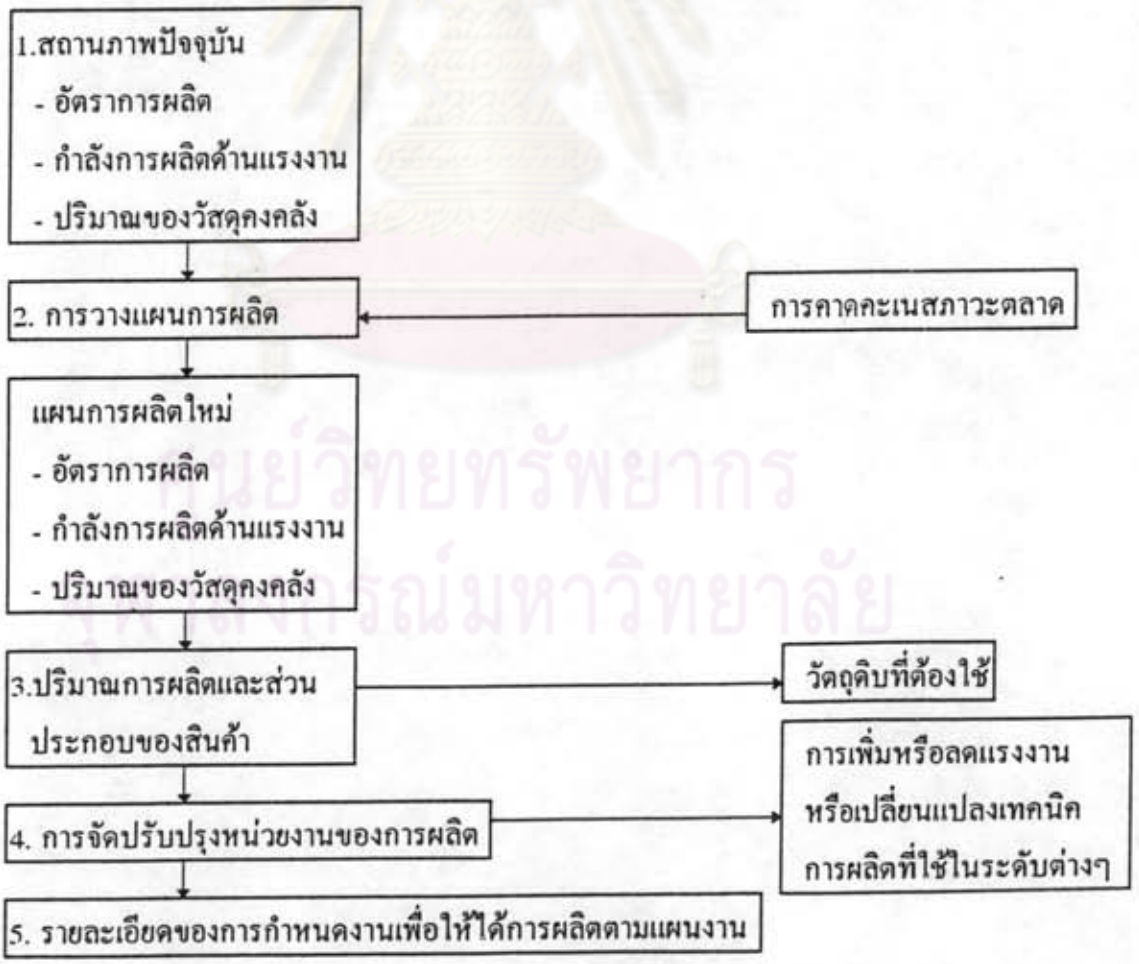
บทที่ 2

รายงานการสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดงานของการผลิต (Production Scheduling)

ในระบบการผลิตโดยทั่วไปแล้ว จะมีลักษณะการผลิตที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่ควรมีการผันแปรมากนัก เป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง การมอบหมายงานและลำดับขั้นของการทำงานต่างๆ ได้ถูกกำหนดขึ้นเป็นรูปแบบสายการผลิตที่แน่นอนไว้แล้ว ซึ่งในการวางแผนกำหนดงานนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับข้อมูลประกอบในสถานภาพปัจจุบันของระบบการผลิตนั้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ลักษณะของการใช้วิธีกำหนดงานในการช่วยแก้ปัญหาการผลิตอาจสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการกำหนดงานในการช่วยแก้ปัญหาการผลิตโดยสังเขป

การจัดการด้านการทำงาน

Meredith & Gibbs (1980) ได้กล่าวอธิบายไว้ถึง การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นในขอบข่ายของ "การทำงาน" และได้มีการเผยแพร่ถึงวิทยาการด้านการจัดการเริ่มขึ้นในปี 1980

- การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพ (Productivity) ได้กลายมาเป็นเป้าหมายหลักในระบบ
- คุณภาพได้กลายมาเป็นจุดสำคัญที่จำเป็นที่จะนำพาไปพบกับความสำเร็จ โดยสมบูรณ์
- การแข่งขันอย่างกว้างขวางในตลาดต่างประเทศ และแม้แต่ตลาดในประเทศของผู้ผลิตเองได้เพิ่มขึ้นอย่างมากมายจนเกือบจะคล้ายสงคราม
- เทคนิคที่ช่วยในการผลิต เช่น ระบบข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ (Computerized Manufacturing System CAM และ AS / RS System ได้ถูกนำมาพัฒนาใช้กันอย่างแพร่หลาย คอมพิวเตอร์ทั้งขนาดมินิและไมโคร ได้ถูกนำมาใช้ในองค์กรของระบบ

ปัญหาต่างๆที่พบในสายการผลิตแบบต่อเนื่องนั้นมีมากมาย เช่น การปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้อง การรอคอย ความล่าช้า สายการผลิตทำงานไม่ต่อเนื่อง เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้สามารถควบคุมแก้ไขได้ โดยใช้วิทยาการทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งมีขั้นตอนหลักในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์งานหารอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) ในแต่ละจุดของการทำงาน
2. จัดตั้งมาตรฐานในการทำงาน
3. ปรับปรุงแก้ไข ขจัดการสูญเสียการทำงาน
4. เสนอแนะทดลองปฏิบัติ
5. สรุปประเมินผลพร้อมเสนอแนะ

ดังได้กล่าวข้างต้น ขั้นตอนที่กล่าวมาเป็นการศึกษาวิเคราะห์ถึงเงื่อนไขวิธีการในการทำงานซึ่งแยกได้เป็นแขนงหนึ่ง หรือที่เราเรียกว่า การศึกษาความเคลื่อนไหวและเวลา Motion & Time Study มีเป้าหมายที่จะขจัดการทำงานที่ไม่จำเป็น ออกแบบวิธีการทำงาน ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะมีการจัดแบ่งวิธีการวัดการทำงานสำหรับการหาดัชนีประสิทธิภาพ หรือดัชนีการเพิ่มผลผลิต สำหรับเฉพาะงานหรือกลุ่มของคนงานในแผนกหรือทั้งหมด

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion & Time Study) ได้ก่อกำเนิดขึ้นมาเมื่อร่วม 100 ปีย้อนหลังไป ได้มีการแสดงไว้หลายความหมาย การศึกษาเวลาเริ่มต้นคิดค้น โดย Freder W. Taylor โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะหาเวลามาตรฐานและการศึกษาการเคลื่อน

ไหวถูกพัฒนา โดย Frank B. Gibreht โดยในยุคแรกทั้งสองคนได้ทำการศึกษาเวลาและค่าจ้างแรงงานมากกว่าที่จะทำการศึกษาการเคลื่อนไหว

ในปี 1912 Gilbreht ได้สร้างห้องปฏิบัติการพิเศษเกี่ยวกับการวิเคราะห์งานเพื่อหาวิธีการทำงานที่พัฒนาแล้ว ในแนวทางการเคลื่อนไหวและการขนถ่ายวัสดุ โดยใช้วิธีการทางการถ่ายทำภาพยนตร์

ในปี 1945 ได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่เกี่ยวกับ Method-Time-Analysis (MTA) ออกสู่สาธารณะ โดยเน้นระบบเกี่ยวกับปัจจัยในการทำงาน ได้ทำการวิเคราะห์ในห้องทดลองแล้วจัดตั้งเป็นตารางมาตรฐานเป็นตารางเวลาในการเคลื่อนไหว ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยในการทำงาน (The Work Factor Motion-Time Table)

ต่อมาในปี 1930 เป็นต้นมา ได้มีการพัฒนาเคลื่อนไหวภายใต้การศึกษาการทำงาน โดยมีเป้าหมายที่พยายามหาวิธีการทำงานที่ง่ายและดีกว่าของงานที่ทำอยู่เดิม ฉะนั้น การศึกษาความเคลื่อนไหวและการศึกษาเวลาจึงใช้ควบคู่กันไป ซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษาค้นคว้าเฉพาะอย่างไป ซึ่งรู้จักกันในรูปแบบของวิศวกรรมวิธีทำงาน (Method Engineering) การออกแบบการทำงาน (Work Design) การศึกษาการทำงาน (Work Study) หรือการออกแบบงาน (Job Design) ซึ่งต่างก็ใช้หลักการของการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion & Time Study) นั่นเอง ซึ่งในปัจจุบันการออกแบบวิธีการทำงาน (Work Method Design)นั้นก็เหมือนกับการศึกษาความเคลื่อนไหว และการวัดการทำงาน (Work Measurement) มีความหมายเหมือนกับการศึกษาเวลา (Time Study) นั่นเอง

Dr. Tomonori Kumagai (1980) ได้สรุปรวบรวมกฎเกณฑ์ของระบบการผลิตแบบโตโยต้า พร้อมทั้งเสนอแนวคิดประกอบมาตรการต่างๆ ที่พึงถือปฏิบัติในระบบการผลิตนั้น เพื่อมุ่งเน้นขจัดการสูญเปล่าในระบบ

