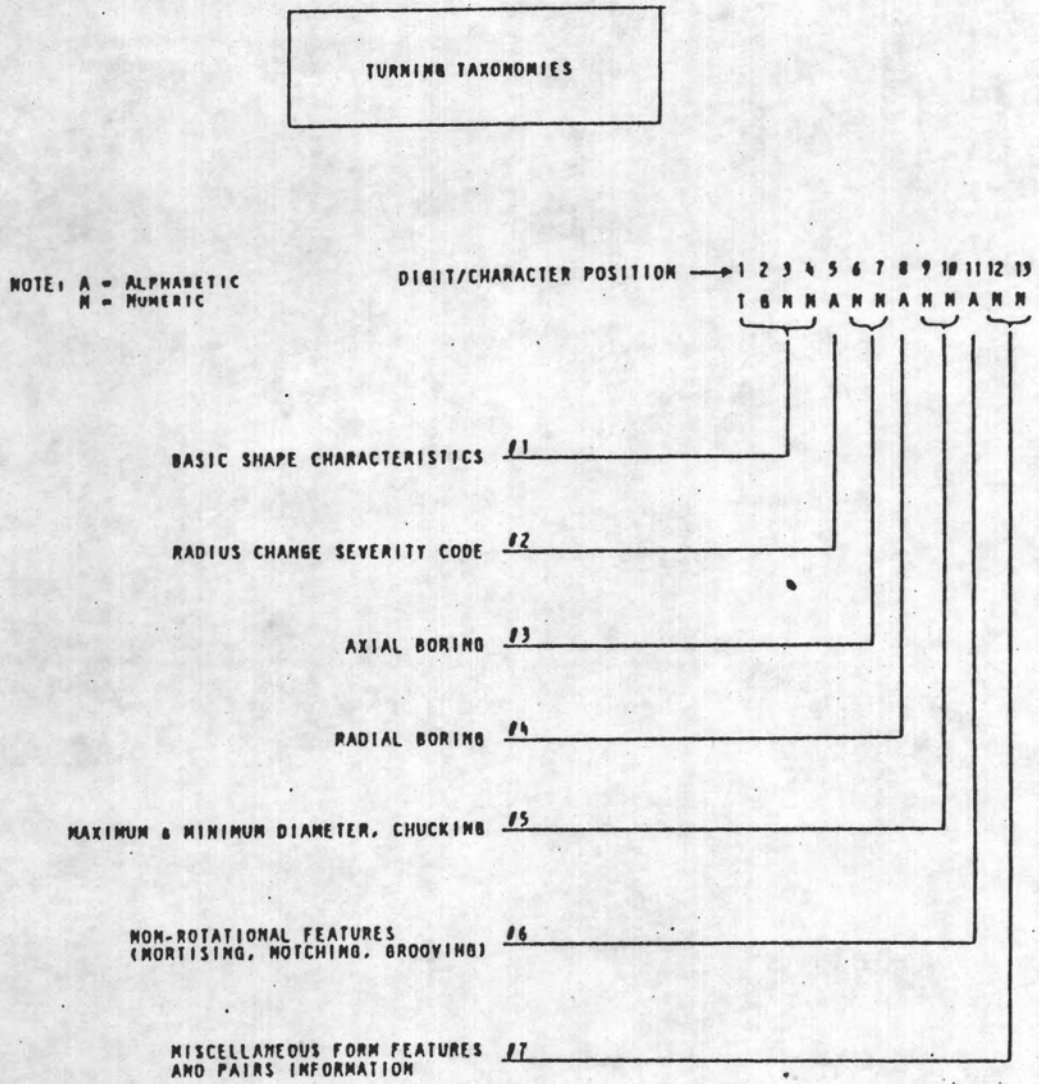
จากการวางโครงสร้างของรหัสในลักษณะเช่นนี้ ฐานข้อมูลที่เกี่ยวกับรายละเอียดในการผลิตก็สามารถที่จะรองรับข้อปัญหาปลีกย่อยเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของชิ้นส่วนได้ด้วย