Shigeo Shingo (1981) ได้ศึกษาแสดงถึงทฤษฎีระบบการผลิตแบบโตโยต้า เงื่อนไขการนำมาประยุกต์ในแนวทางของวิศวกรรมอุตสาหการโดยรวบรวม และสรุปผลพร้อมทั้งตั้งกฎเกณฑ์ขึ้นเป็นหลักในการพิจารณาปรับปรุงกระบวนการผลิตไว้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบการผลิต จะใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ (Industrial Engineering Techniques) เข้าวิเคราะห์แก้ปัญหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต พร้อมทั้งพัฒนาระบบดังกล่าว

การจัดสมดุลในสายการผลิต

ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปที่มีการผลิตสินค้าเป็นจำนวน จะใช้การผลิตต่อเนื่องโดยมีการแบ่งงานออกเป็นขั้น ๆ (Work element) และมีพนักงานทำงานเฉพาะขั้นงานนั้น หรืออาจจะรวมขั้นงานหลายขั้นให้ทำก็ได้ การผลิตต่อเนื่องกันชนิดนี้ เรียกว่า ระบบสายการผลิต (Assembly line หรือ Production Line System) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและผลิตได้รวดเร็ว ในทางตรงข้าม ระบบดังกล่าวมีข้อเสีย คือ ไม่ค่อยยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงการผลิต และจะต้องมีสินค้าจำนวนมากและสม่ำเสมอ จึงจะคุ้มกับการลงทุนที่ค่อนข้างสูง ขั้นงานทั้งหมดจะถูกจัดให้อยู่ในลำดับการผลิตที่แน่นอน และชิ้นส่วนจะถูกเคลื่อนย้ายหรือส่งไปตามสายระหว่างสถานีงาน (Work Station) ต่างๆ อาจจะมีจำนวนพนักงานและขั้นงานที่จะต้องทำมากหรือน้อยแล้วแต่การแบ่งสรร โดยจะมีเวลาการทำงาน ดังรูปที่ 2.2 ในแต่ละสถานีงานเฉลี่ยเรียกว่า เวลาของสถานีงาน

รูปที่ 2.2 แสดงถึงการเคลื่อนย้ายหรือส่งชิ้นส่วนไปตามสถานีงานต่าง ๆ

การจัดสมดุลในสายการผลิต (Production Line Balancing) หมายถึง การพยายามที่จะจัดให้สถานีงานต่างๆมีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้เท่าๆกัน ถ้าหากว่าอัตราการทำงานไม่เท่ากันแล้วอัตราการผลิตของสินค้านั้นจะถูกกำหนด โดยอัตราการทำงานของสถานีงานที่ช้าที่สุด ฉะนั้นกรณีเช่นนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียอัตราการผลิตหรือว่างงานเกิดขึ้น เพราะสถานีงานอื่นๆที่เสร็จเร็วกว่าจะต้องรอ มิฉะนั้นจะเกิดมีชิ้นส่วนหรือของที่คั่งค้างจำนวนมากรอที่จะผ่านสถานีงานที่ช้านั้น

การจัดสมดุลของสายการผลิตที่สมบูรณ์นั้น หมายถึง การรวมขั้นงานเป็นสถานีงาน ซึ่งในแต่ละสถานีงานนั้น ผลรวมเวลาของขั้นงานจะเท่ากับรอบเวลาการผลิต เมื่อรวมขั้นงานเข้าเป็นสถานีงานแล้ว เราสามารถใช้ประสิทธิภาพในการวัดผลของการจัดสมดุลในสายการผลิตได้ ตัวอย่าง เช่น

ประสิทธิภาพ = 1 - (เวลาว่างทั้งหมด/เวลาของขั้นงาน)

โดยที่มีข้อจำกัด 2 ประการ ในการรวมขั้นงานให้เป็นสถานีงานก็คือ

1) ขั้นงานบางส่วนจะต้องกระทำก่อนขั้นงานส่วนอื่น

2) ผลรวมของเวลาของขั้นงานในแต่ละสถานี จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับรอบเวลาการผลิต

วิธีการหนึ่งของการหาผลลัพธ์ที่เป็นเลิศในปัญหานี้ก็คือ จะต้องเริ่มด้วยสถานีแรก เลือกการรวมกันของขั้นงานที่จะให้ผลลัพธ์ที่มีเวลาว่างน้อยที่สุดที่สถานีนั้น แล้วจึงดำเนินการในสถานีถัดไป ซึ่งวิธีการนี้เกือบจะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างกันที่ซับซ้อนของขั้นงานและข้อจำกัดก่อน-หลัง ได้ถูกทำการหาค่าที่ดีที่สุดที่แตกต่างกันหลายหลายครั้ง ซึ่งผลลัพธ์นี้อาจเรียกว่า "Successive maximum elemental time" ซึ่งต้องมีบัญชีรายการของขั้นงาน การประกอบที่จะต้องทำ และข้อจำกัดก่อน-หลังของขั้นงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นงาน

ตามปกติในการจัดสายการผลิต จะเริ่มด้วยการกำหนดรอบเวลาผลิต ลำดับขั้นงานต่างๆ และเวลาเฉลี่ยหรือเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละขั้นนั้น จากนี้ก็จะพยายามรวมขั้นงานเข้าด้วยกันให้เป็นสถานี โดยมีเวลาว่างทั้งหมดน้อยที่สุด ในกรณีที่จำนวนสถานีงานมีมากหรือน้อยไป ก็อาจจะจัดใหม่ โดยให้รอบเวลาผลิตมากขึ้นหรือน้อยลง นอกจากนี้แล้วการจัดก็อาจจะพยายามให้เกิดมีเวลาว่างไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างสถานีทำงาน

วิธีการจัดสมดุลในสายการผลิตดังกล่าวมาแล้วนั้น ได้มีการคิดค้นมานานกว่า 15 ปี ซึ่งพัฒนาการโดยย่อของวิธีการดังกล่าวมีดังนี้คือ

Salveson (1955) ได้ทำการเผยแพร่และตีพิมพ์เป็นครั้งแรก โดยเขาได้เสนอแนวทางปัญหา โดยการกำหนดรอบเวลาผลิตที่คงที่ และจำนวนของสถานีงานจะเป็นตัวแปร Salveson ได้แยกแยะปัญหาออกเป็นขั้นดังนี้คือ ทำการเลือกโดยสลับเปลี่ยนไปมาของขั้นงานเพื่อให้ได้เป็นสถานีงาน กล่าวคือ (1) เลือกรวมขั้นงานที่สอดคล้องกับโครงข่ายที่แสดงลำดับก่อน - หลังของกระบวนการผลิต (2) เวลาของสถานีงานจะน้อยกว่าหรือเท่ากับรอบเวลาผลิต และ (3) ผลรวมของเวลาว่างในสายการผลิตจะมีค่าน้อยที่สุด

Salveson ได้กำหนดรอบเวลาผลิตเป็นฟังก์ชั่นปริมาณการผลิต

โดย C = Production time/Production volume

และ Salveson ได้กำหนดว่า จำนวนของสถานีงานที่น้อยที่สุดสำหรับในสายการผลิตจะเป็นค่าที่น้อยที่สุดของเลขจำนวนเต็มบวก n ซึ่ง n จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับผลรวมของเวลาของขั้นงาน หารด้วยรอบเวลาผลิต

K_{min} = Min [Interger n/n E_i/C]

ซึ่ง K_{min} = จำนวนที่น้อยที่สุดของสถานีงาน

E_i = เวลาของขั้นงาน

C = รอบเวลาผลิต

Salveson ได้เสนอถึงการใช้ไดอะแกรมลำดับก่อน - หลัง (Precedence diagram) เพื่อที่จะแสดงถึงลำดับก่อน - หลังของขั้นงาน และการใช้แบบจำลองของโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่จะทำการรวบรวมขั้นงานที่จะมอบหมายให้สถานีงานหนึ่งๆ การรวมนี้จะทำให้เกิดเวลาว่างน้อยที่สุด แล้วทำการขีดฆ่าขั้นงานที่ได้รับมอบหมาย และใช้วิธีการเดียวกันนี้ซ้ำกันไป จนกระทั่งงานทั้งหมดถูกมอบหมาย ถ้าเวลาว่างทั้งหมดมีค่ามากกว่ารอบเวลาการผลิต จะทำการลดสถานีงานลง โดยเริ่มต้นด้วยการเลือกกลุ่มของสถานีงานที่ทำให้ผลรวมของเวลาว่างมีค่ามากกว่ารอบเวลาผลิต แล้วทำการรวมขั้นงานใหม่สถานีงานเหล่านี้ เพื่อจะได้ผลลัพธ์ใหม่เกิดขึ้น วิธีการนี้จะกระทำไปจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ที่เป็นเลิศ

เป้าหมายของวิธีการของ Salveson ก็คือ การแยกแยะสถานีงานทั้งหมดที่เป็นไปได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ที่เป็นเลิศและมีเวลาว่างน้อยที่สุด

Arcus (1966) ได้เสนอเทคนิค " Comsoal-A Computer Method for Sequencing Operation for Assembly Lines " ซึ่งเป็นเทคนิคของการสุ่มตัวอย่างลำดับของขั้นงานที่เป็นไปได้ และรวมขั้นงานให้เป็นสถานีงานในลำดับที่ต้องการ โดยการจัดลำดับของขั้นงานเหล่านั้นให้เกิดเวลาว่างน้อยที่สุด การเลือกลำดับจะเป็นแบบสุ่มโดยการกำหนดน้ำหนักให้แก่ ขั้นงานตามคุณลักษณะที่มีอยู่ การเลือกโดย Arcus จะเลือกตัวอย่างที่เรียงตามลำดับก่อน - หลัง และเลือกการเรียงลำดับที่เกิดเวลาว่างน้อยที่สุดในแต่ละสถานี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาและส่งเสริมโดยบริษัทโตโยต้ามอเตอร์ในประเทศญี่ปุ่น และกำลังเป็นที่แพร่หลายในบริษัทญี่ปุ่นหลายบริษัท โดยเฉพาะหลังจากที่มีการขึ้นราคาน้ำมันในตลาดโลกมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 จุดประสงค์หลักของระบบคือการลดต้นทุน ซึ่งส่งผลให้อัตราการหมุนเวียนของทุน (ยอดขาย/ทรัพย์สินทั้งหมด)สูงขึ้น และยังเพิ่มผลิตผล(Productivity)รวมของบริษัทอีกด้วย