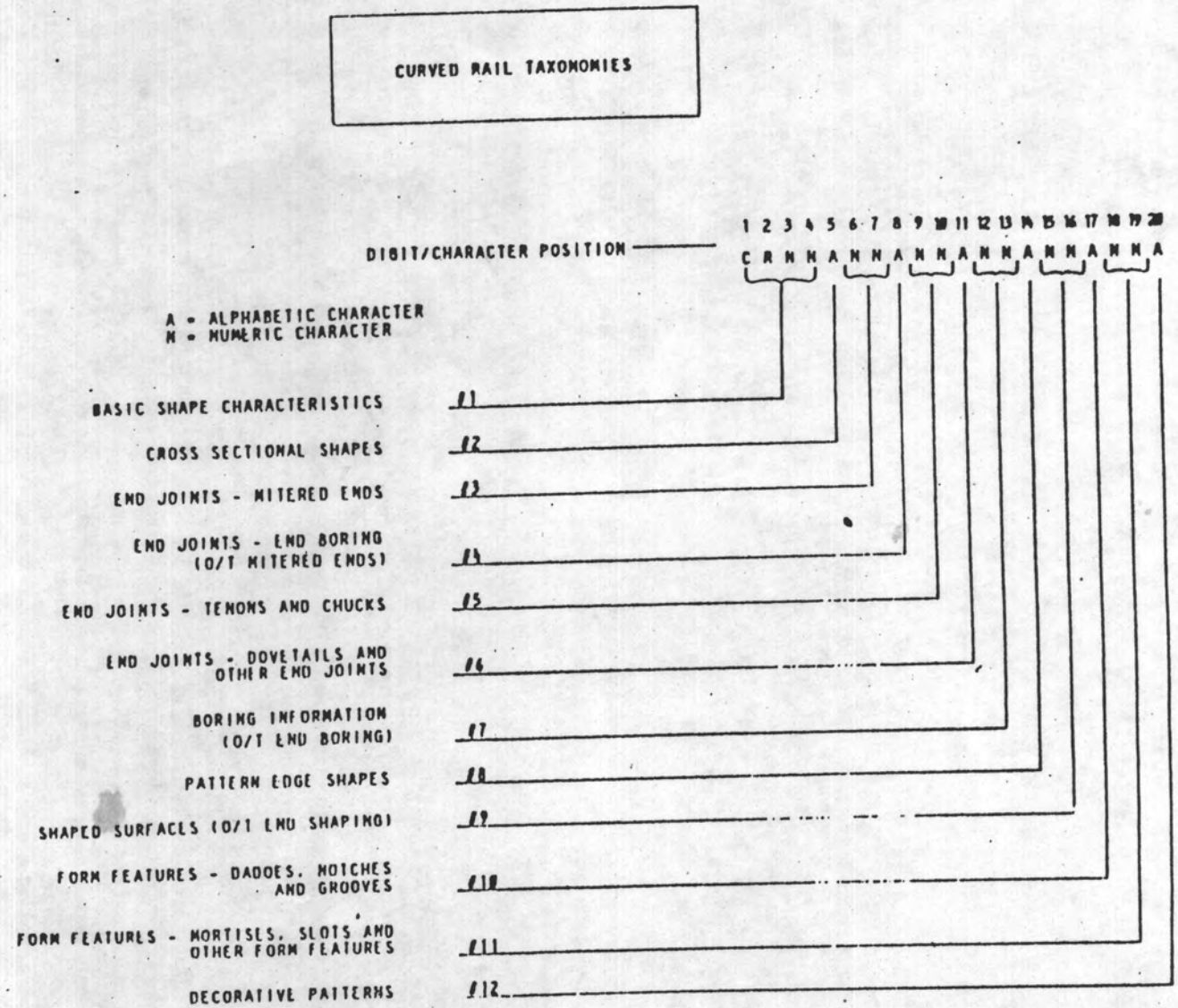

รูปที่ 2.9 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนแบบรางตรง



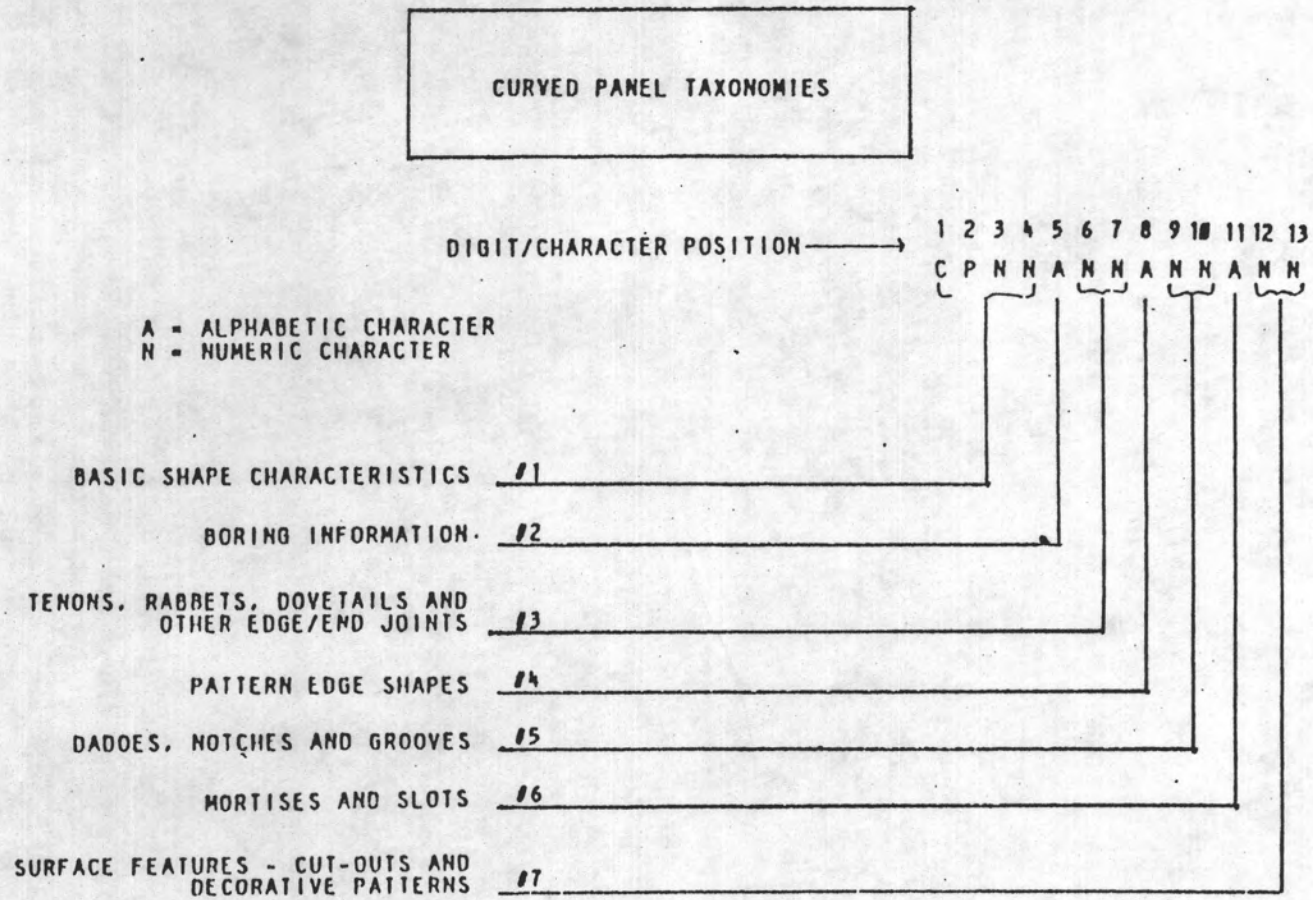

รูปที่ 2.10 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนแบบแผ่นเรียบ




รูปที่ 2.11 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนแบบแกนกลม

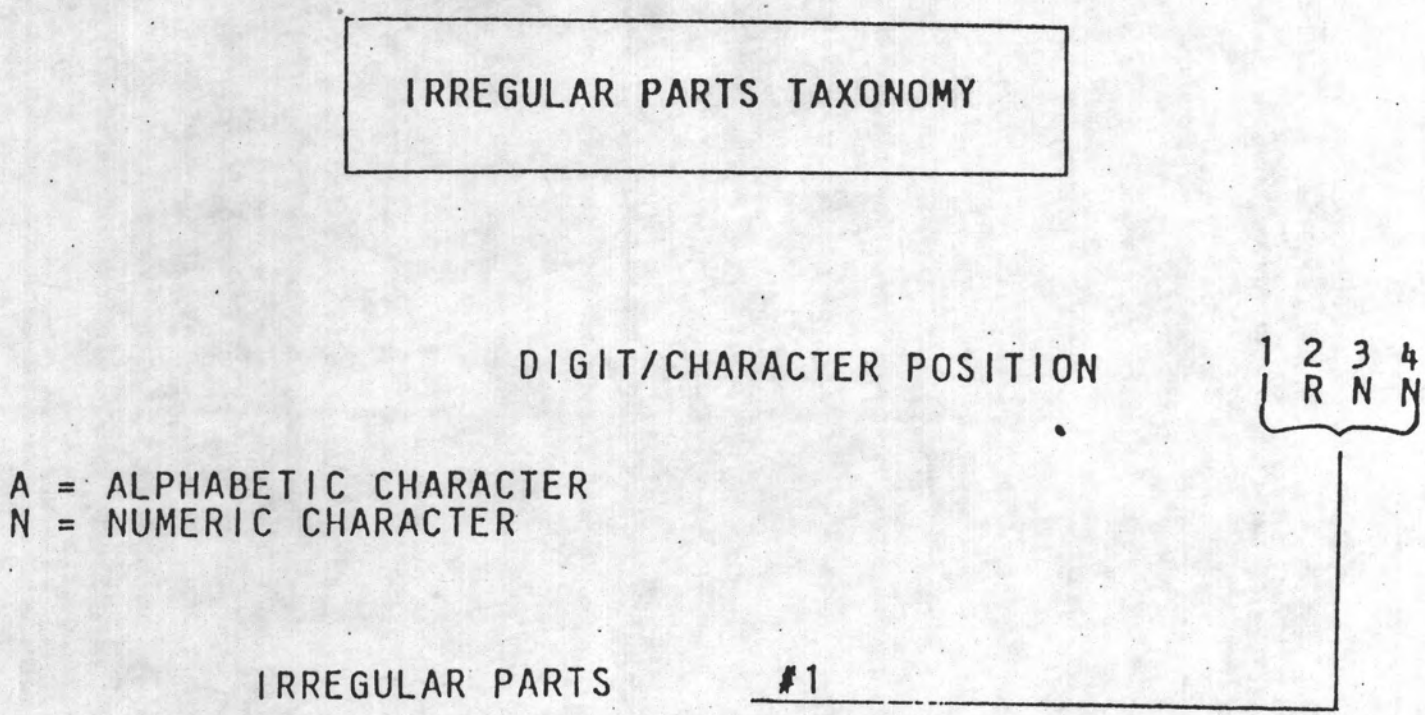



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนแบบรางโค้ง

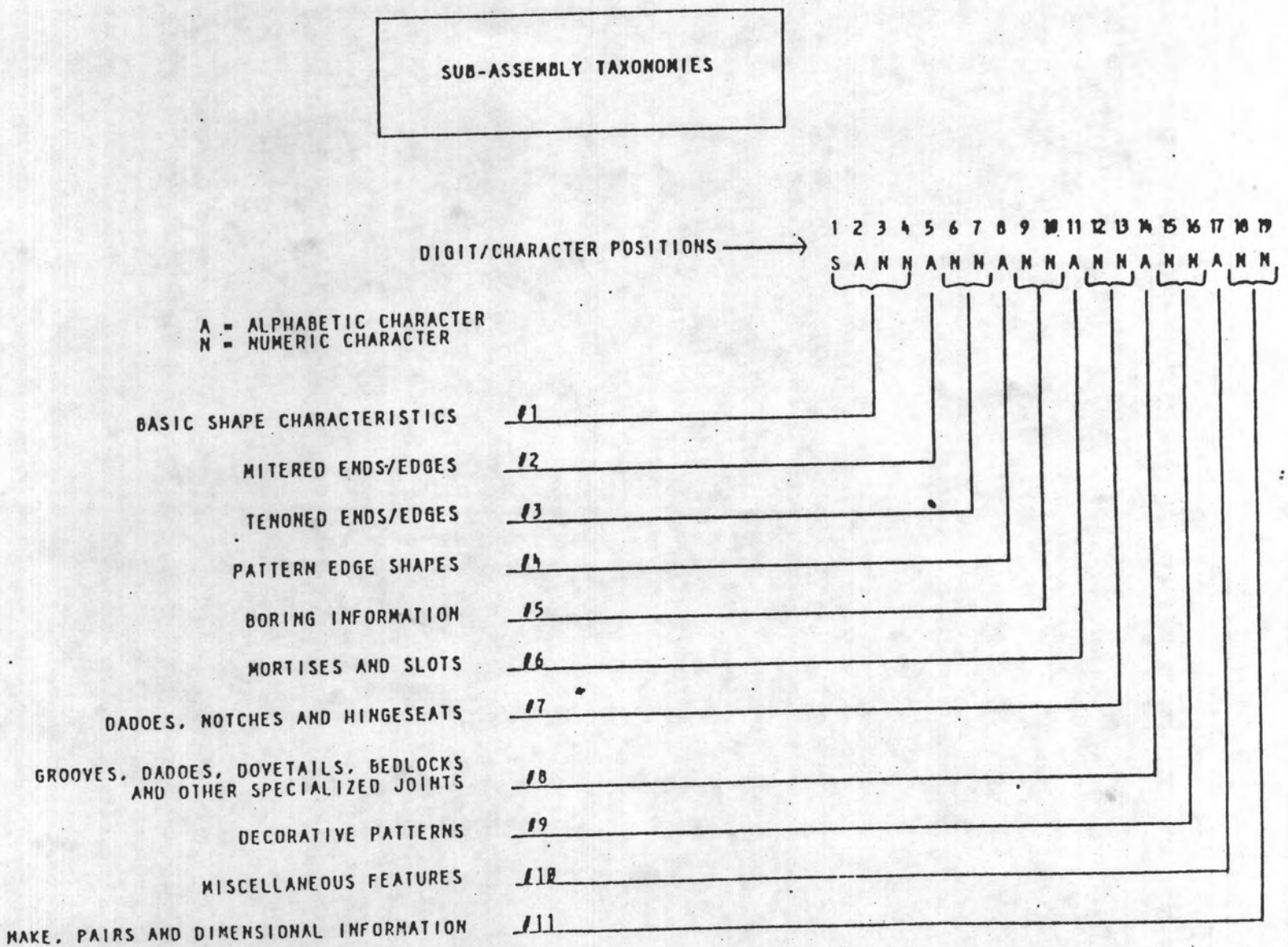



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนแบบแผ่นโค้ง

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ




รูปที่ 2.14 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่มีลักษณะนอกเหนือจากรูปที่ 2.13-2.17




รูปที่ 2.15 โครงสร้างของรหัสที่ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบย่อยหลัก

## 2.4 กระบวนการกำหนดรหัสให้กับชิ้นส่วน (The Part Coding Process)

กระบวนการจำแนกและโค้ดชิ้นส่วนจะต้องได้รับการออกแบบให้มีข้อผิดพลาดของรหัสน้อยที่สุดและสามารถกำหนดรหัสให้กับชิ้นส่วนได้อย่างรวดเร็ว ในรูปที่ 2.9-2.15 แสดงให้เห็นถึง string of characters ที่ใช้ในการกำหนดรหัสรูปทรงทางเรขาคณิตของชิ้นส่วน เพื่อรวมสัญญลักษณ์ทางตัวอักษรและตัวเลขเข้าด้วยกัน รหัสที่ดีและมีความสมบูรณ์ครบถ้วนจะเป็นการรวมเอารหัสทางอักษรและตัวเลขเข้าด้วยกัน โดยที่รหัสนี้ประกอบด้วยฟิลด์หลายฟิลด์ และแต่ละฟิลด์จะเป็นได้ทั้งตัวเลขหรือตัวอักษร

กลุ่มของรหัสรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนก็ใช้หลักการดังกล่าวแล้ว และนอกจากนั้นยังพัฒนานิยามพื้นฐานออกไปอีก โดยให้ฟิลด์รหัสสามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ระหว่างตัวอักษรและตัวเลข นอกจากนั้นฟิลด์ตัวเลขมักจะเป็นฟิลด์ที่ความยาวของรหัสรวมเอาลักษณะ 2 อย่างของชิ้นส่วนไว้ และฟิลด์รหัสตัวอักษรมักจะเป็นรหัสที่แสดงคุณลักษณะได้เพียงอย่างเดียว ซึ่งความแตกต่างระหว่างรหัสทั้ง 2 แบบนี้ควรที่จะเป็นตัวลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการกำหนดรหัส

พึงสังเกตไว้ด้วยว่าข้อแตกต่างระหว่างรูปแบบของการกำหนดรหัสดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะรวมเอาลักษณะ 4 ประการแรกของรหัสทางเรขาคณิตของชิ้นส่วนไว้ด้วย โดยที่แต่ละกลุ่มของรหัสรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนขึ้นต้นด้วยอักษร 4 ตัวเป็นตัวอักษรแบบ mnemonic 2 ตัว แล้วตามด้วยตัวอักษร (alpha) อีก 2 ตัว mnemonic จะช่วยให้ผู้ออกแบบระบบนี้ สามารถบอกถึงรายการหลักหรือที่มาของชิ้นส่วนที่ใช้รหัสระบบนี้

ความพยายามในที่จะเร่งกระบวนการกำหนดรหัสให้เร็วขึ้น ทำให้ต้องมีการสร้างกลุ่มรหัสทางเรขาคณิตของชิ้นส่วนขึ้นมาก สำหรับลักษณะสำคัญ ๆ ของชิ้นส่วนรหัส ø1 หรือ A จะบอกถึงลักษณะอื่นของชิ้นส่วนที่ว่างอยู่ (ดังภาคผนวก ข) ดังนั้นเมื่อมีการกำหนดรหัสขึ้นมากเราสามารถละ taxonomy ที่ไม่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนนั้น ๆ ได้ และรหัส ø หรือ A สามารถถูกผ่านไปโดยไม่มีผลกับ taxonomy

กระบวนการกำหนดรหัสยังสามารถทำให้เร็วขึ้นได้อีก โดยการจัดกลุ่มของชิ้นส่วนให้เหมาะสมก่อนที่จะมีการกำหนดรหัส การรวมเอาชิ้นส่วนที่มีรูปร่างทางเรขาคณิตเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกันโดยใช้สมมุติฐานที่ว่าชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถใช้รหัสในลักษณะที่เหมือนกันได้ ผู้กำหนดรหัสจะรวบรวมข้อมูลรายละเอียดของชิ้นส่วนแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์ม ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ซึ่งเป็นตัว

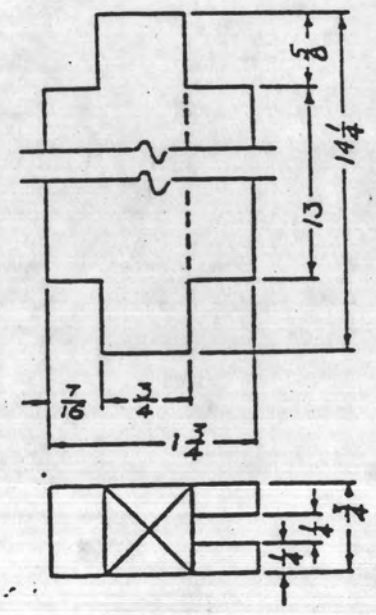
อย่างชิ้นส่วนที่ให้รหัสได้อย่างถูกต้อง และเพื่อเป็นการฝึกฝนการกำหนดรหัส ผู้ที่จะทำการกำหนดควรทดลองจำแนกและให้รหัสกับตัวอย่างชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ย่อย ๆ จะเป็นการดี

ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์จะนำมากรอกลงในแบบฟอร์มที่ 2.16 และต่อจากนั้นจึงนำไปกำหนดรหัสตามรูปที่ 2.17 ซึ่งจะเป็นตัวอย่างการจำแนกการโค๊ดชิ้นส่วน จากแบบฟอร์มดังกล่าวจะช่วยลดความผิดพลาดอันเกิดจากการกำหนดรหัสได้ นอกจากนั้นยังแสดงถึงตำแหน่งของรหัสที่ถูกกำหนดไว้ว่าควรจะเป็นสัญญลักษณ์ตัวอักษรหรือตัวเลข การกำหนดรหัสทางอุตสาหกรรมไม่ควรประกอบด้วยตัวอักษรเกินกว่า 5 ตัว หลักการพื้นฐานของการกำหนดรหัสไม่ควรมีรหัสเป็นตัวอักษรยาวต่อเนื่องกันมาก ๆ

กระบวนการกำหนดรหัสที่ถูกต้องนั้น ชิ้นส่วนจะต้องได้รับการกำหนดรหัสตาม taxonomy ที่เหมาะสมในภาคผนวก ข. เป็นส่วนสำคัญในการจำแนกชิ้นส่วนอย่างถูกต้องชัดเจน ทั้งยังกำจัดเอาบางสิ่งที่คลุมเคลือหรือไม่แน่นอนออกจากวิธีการกำหนดรหัส ได้มีการพยายามอย่างหนักที่จะพัฒนาการเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการกำหนดรหัส ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย สำหรับการกำหนดรหัสด้วยมือจะต้องกำหนดรหัสโดยบันทึกลงบนแผ่นฟอร์มก่อน จากนั้นจึงค่อยป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์อีกทีหนึ่ง

| ROUTE SHEET | | | |
|---|---|---|---|
| ARTICLE NUMBER 402-636 | PART NUMBER 402-636-08 | | |
| ARTICLE NAME เก้าอี้ | PART NAME พนังข้าง | | |
| MATERIAL ไม้ยางพารา | 15 - 1/4<br>ROUGH LENGTH | 2<br>ROUGH WIDTH | 4/4<br>ROUGH THICK |
| MAKE 1 | 14 - 1/4<br>FINISH LENGTH | 1 - 3/4<br>FINISH WIDTH | 3/4<br>FINISH THICK |

| OPERATION NUMBER | MACHINE OR STATION | DISCRIPTION OF OPERATION | SCALE : 1 : 1 |
|---|---|---|---|
| 1. | CSØ1 | ตัดหยาบ | |
| 2. | PMØ1 | ไสหกหัว | |
| 3. | CSØ5 | ตัดละเอียด | |
| 4. | MLØ2 | เพลาตั้ง | |
| 5. | MLØ1 | เลาเตอร์ | |
| 6. | SMØ5 | ขัดบัวนิ่ม | |
| 7. | IRØ1 | ตรวจสอบ | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |




รูปที่ 2.16 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลรายละเอียดของชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

แบบฟอร์มออกแบบ รหัสชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

| | |
|---|---|
| ชื่อสินค้า เก้าอี้ | วันที่ ——/——/—— |
| รหัสสินค้า 402 -636 | ผลิตจากโรงงานที่ 1 |

| ขนาดวัตถุดิบ | ขนาดงานสำเร็จ | ข้อมูลการผลิต | ชนิดของชิ้นส่วน |
|---|---|---|---|
| ยาว หนา กว้าง | ยาว หนา กว้าง | | |
| A B H | A B G | 1 | P E |

วัตถุดิบ

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N N | | | N N N N |
| ยางและไม้ | : | LBR ø 1 | ไม้อัดแผ่น | : | P - - - |
| ฟาติเคิ้นบอร์ด | : | PBD - - | วัสดุอื่น ๆ | : | M - - - - |
| แผ่นไฟเบอร์ | : | FBD - - | | | |
| ไม้อัดโค้ง | : | CPW - - | | | |

รูปทรงทางเรขาคณิต

| | 1 2 3 4 5 | 6 7 8 9 10 | 11 11 11 11 12 13 14 | 11 11 11 11 15 16 17 18 19 | 22 22 22 20 21 22 23 | 22 22 24 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| รางตรง SR | o 1 A | o 1 A o 6 | A o 1 A | o 1 A o 1 | A o 1 A | o 1 |
| แผ่นเรียบ FP | - - - | - - - - - | - - - - | - - - - - | - | |
| แกนหมุน TG | - - - | - - - - - | - - - | | | |
| รางโค้ง CR | - - - | - - - - - | - - - - | - - - - - | - | |
| แผ่นโค้ง CP | - - - | - - - - - | - - - | | | |
| รูปร่างผิดปกติ IR | - - | | | | | |
| ส่วนประกอบรอง SA | - - - | - - - - - | - - - - | - - - - - | | |

รูปที่ 2.17 แบบฟอร์มออกแบบ รหัสชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์

2.5 การเลือกใช้ชนิดของรหัส (Selection of the code type)

การตัดสินใจที่จะสร้างรหัสโดยใช้สัญญลักษณ์ตัวเลขและอักษรร่วมกันมีพื้นฐานอยู่บนการพิจารณาอื่น ๆ อีกหลายประการ ประการแรกคือ สัญญลักษณ์ที่จะใช้เหล่านี้จะต้องเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป สามารถจดจำได้โดยง่ายและมีแนวโน้มที่จะสามารถลดความผิดพลาดจากการกำหนดรหัสได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีรหัสตัวอักษรทำให้ผู้ใช้รหัสจดจำและคุ้นเคยได้ง่าย มีความเหมาะสมกับการจำแนกชิ้นส่วนตามรหัสชนิดเดี่ยว (Monocode Type) ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามเหตุผลสำคัญในการเลือกใช้สัญญลักษณ์แบบตัวอักษรหรือตัวเลขก็คือ รหัสชนิดนี้สามารถประยุกต์ใช้กับโปรแกรมเครื่องคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่

2.6 การใช้รหัสเพื่อจำแนกและกำหนดโค๊ดชิ้นส่วน

ในการกำหนดจะต้องพยายามไม่ให้เกิดความคลุมเคลือ เพราะจะทำให้เกิดความสับสนในการจำแนกชิ้นส่วน อย่างไรก็ตามการที่จะสร้างระบบโค๊ดที่สามารถใช้งานได้เป็นเวลานาน พร้อมทั้งรวมเอาคุณลักษณะของชิ้นส่วนเอาไว้อย่างครบถ้วน และในเวลาเดียวกันก็สามารถกำจัดเอาส่วนที่ไม่ต้องการออกไปได้นั้น จะต้องใช้ประสพการณ์และความพยายามเป็นอย่างมาก

จุดสำคัญก็คือการกำหนดรหัสโดยทั่วไปจะต้องพยายามแก้ไขข้อขัดแย้งกันหรือข้อผิดพลาดในการกำหนดรหัสออกไปให้หมด ระบบการกำหนดรหัสทั้งหลายควรจะได้รับการออกแบบให้สามารถใช้ได้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งก็หมายความว่าการกำหนดรหัสของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ควรจะได้รับความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้องที่คุ้นเคยกับกระบวนการผลิตเป็นอย่างดี

2.7 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนกระบวนการผลิต

การจำแนกและกำหนดรหัสชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเป็นระบบที่สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องช่วยในการวางแผนกระบวนการผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นจะช่วยอำนวยความสะดวกในการวางแผนการผลิตและการกำหนดขั้นตอนการผลิต โดยการใช้วิธีจำแนกและให้รหัสชิ้นส่วนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน การใช้ระบบนี้ทำให้สามารถ

ลดเวลางานในการผลิตชิ้นส่วนใหม่ลงได้ สามารถแก้ไขลำดับการผลิตชิ้นส่วนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในด้านการผลิต, การเก็บ, การแก้ไข และการกำหนดสายการผลิตใหม่

ระบบการวางแผนกระบวนการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Assisted Process Planning System : CAPP) จะต้องใช้ข้อมูลพื้นฐานของชิ้นส่วน 3 ประการคือ

1. หมายเลขชิ้นส่วน (part number) ซึ่งเป็นตัวเลขเฉพาะที่ทางโรงงานตั้งขึ้นมา ตัวเลขนี้ควรจะสามารถบอกรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยของชิ้นส่วนให้ทราบได้ด้วย