แม้กระทั่งในช่วงเวลาที่เศรษฐกิจซบเซาและมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า ระบบการผลิตแบบโตโยต้า ยังสามารถทำกำไรโดยการลดต้นทุนในลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ คือขจัดส่วนเกินทั้งในวัสดุคงเหลือและในพนักงานรวมทั้งคนงานได้อย่างหมดสิ้น จนเป็นที่กล่าวกันว่าระบบการผลิตแบบโตโยต้า เป็นระบบที่ปฏิวัติแนวคิดเดิมในการบริหารการผลิตเช่นเดียวกับที่ระบบเทย์เลอร์ (หรือการจัดการเชิงวิทยาศาสตร์) และระบบการผลิตจำนวนมากในสายการประกอบ (Mass Assembly Line) ของฟอร์ดได้เคยเป็นมาก่อนแล้วในอดีต

<u>กรอบและแนวคิดพื้นฐาน</u>

ระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นวิธีการผลิตสินค้าที่มีเหตุและผลระบบหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเป็นระบบที่มุ่งขจัดองค์ประกอบที่ไม่จำเป็นในการผลิตออกไปอย่างสิ้นเชิง โดยมีเป้าหมายหลักที่จะลดต้นทุนการผลิต ความคิดพื้นฐานของระบบคือผลิตสินค้าเฉพาะชนิดที่ต้องการ เมื่อเวลาที่ต้องการ และด้วยจำนวนที่ต้องการเท่านั้น ซึ่งถ้าทำได้ตามแนวคิดนี้แล้ว วัสดุคงเหลือที่ไม่จำเป็นในรูปของสินค้ากึ่งสำเร็จรูปและสินค้าสำเร็จรูปและถูกขจัดออกไปจนหมดสิ้น

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการลดต้นทุนจะเป็นวัตถุประสงค์หลักเบื้องต้นสำคัญที่สุดของระบบ ยังมีวัตถุประสงค์อีกสามประการ ที่จะต้องบรรลุให้ได้เช่นกันเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์เบื้องต้นดังกล่าวด้วย วัตถุประสงค์ประกอบสามประการมีดังนี้

1. การควบคุมปริมาณ (Quantity Control) ซึ่งทำให้ระบบสามารถปรับตัวเองให้สอดคล้องกับความแปรปรวนของความต้องการสินค้าในแต่ละวันในแต่ละเดือนได้ ทั้งในแง่ปริมาณและชนิดของสินค้า

2. การประกันคุณภาพ (Quality Assurance) ซึ่งรับประกันว่าในแต่ละกระบวนการผลิตจะส่งผลผลิตที่เท่านั้นไปยังกระบวนการผลิตถัดไป

3. เคารพความเป็นมนุษย์ (Respect-For-Humanity) ซึ่งจะต้องได้รับการปลูกฝังไปพร้อมกับที่ระบบผลิตได้ใช้ทรัพยากรมนุษย์ในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการลดต้นทุน

วัตถุประสงค์ประกอบอันใดอันหนึ่งข้างต้น ไม่สามารถมีขึ้นโดยโดดเดี่ยว หรือบรรลุได้โดยลำพังโดยไม่กระทบกระเทือนซึ่งกันและกัน และกระทบกระเทือนวัตถุประสงค์หลักในการลดต้นทุน และระบบนี้ไม่สามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์ได้หากไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ประกอบทั้งสามประการเสียก่อน

วัตถุประสงค์ทั้งหมดเป็นผลผลิต (Outputs) ของระบบเดียวกัน ซึ่งมีผลิตผล (Productivity) เป็นจุดหมายสูงสุดและวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นแนวคิดชี้นำในการที่ระบบจะพยายามบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละประการที่ได้ตั้งไว้

รูปที่ 2.3 แสดงถึงกรอบและภาพรวมของระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยแสดงถึงผลผลิตหรือผลลัพธ์ของระบบทางด้านต้นทุน คุณภาพ และความเป็นมนุษย์ พร้อมทั้งปัจจัยและส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบผลิตนี้

การไหลอย่างต่อเนื่องของการผลิตโดยมีการปรับระดับการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการทั้งทางด้านปริมาณและชนิดของสินค้าที่ผลิตนั้น เป็นไปได้โดยอาศัยแนวคิดสองประการ คือ **"ทันเวลาพอดี" (Just-in-Time)** และ **"การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ"(Autonomation)** แนวคิดสองประการนี้เปรียบได้เหมือนกับเสาหลักที่ค้ำจุนระบบการผลิตแบบโตโยต้า "ทันเวลาพอดี" หมายถึง การผลิตชนิดของสินค้าที่จำเป็นในปริมาณที่จำเป็นเมื่อเวลาที่จำเป็น ส่วน "การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ" หมายความอย่างคร่าว ๆ ถึงการควบคุมของเสียไม่ให้เกิดขึ้นมาด้วยตัวเอง ซึ่งสนับสนุนสภาพ "ทันเวลาพอดี" โดยไม่ยอมให้ของเสียถูกส่งผ่านจากกระบวนการผลิตก่อนหน้า (Preceding Process) ไปยังกระบวนการผลิตหลังหรือถัดมา (Subsequent Process) อันจะก่อให้เกิดการติดขัดที่กระบวนการผลิตนั้น

แนวคิดอีกสองประการที่เป็นส่วนสำคัญของระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่ แรงงานยืดหยุ่น . ซึ่งหมายถึงการปรับระดับจำนวนคนงานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสินค้า และ ความคิดสร้างสรรค์ หรือแนวคิดประดิษฐกรรม ซึ่งใช้ประโยชน์จากการแนะนำหรือเสนอแนะของคนงาน

โตโยต้าได้สร้างระบบและวิธีการดังต่อไปนี้ ตามแนวทางของแนวคิดทั้งสี่ข้างต้น

1. ระบบคัมบัง(Kanban System) เพื่อที่จะมีการผลิตแบบ "ทันเวลาพอดี"

2. วิธีการปรับเรียบการผลิต (Smoothing Of Production) เพื่อปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสินค้า

3. ลดเวลาเตรียมเครื่อง (Setup Time) เพื่อลดเวลานำการผลิต (Production Lead Time)

4. กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standardization Of Operations) เพื่อความสมดุลของสายการผลิต (Line Balancing)

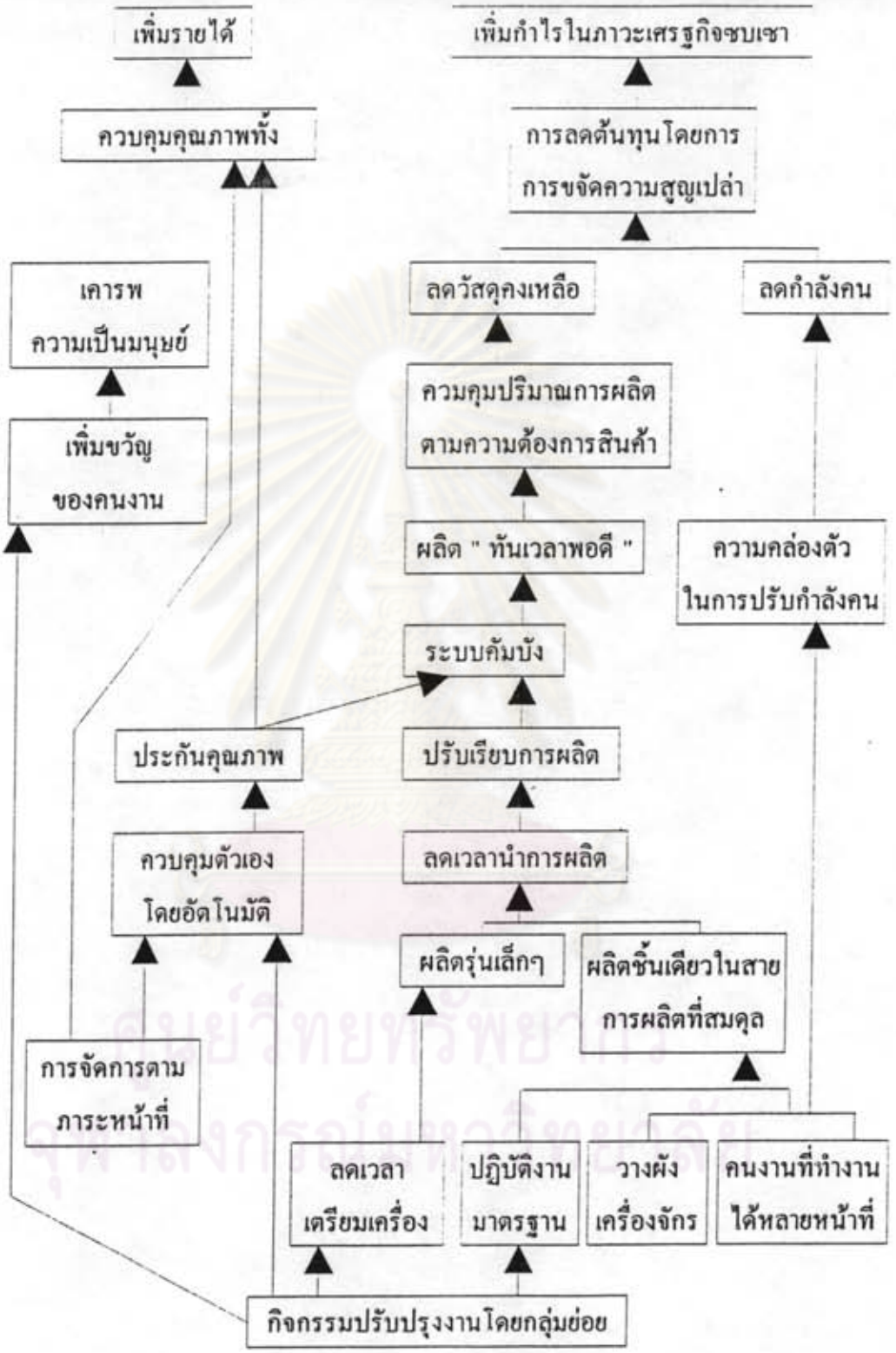
5. การวางผังติดตั้งเครื่องจักร และมีคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่ (Multi-Function Workers) เพื่อสนับสนุนแนวคิดแรงงานยืดหยุ่น (Flexible Workforce)