2. รหัสของชิ้นส่วน ประกอบด้วยมิตหยาบ มิติสำเร็จ วัสดุ และรหัสของรูปร่างทางเรขาคณิต รหัสนี้จะถูกนำมารวมไว้ด้วยกัน สาเหตุที่ต้องใช้รหัสชิ้นส่วนก็เพราะว่ารหัสนี้สามารถใช้กำหนดลำดับการผลิตชิ้นส่วนได้

3. ข้อมูลเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด โดยจะต้องกำหนดรหัสให้กับเครื่องจักรทั้งหมด พร้อมทั้งคำอธิบายการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์จะถูกกำหนดขั้นตอนการผลิต โดยแทนขั้นตอนต่าง ๆ ด้วยรหัส

ข้อมูลรหัสชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์และรายละเอียดทางด้านการผลิตจะต้องได้รับการสร้างขึ้นอย่างแม่นยำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่คอยสนับสนุนการวางแผนการผลิตได้เป็นอย่างดี แต่ว่าจุดประสงค์หลักคือ การวางแผนกระบวนการผลิต

เราจะต้องเลือกใช้ภาษาคอมพิวเตอร์เป็นอันดับแรกก่อนที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลในการผลิต และสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก่อนการเลือกใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ก็คือ ลักษณะของข้อมูล การแก้ไขข้อมูล ความสะดวกในการควบคุม ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป DBase III เป็นเครื่องช่วยในการออกแบบระบบการวางแผนกระบวนการผลิต DBase III มีข้อดีคือ สามารถสร้างไฟล์และควบคุมการใช้ไฟล์ได้สะดวก สามารถบันทึกข้อมูลลงในไฟล์ได้อย่างรวดเร็วและง่าย การค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ทำได้สะดวกรวดเร็ว และสิ่งสำคัญที่สุดก็คือ ภาษา Dase III มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้สูง

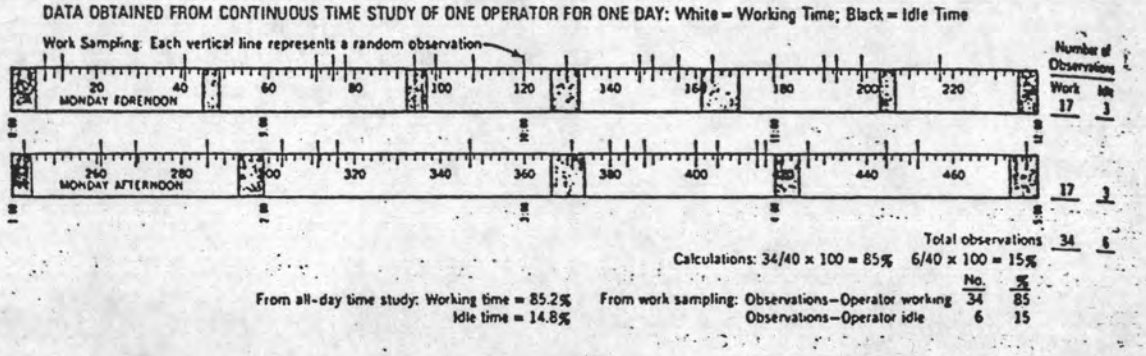
## 2.8 การสุ่มงาน (Work Sampling)

เทคนิคนี้ถูกคิดขึ้นโดย L.H.C Pippett ชาวอังกฤษ ในปี 1934 โดยเริ่มใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และต่อมา Marrow ได้นำเข้าไปในสหรัฐ ในปี 1940 โดยเรียกชื่อว่า

"Ratio Delay" คำว่า Work Sampling ถูกนำมาใช้เรียกอย่างแพร่หลายในปี 1950 โดยกองบรรณาธิการของนิตยสาร "Factory"

หลักการนี้ก็คือ การสุ่มตัวอย่างทางเชิงสถิติ เช่นเดียวกับการสุ่มตัวอย่างในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งใช้หาปริมาณสัดส่วนของชิ้นงานซึ่งไม่ได้คุณภาพ ในการสุ่มงานก็เพื่อหาสัดส่วนของงานทำหรือ การว่างงาน ซึ่งถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอก็จะสามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรทั้งหมด

เราอาจอธิบายความหมายของการสุ่มงานได้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยดูจากแผนภูมิการทำงานของคนงานคนหนึ่ง ซึ่งอาจมีลักษณะการทำงานตลอดทั้งวันดังรูป 2.18 การหาอัตราส่วนการทำงานจริงอาจได้จากการสังเกตการตลอดทั้งวัน หรือจากกลุ่มก็ได้




รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการสุ่มงาน

จากการสุ่มงานมา 40 ตัวอย่าง ในหนึ่งวัน โดยการเข้าไปเก็บข้อมูลในลักษณะสุ่มพบว่าใน 40 ข้อมูล มีข้อมูลซึ่งคนว่างงานอยู่ 6 ครั้ง

ดังนั้น operator working = 34/40 x 100 = 85%

operator idle = 6/40 x 100 = 15%

ซึ่งเมื่อเทียบกับการสังเกตการณ์ตลอดวันจะได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

2.8.1 การคำนวณหาข้อมูลที่เหมาะสมในการสุ่ม

ในการสุ่มตัวอย่างถ้าเราไม่รู้ค่าแท้จริงของ p (fractional occurance)

เราอาจใช้ค่า S(relative accuracy) แทนค่า absolute accuracy ; e ก็ได้โดย

$S = e/p$

$SP = e$ หรือ $= 2\sigma_p$ สำหรับ 95% CI

และในการหาค่าของ N จากสูตรนี้จะได้

$N = 4(1-P)/S^2P$

ตัวอย่างที่ 1 ในการคำนวณหา N สำหรับการศึกษา % idle time ของเครื่องจักรได้ตกลงให้มีความแม่นยำ ±5% ภายใน 95% CI และได้ทำการสุ่มเบื้องต้นไว้ 100 ตัวอย่างพบว่ามีจำนวนเครื่องจักรว่างงานอยู่ 25 เครื่อง

$P = 25/100 = 025$ (=25%)

$S = \pm 5\% = \pm 0.05$

จากสูตร (2)

$N = 4(1-0.25)/0.0025\ (0.25)$

$= 4800$ observation

ตัวอย่างที่ 2 จากการสุ่มตัวอย่าง 900 ตัว พบว่าคนงานทำงาน 400 ครั้ง และว่างงาน 500 ครั้ง

Fraction idle time $= 500/900 = 0.555$

$$\sigma_p = \sqrt{P(1-P)/N}$$

$$= \sqrt{\frac{0.55 \times 0.445}{900}} = 0.0166$$

ดังนั้นค่า $\pm 2\sigma_p = 0.0332$

นั่นคือ เวลาของการว่างงานอยู่ระหว่าง $0.555 \pm .0332$ ภายใน 95% ของความเชื่อมั่น สรุปว่าถ้าคนงานทำงาน 8 ชั่วโมง

จะมีเวลาว่างงาน $= 4.44 \pm 0.256$

หรือประมาณ 4.175 ชม. ถึง 4.705 ชม.

2.8.2 <u>การคำนวณหาค่าความแม่นยำของข้อมูล</u>

หลังจากที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างจนครบตามจำนวนแล้ว เราอาจต้องการสอบ

ดูว่าค่าความแม่นยำนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่

ตัวอย่างที่ 3 สมมติว่าการสังเกต 4000 ตัวอย่าง

เครื่องจักรทำงาน 2600 ตัวอย่าง

เครื่องจักรว่างงาน 1400 ตัวอย่าง

สัดส่วนเครื่องจักรว่างงาน = 1400 = 0.35 (35% idle)

4000

จากสูตร $SP = 2\sqrt{P(1-P)/N}$

$0.35\ S = 2\sqrt{0.35 \times 0.65 / 4000}$

$S = 0.043 = 4.3\%$ ซึ่งน้อยกว่า ±5%

นั่นคือ จำนวนข้อมูล 4000 ตัวอย่างพอเพียงกับการศึกษาหรืออีกนัยหนึ่งจะสรุปได้ว่าเรามีความมั่นใจถึง 95% ว่าเครื่องจักรจะอยู่เฉยถึง 35% ของเวลาทั้งหมด โดยมีความแม่นยำภายใน ±4.3% ซึ่งหมายความว่าผลที่ได้ต้องอยู่ระหว่าง 35 ± (4.3 x 0.35%) หรือระหว่าง 33.5% ถึง 36.5%