6. กิจกรรมปรับปรุงงานโดยกลุ่มคนขนาดเล็ก และระบบการเสนอความคิดเห็น เพื่อที่จะลดจำนวนคนงานและเพิ่มขวัญและกำลังใจของคนงานไปพร้อม ๆ กัน

7. ระบบควบคุมแบบมองเห็นได้ (Visual Control System) เพื่อให้บรรลุแนวคิดการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation)

8. ระบบการจัดการตามภาระหน้าที่ หรือการบริหารโดยกิจกรรม (Functional Managements)เพื่อสนับสนุนการควบคุมคุณภาพแบบทั้งบริษัท(Company-Wide Quality Control) และอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 แสดงถึงการปรับปรุงเรื่องต้นทุน คุณภาพ และความเป็นมนุษย์
ของระบบการผลิตแบบโตโยต้า

การผลิตแบบ "ทันเวลาพอดี" (Just-In-Time Production)

แนวคิดที่จะผลิตชนิดของสินค้าที่จำเป็น ในปริมาณที่จำเป็น เมื่อถึงเวลาที่จำเป็นจะเรียกสั้น ๆ ว่า การผลิตแบบทันเวลาพอดี ยกตัวอย่าง เช่นในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อผลิตรถยนต์คันหนึ่งนั้น สายการประกอบย่อย (Subassemblies) ที่จำเป็นจากกระบวนการก่อนหน้านั้น จะต้องมาถึงสายการประกอบรถยนต์ เมื่อถึงเวลาที่จะทำการประกอบด้วยปริมาณที่ต้องการพอดี ถ้าสภาพ "ทันเวลาพอดี" ได้รับการปฏิบัติอย่างทั่วถึงในบริษัทแล้ว วัสดุคงเหลือต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็น ในโรงงานจะถูกขจัดไปอย่างสิ้นเชิง และทำให้ไม่จำเป็นต้องมีโกดังหรือสโตร์เก็บของอีกต่อไป ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัสดุคงเหลือก็แทบจะไม่ต้องเสีย ส่งผลให้อัตราการหมุนเวียนของทุนเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ดี การที่จะใช้แนวทางการวางแผนการผลิตแบบส่วนกลาง ที่ออกคำสั่งผลิตไปยังหน่วยผลิตต่าง ๆ พร้อมกัน จะทำให้เป็นการยากที่จะบรรลุถึงสภาพ "ทันเวลาพอดี" ในแต่ละกระบวนการผลิตสินค้า เช่น รถยนต์ ซึ่งมีชิ้นส่วนเป็นพัน ๆ ชิ้น ดังนั้นในระบบโตโยต้าจึงจำเป็นที่จะต้อง "มอง" ระบบการผลิตที่มีการไหลในทางตรงกันข้าม นั่นคือให้พนักงานในกระบวนการผลิตหลังไปที่กระบวนการผลิตหน้า เพื่อ "ดึง" ของหรือชิ้นส่วนที่จำเป็น ในปริมาณที่เพียงพอกับจำนวนที่ถูกดึงไปเท่านั้น

ในระบบนี้ชนิดของสินค้าและจำนวนหน่วยที่ต้องการจะปรากฏอยู่บนบัตร ซึ่งเรียกว่า คัมบัง คัมบังนี้จะถูกส่งจากกระบวนการหลังไปยังคนงานที่กระบวนการหน้า ดังนั้นหน่วยผลิตต่าง ๆ ในโรงงานจะถูกต่อกันหมดเป็นลำดับ ซึ่งการต่อในลักษณะดังกล่าว ทำให้มีการควบคุมปริมาณที่จำเป็นของสินค้าต่าง ๆ ภายในโรงงานได้ง่ายและดีขึ้น

ในระบบการผลิตแบบโตโยต้า ระบบคัมบังจะต้องได้รับการสนับสนุนด้วยวิธีการต่าง ๆ ๖ ประการดังต่อไปนี้

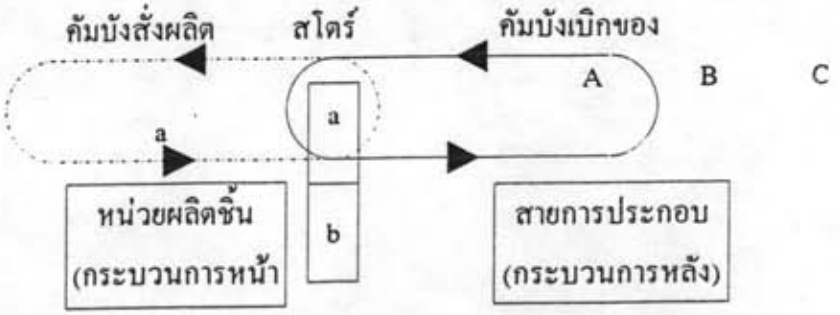
- การปรับเรียบการผลิต (Smoothing Of Production)
- การลดเวลาการเตรียมเครื่องจักร (Reduction Of Setup Time)
- การวางผังติดตั้งเครื่องจักร (Design Of Machine Layout)
- การกำหนดมาตรฐานของงาน (Standardization Of Jobs)
- กิจกรรมปรับปรุงงาน (Improvement Activities)
- การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation)