2.8.3 <u>การสังเกตอย่างสุ่ม</u> (Random Observations)

ข้อสรุปในหัวข้อที่ผ่านมาจะเป็นจริงถ้าหากจำนวนที่จะไปสังเกตได้ขนาดที่จะทำให้เกิดความถูกต้องและได้ถึงระดับความเชื่อมั่น และการไปสังเกตหรือเก็บข้อมูลนี้ต้องทำอย่างสุ่ม

ในการที่จะให้แน่ใจว่าไปเก็บข้อมูลอย่างสุ่ม เราจะใช้ตารางการสุ่มเหมือนตารางที่ 2.3 ก็ได้ (มีตารางการสุ่มหลายแบบแล้วแต่จะเลือกใช้) สมมติในตัวอย่างนี้ทำการเก็บข้อมูลหนึ่งกะ 8 ชั่วโมง จาก 8.00 น. ถึง 16.00 น. รวมทั้งหมด 480 นาที ซึ่งสามารถแบ่งเป็นช่วงได้ 10 ช่วง ช่วงละ 48 นาที

เราจะเริ่มจากเลขอะไรก็ได้บนตาราง เช่น หลับตาใช้ดินสอจิ้มบนตารางได้เลข 11 ในบล๊อกที่ 2 ตอนที่ 4 แถวที่ 4 หลังจากนั้นเลือกเลขใน 10 ช่วง สมมติว่าได้เลข 2 เราก็อ่านค่าต่อจากเลข 11 ลงมาตามตอน (column) อ่านค่าที่ถัดมา ค่าที่ 2 แล้วทำถัดไปเรื่อย ๆ จนครบ 10 ค่า (ถ้าเลือกใน 10 ช่วงได้เลย 3 ก็อ่านถัด 3 ค่า) ผลที่ได้คือ

11 38 45 87 68 20 11 26 49 05

จากตัวเลขเหล่านี้จะพบว่าค่า 87 68 และ 49 จะเกินช่วง 48 นาที ทำ

ตารางที่ 2.4 ตารางการสุ่ม

| | | | |
|---|---|---|---|
| 49 54 43 54 82 | 17 37 93 23 78 | 87 35 20 96 43 | 84 26 34 91 64 |
| 57 24 55 06 88 | 77 04 74 47 67 | 21 76 33 50 25 | 83 92 12 06 76 |
| 16 95 55 67 19 | 98 10 50 71 75 | 12 86 73 58 07 | 44 39 52 38 79 |
| 78 64 56 07 82 | 52 42 07 44 38 | 15 51 00 13 42 | 99 66 02 79 54 |
| 09 47 27 96 54 | 49 17 46 09 62 | 90 52 84 77 27 | 08 02 73 43 28 |
| 44 17 16 58 09 | 79 83 86 19 62 | 06 76 50 03 10 | 55 23 64 05 05 |
| 84 16 07 44 99 | 83 11 46 32 24 | 20 14 85 88 45 | 10 93 72 88 71 |
| 82 97 77 77 81 | 07 45 32 14 08 | 32 98 94 07 72 | 93 85 79 10 75 |
| 50 92 26 (11) 97 | 00 56 76 31 38 | 80 22 02 53 53 | 86 60 42 04 53 |
| 83 39 50 08 30 | 42 34 07 96 88 | 54 42 06 87 98 | 35 85 29 48 39 |
| 40 33 20 38 26 | 13 89 51 03 74 | 17 76 37 13 04 | 07 74 21 19 30 |
| 96 83 50 87 75 | 97 12 25 93 47 | 70 33 24 03 54 | 97 77 46 44 80 |
| 88 42 95 45 72 | 16 64 36 16 00 | 04 43 18 66 79 | 94 77 24 21 90 |
| 33 27 14 34 09 | 45 59 34 68 49 | 12 72 07 34 45 | 99 27 72 95 14 |
| 50 27 89 87 19 | 20 15 37 00 49 | 52 85 66 60 44 | 38 68 88 11 80 |
| 55 74 30 77 40 | 44 22 78 84 26 | 04 33 46 09 52 | 68 07 97 06 57 |
| 59 29 97 68 60 | 71 91 38 67 54 | 13 58 18 24 76 | 15 54 55 95 52 |
| 48 55 90 65 72 | 96 57 69 36 10 | 96 46 92 42 45 | 97 60 49 04 91 |
| 66 37 32 20 30 | 77 84 57 03 29 | 10 45 65 04 26 | 11 04 96 67 24 |
| 68 49 69 10 82 | 53 75 91 93 30 | 34 25 20 57 27 | 40 48 73 51 92 |
| 83 62 64 11 12 | 67 19 00 71 74 | 60 47 21 29 68 | 02 02 37 03 31 |
| 06 09 19 74 66 | 02 94 37 34 02 | 76 70 90 30 86 | 38 45 94 30 38 |
| 33 32 51 26 38 | 79 78 45 04 91 | 16 92 53 56 16 | 02 75 50 95 98 |
| 42 38 97 01 50 | 87 75 66 81 41 | 40 01 74 91 62 | 48 51 84 08 32 |
| 96 44 33 49 13 | 34 86 82 53 91 | 00 52 43 48 85 | 27 55 26 89 62 |
| 64 05 71 95 86 | 11 05 65 09 68 | 76 83 20 37 90 | 57 16 00 11 66 |
| 75 73 88 05 90 | 52 27 41 14 86 | 22 98 12 22 08 | 07 52 74 95 80 |
| 33 96 02 75 19 | 07 60 62 93 55 | 59 33 82 43 90 | 49 37 38 44 59 |
| 97 51 40 14 02 | 04 02 33 31 08 | 39 54 16 49 36 | 47 95 93 13 30 |
| 15 06 15 93 20 | 01 90 10 75 06 | 40 78 78 89 62 | 02 67 74 17 33 |
| 22 35 85 15 33 | 92 03 51 59 77 | 59 56 78 06 83 | 52 91 05 70 74 |
| 09 98 42 99 64 | 61 71 62 99 15 | 06 51 29 16 93 | 58 05 77 09 51 |
| 54 87 66 47 54 | 73 32 08 11 12 | 44 95 92 63 16 | 29 56 24 29 48 |
| 58 37 78 80 70 | 42 10 50 67 42 | 32 17 55 85 74 | 94 44 67 16 94 |
| 87 59 36 22 41 | 26 78 63 06 55 | 13 08 27 01 50 | 15 29 39 39 43 |
| 71 41 61 50 72 | 12 41 94 96 26 | 44 95 27 36 99 | 02 96 74 30 83 |
| 23 52 23 33 12 | 96 93 02 18 39 | 07 02 18 36 07 | 25 99 32 70 23 |
| 31 04 49 69 96 | 10 47 48 45 88 | 13 41 43 89 20 | 97 17 14 49 17 |
| 31 99 73 68 68 | 35 81 33 03 76 | 24 30 12 48 60 | 18 99 10 72 34 |
| 94 58 28 41 36 | 45 37 59 03 09 | 90 35 57 29 12 | 82 62 54 65 60 |

นองเดียวกันมีเลข 11 ซ้ำครั้งแรกอีก เราจึงต้องเลือกต่อไปอีก 4 ค่ามาแทน ค่าเหล่านี้คือ 14 15 47 22 เรียงเลขต่าง ๆ เหล่านี้จากน้อยไปหามาก คูณด้วย 10 เช่น 05 = 10 นาที เวลาเริ่มแรกไปเก็บข้อมูลคือ 8.50 น. และถัดมา 11 x 10 = 110 นาที เวลาถัดไปคือ 9.50 น. ดูจากตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.5 การเลือกเวลาโดยใช้ตารางสุ่ม

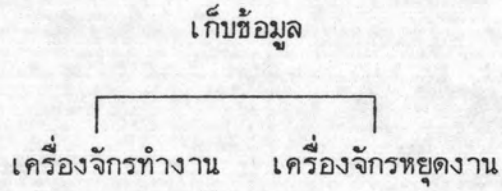
| เลขที่เลือกจากตาราง | เรียงลำดับ | เวลาที่ไปเก็บข้อมูล |
|---|---|---|
| 11 | 05 | 8.50 น. |
| 38 | 11 | 9.50 น. |
| 45 | 14 | 10.20 น. |
| 20 | 15 | 10.30 น. |
| 26 | 20 | 11.20 น. |
| 05 | 22 | 11.40 น. |
| 14 | 26 | 12.20 น. |
| 15 | 38 | 14.20 น. |
| 47 | 45 | 15.30 น. |
| 22 | 47 | 15.50 น. |

หมายเหตุ : วิธีการใช้ตารางการสุ่มนี้อาจจะใช้แบบอื่นก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเอาอย่างตัวอย่างนี้ ในตำราเล่มอื่นอาจใช้วิธีอื่นหรือมีเวลาสำเร็จมาเลยก็ได้

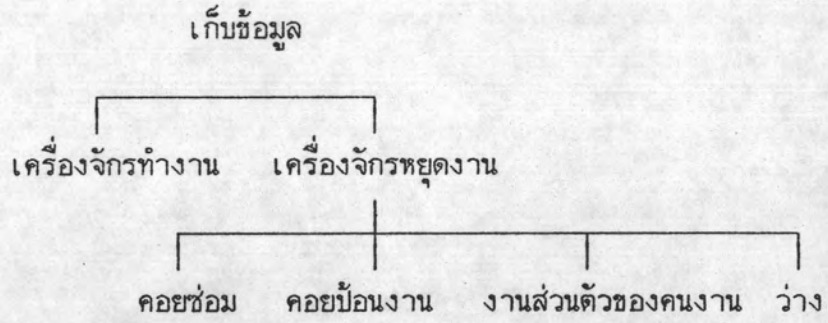
2.8.4 ขั้นตอนการสุ่มงาน

ก. พิจารณาขอบข่าย

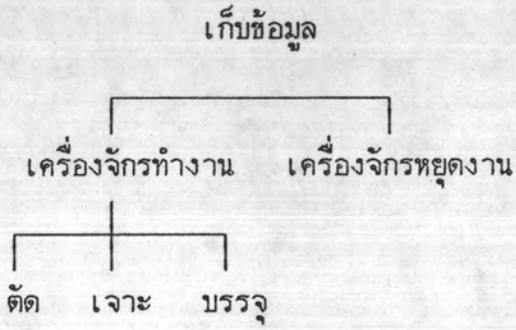
ก่อนที่จะไปเก็บข้อมูลอย่างจริง ๆ ต้องพิจารณาหาเป้าหมายให้แน่ชัดก่อน ในที่นี้เป้าหมายที่ง่ายที่สุดคือ เครื่องจักรทำงานและครื่องจักรหยุดงาน




และเมื่อพิจารณาต่อไปว่า เครื่องจักรหยุดงานเพราะสาเหตุใด




ทำนองเดียวกันก็สามารถจะพิจารณาเปอร์เซ็นต์การทำงานต่าง ๆ ขณะเครื่องทำอะไร




หลังจากนั้นเราก็ออกแบบแผ่นบันทึกไว้ว่าควรจะมีอะไรในนั้น ดังรูป 2.19 - 2.22

ช. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เท่าที่ผ่านมาหลักการขั้นต้นในการทำการสุ่มงานมี 5 ข้อคือ

1. เลือกงานที่จะศึกษาและหาวัตถุประสงค์
2. เก็บข้อมูลเบื้องต้น (หาค่า p และ q)
3. หาระดับความเชื่อมั่น หาจำนวนที่จะไปเก็บข้อมูล (n)
4. หาเวลาที่จะไปเก็บข้อมูล (จากตารางการสุ่ม)
5. ออกแบบแผ่นบันทึก

หลักการขั้นต้นข้อสุดท้ายคือ การไปเก็บข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ คนที่ทำการศึกษาการทำงานต้องมีความยุติธรรมเพียงพอไม่คิดไว้ล่วงหน้า บันทึกเหตุการณ์ตามที่เกิดขึ้นจริง เช่น ถ้ารถยก fork lift ติดเครื่องอยู่และกำลังคอยที่จะยกของขึ้นหรือลง เขาจะต้องตัดสินได้ว่าขณะนั้นรถยกทำงานหรือว่าง นอกจากนี้คนที่ทำการศึกษาการทำงานต้องมีการติดต่อกับบุคคลที่เขาจะไปเก็บข้อมูลมาก ต้องอธิบายให้เขาทราบถึงวัตถุประสงค์ในการทำงาน ให้เขาทำงานตามปกติ และขอให้เขาให้ความร่วมมือด้วย

การบันทึกข้อมูลต้องบันทึกในจุดที่เขาทำงานอยู่ ไม่ควรจะบันทึกในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องจะทำการศึกษาผิดไป ตัวอย่างเช่น ในแผนกทอผ้าผู้บันทึกอาจจะพบว่า มีเครื่องถักที่อยู่ถัดไปหยุด และเมื่อเขาเดินต่อไปถึงเครื่องถักนั้นก็ทำงานต่อ ถ้าเขาบันทึกลงไปว่าเครื่องถักถัดไปว่างงาน ก็หมายความว่าเขาให้ภาพพจน์ที่ไม่ถูกต้อง

การบันทึกก็ทำง่าย ๆ โดยการเขียนเส้นขีดลงมาในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ไม่ต้องใช้นาฬิกาจับเวลา การวิเคราะห์ผลควรจะคำนวณให้เสร็จในแผ่นบันทึก เพื่อจะได้อ่านง่ายเข้า

2.8.5 <u>การใช้การสุ่มงาน</u>

การสุ่มงานมีใช้แพร่หลาย เหมาะสำหรับงานที่กว้างมาก ๆ เช่น งานการผลิต งานบริการ และงานสำนักงานเป็นวิธีที่ใช้ค่าใช้จ่ายน้อย หลักการไม่ยุ่งยากมากนอกจากนี้ในตำราบางเล่ม แทนที่จะต้องมาคำนวณเวลาที่จะไปเก็บข้อมูลก็จะทำเป็นตารางที่เรียบร้อยสำเร็จดังตารางที่ 2.22

| Date : | Observer : | Study No : | |
|---|---|---|---|
| Number of observations : 75 | | Total | Percentage |
| Machine running | IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII II | 62 | 82.7 |
| Machine idle | IIII IIII III | 13 | 17.3 |

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างบันทึกการสุ่มงานอย่างง่าย

| Date : | Observer : | Study No : | | |
|---|---|---|---|---|
| Number of observations : 75 | | | Total | Percentage |
| Machine running running | | | 62 | 82.7 |
| Machine idle | Repairs | | 2 | 2.7 |
| | Supplies | | 6 | 8.0 |
| | Personal | | 1 | 1.3 |
| | Idle | | 4 | 5.3 |

รูปที่ 2.20 แผ่นบันทึกการสุ่มงานแสดงถึงเครื่องจักรทำงานและเครื่องจักรหยุดงาน

| Date : Observer : Study No : | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Number of observations : | | | | | | | | | | |
| | Elements of work | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Worker No. 1<br>Worker No. 2<br>Worker No. 3<br>Worker No. 4 | | | | | | | | | | |

รูปที่ 2.21 แผ่นบันทึกการสุ่มงานแสดงงานย่อย 10 อย่าง ที่ทำโดยคนงาน 4 คน

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จันทร์ | 8.10 | 10.20 | 8.20 | 1.30 | 8.10 | 10.30 | 8.10 | 10.50 | 8.00 | 3.20 |
| | 8.50 | 11.30 | 10.00 | 2.30 | 8.30 | 11.00 | 8.20 | 11.20 | 8.30 | 3.40 |
| | 9.10 | 1.30 | 11.20 | 3.40 | 8.40 | 1.00 | 8.30 | 2.20 | 9.20 | 4.00 |
| | 10.00 | 3.50 | 1.00 | 4.40 | 9.00 | 3.30 | 10.10 | 3.30 | 11.20 | 4.30 |
| | 10.10 | 4.40 | 1.20 | 4.50 | 10.10 | 4.00 | 10.30 | 4.10 | 1.50 | 4.50 |
| อังคาร | 8.20 | 1.30 | 8.10 | 1.30 | 8.00 | 1.50 | 8.20 | 1.00 | 8.00 | 11.00 |
| | 8.30 | 2.00 | 8.20 | 1.50 | 8.10 | 3.00 | 9.00 | 1.40 | 9.40 | 1.50 |
| | 9.30 | 3.40 | 10.20 | 2.20 | 8.40 | 3.30 | 10.20 | 2.00 | 10.00 | 3.10 |
| | 11.00 | 4.40 | 11.20 | 3.30 | 1.00 | 4.00 | 11.00 | 3.30 | 10.30 | 4.10 |
| | 1.00 | 4.50 | 11.30 | 4.20 | 1.30 | 4.30 | 11.10 | 4.00 | 10.40 | 4.30 |
| พุธ | 8.00 | 2.20 | 9.10 | 1.50 | 8.00 | 11.50 | 8.40 | 1.20 | 8.00 | 2.10 |
| | 9.00 | 2.30 | 9.20 | 2.30 | 9.30 | 1.20 | 9.20 | 1.40 | 9.00 | 3.30 |
| | 9.40 | 2.40 | 9.40 | 3.20 | 10.00 | 1.50 | 9.50 | 3.00 | 10.00 | 3.40 |
| | 10.00 | 3.00 | 11.30 | 4.20 | 10.40 | 4.10 | 11.30 | 3.20 | 11.50 | 4.20 |
| | 2.00 | 4.40 | 1.10 | 4.30 | 11.20 | 4.30 | 1.00 | 3.40 | 2.00 | 4.50 |
| พฤหัส | 8.00 | 1.50 | 8.00 | 1.00 | 8.10 | 1.10 | 8.10 | 2.20 | 8.00 | 2.20 |
| | 9.40 | 3.10 | 9.00 | 2.00 | 9.20 | 1.20 | 8.30 | 2.50 | 8.10 | 2.50 |
| | 10.40 | 3.40 | 9.20 | 2.30 | 10.40 | 2.10 | 10.10 | 3.10 | 10.30 | 3.10 |
| | 11.20 | 4.40 | 9.40 | 2.50 | 11.50 | 3.10 | 11.30 | 4.40 | 11.50 | 4.20 |
| | 11.30 | 4.50 | 10.50 | 3.50 | 1.00 | 3.20 | 2.10 | 4.50 | 2.00 | 4.40 |
| ศุกร์ | 8.40 | 11.20 | 8.00 | 1.40 | 8.30 | 1.00 | 8.10 | 1.20 | 8.20 | 11.30 |
| | 9.00 | 11.30 | 9.30 | 2.10 | 8.40 | 1.30 | 8.50 | 1.40 | 8.50 | 1.20 |
| | 10.00 | 1.40 | 9.40 | 2.30 | 9.20 | 2.10 | 9.20 | 2.20 | 9.30 | 1.30 |
| | 10.30 | 2.30 | 10.50 | 3.20 | 9.40 | 3.50 | 10.30 | 3.50 | 10.40 | 4.10 |
| | 10.40 | 4.40 | 11.40 | 4.50 | 10.40 | 4.10 | 11.30 | 4.30 | 11.20 | 4.30 |

| | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จันทร์ | 8.20 | 1.30 | 8.40 | 11.40 | 8.30 | 1.10 | 8.00 | 1.20 | 8.00 | 1.30 |
| | 10.00 | 2.30 | 9.20 | 1.30 | 8.40 | 1.30 | 9.10 | 1.40 | 8.30 | 2.40 |
| | 11.10 | 3.40 | 9.30 | 3.00 | 11.00 | 3.00 | 9.20 | 3.00 | 9.10 | 3.20 |
| | 1.00 | 4.40 | 10.20 | 3.30 | 11.50 | 3.50 | 10.40 | 3.30 | 11.00 | 3.40 |
| | 1.20 | 4.50 | 11.00 | 4.10 | 1.00 | 4.00 | 11.20 | 4.10 | 11.10 | 4.20 |
| อังคาร | 8.10 | 1.30 | 8.10 | 1.40 | 9.40 | 2.00 | 8.40 | 10.20 | 8.00 | 11.40 |
| | 8.20 | 1.50 | 8.20 | 2.00 | 11.50 | 3.00 | 9.10 | 1.00 | 8.30 | 3.30 |
| | 10.20 | 2.20 | 9.40 | 2.10 | 1.10 | 3.20 | 9.20 | 3.30 | 8.50 | 4.00 |
| | 11.20 | 3.10 | 11.00 | 2.50 | 1.30 | 4.10 | 10.00 | 4.00 | 11.00 | 4.30 |
| | 11.30 | 4.20 | 11.20 | 4.20 | 1.40 | 4.20 | 10.10 | 4.50 | 11.20 | 4.40 |
| พุธ | 8.00 | 2.20 | 8.00 | 2.00 | 8.00 | 2.30 | 8.40 | 1.40 | 8.30 | 11.10 |
| | 9.00 | 2.30 | 8.30 | 2.10 | 8.50 | 2.40 | 9.20 | 2.10 | 8.40 | 11.30 |
| | 9.40 | 2.40 | 8.50 | 2.30 | 9.20 | 3.00 | 9.30 | 3.20 | 9.10 | 1.30 |
| | 10.00 | 3.00 | 10.50 | 4.10 | 9.50 | 3.10 | 11.20 | 4.10 | 10.50 | 2.50 |
| | 2.00 | 4.40 | 11.50 | 4.50 | 1.40 | 4.00 | 1.00 | 4.50 | 11.00 | 3.20 |
| พฤหัส | 8.00 | 1.00 | 8.30 | 11.30 | 8.10 | 1.50 | 8.20 | 1.40 | 8.00 | 1.00 |
| | 9.00 | 2.00 | 9.10 | 2.10 | 9.10 | 2.00 | 8.40 | 2.10 | 9.20 | 11.30 |
| | 9.20 | 2.20 | 9.40 | 2.30 | 9.20 | 2.20 | 9.30 | 3.20 | 9.30 | 2.00 |
| | 9.40 | 2.50 | 10.30 | 3.20 | 1.00 | 3.10 | 1.00 | 4.10 | 10.30 | 3.10 |
| | 10.50 | 3.50 | 10.40 | 4.50 | 1.10 | 4.20 | 1.20 | 4.50 | 11.50 | 4.00 |
| ศุกร์ | 8.00 | 1.40 | 9.40 | 2.10 | 8.50 | 1.00 | 8.00 | 11.40 | 8.10 | 1.20 |
| | 9.30 | 2.10 | 9.50 | 2.30 | 9.30 | 1.30 | 8.40 | 2.10 | 8.30 | 2.20 |
| | 9.40 | 2.30 | 10.20 | 2.40 | 9.40 | 3.10 | 8.50 | 2.50 | 8.50 | 2.50 |
| | 10.50 | 3.20 | 10.40 | 3.20 | 10.10 | 3.40 | 9.40 | 3.30 | 9.50 | 3.50 |
| | 11.40 | 4.30 | 10.50 | 4.50 | 11.30 | 4.40 | 10.10 | 3.50 | 11.20 | 4.30 |

รูปที่ 2.22 เวลาไปสุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างผลที่นำไปใช้

| รายการ | แหล่งข้อมูล | ข้อมูลแต่ละวัน |
|---|---|---|
| เวลาทำงานทั้งหมด (เวลาทำงานและเวลาว่าง) | แผ่นบันทึกเวลา | 480 นาที |
| จำนวนชิ้นที่ผลิตได้ | แผนกตรวจสอบ | 420 ชิ้น |
| เวลาทำงาน | การสุ่มงาน | 85% |
| เวลาว่าง | การสุ่มงาน | 15% |
| ประสิทธิภาพในการทำงานเฉลี่ย | การสุ่มงาน | 110% |
| เวลาเพิ่มทั้งหมด (Total allowance) | ฝ่าย Time Study ของโรงงาน | 15% |

เวลามาตรฐานต่อ 1 ชิ้น = $\frac{\text{เวลาทำงานทั้งหมด} \times \text{เวลาทำงานปกติ} \times \text{ประสิทธิภาพ}}{\text{จำนวนชิ้นทั้งหมด}} + \text{เวลาเพิ่ม}$

$$= \frac{(480 \times 0.85 \times 1.10)}{420} + \frac{(100)}{100-85}$$

$$= 1.26 \text{ min.}$$