ระบบคัมบัง (Kanban System)

มีหลายคนเข้าใจผิด เรียกระบบการผลิตแบบโตโยต้าว่าเป็นระบบคัมบัง ความจริง ระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นวิธีการผลิตสินค้า ในขณะที่ระบบคัมบังเป็นวิธีการที่จะจัดการให้มีการผลิตแบบ "ทันเวลาพอดี" กล่าวอย่างสั้น ๆ ระบบคัมบังคือระบบข่าวสารที่ช่วยควบคุมปริมาณการผลิตทุกกระบวนการให้สอดคล้องสมดุลกัน แต่ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ระบบคัมบังในระบบผลิต การบรรลุถึงสภาพ " ทันเวลาพอดี" จะเป็นไปได้ยากหากไม่มีการสนับสนุนจากวิธีการทั้งหกที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

คัมบัง เป็นบัตรซึ่งปกติใส่ไว้ในซองพลาสติก ที่ใช้กันอยู่มีสองชนิด คือ คัมบังเบิกของ (Withdrawal Kanban) และคัมบังสั่งผลิต (Production-Ordeing Kanban) คัมบังเบิกของจะมีรายละเอียดของจำนวนชิ้นและสินค้าที่กระบวนการหลังจะดึงจากกระบวนการหน้า ในขณะที่คัมบังสั่งผลิตจะแสดงถึงปริมาณที่กระบวนการหน้าจะต้องผลิต ในลักษณะดังกล่าวคัมบังจะเป็นสื่อให้ข่าวสารทางด้านจำนวนชิ้นของสินค้าที่จะถูกดึงและผลิต เพื่อให้บรรลุถึงสภาพ "ทันเวลาพอดี"

สมมุติว่าเราผลิตสินค้าชนิด A,B และC ในสายประกอบสายหนึ่ง ชิ้นส่วน a และชิ้นส่วน b ซึ่งผลิตโดยกระบวนการหน้า ดังปรากฏในรูปที่ 2 ชิ้นส่วน a และชิ้นส่วน b เมื่อถูกผลิตขึ้นแล้วจะเก็บไว้ที่สโตร์ข้างหน่วยผลิต และคัมบังสั่งผลิตจะถูกติดไว้กับชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นนี้ ผู้ขนส่งจากสายการประกอบ ซึ่งกำลังประกอบผลิตภัณฑ์ A จะไปยังสโตร์ของหน่วยผลิต เพื่อเบิกถอนชิ้นส่วน a เท่าที่จำเป็น โดยนำคัมบังเบิกของไปด้วย และที่สโตร์ของชิ้นส่วน a เขาจะหยิบกล่องบรรจุชิ้นส่วน a ตามจำนวนของคัมบังเบิกของ และจะปลดคัมบังสั่งผลิตที่ติดอยู่กับชิ้นส่วน a ออกจากกล่องเหล่านี้ไว้ที่สโตร์ จากนั้นเขาก็จะนำกล่องชิ้นส่วน a ไปยังสายการประกอบพร้อมกับคัมบังเบิกของ



รูปที่ 2.4 แสดงการไหลของคัมบังสองชนิด

ในเวลาเดียวกัน คัมบังสั่งผลิตที่โดนปลดไว้ที่สโตร์ชิ้นส่วน a ของหน่วยผลิตจะแสดงถึงจำนวนหน่วยของชิ้นส่วนที่โดนเบิกไป บัตรคัมบังเหล่านี้จะเป็นเสมือนคำสั่งผลิตให้แก่หน่วยผลิตในกระบวนการหน้า ซึ่งชิ้นส่วน a ก็จะถูกผลิตขึ้นตามปริมาณที่ระบุไว้ตามจำนวนบัตรคัมบังสั่งผลิต ตามปกติในหน่วยผลิตดังกล่าว ชิ้นส่วน a และชิ้นส่วน b จะถูกเบิกไปทั้งคู่ แต่ชิ้นส่วนเหล่านี้จะถูกผลิตขึ้นตามลำดับการโดนปลดออกจากคัมบังสั่งผลิต หรืออีกนัยหนึ่งคือตามลำดับการเบิกถอนของชิ้นส่วนโดยสายการประกอบ

การปรับระดับการผลิต (Fine-Tuning Production)

เรามาพิจารณาการปรับระดับการผลิตโดยใช้คัมบังสมมุติว่าในกระบวนการผลิตเครื่องยนต์ ซึ่งจะต้องผลิต ๑๐๐ เครื่องต่อวันกระบวนการหลังหรือถัดมาต้องการรุ่นละ ๕ เครื่อง โดยใช้คัมบังเบิกถอน ในแต่ละครั้งซึ่งจะมีการเบิกถอนกันวันละ ๒๐ รุ่น ซึ่งหมายถึงว่ามีการผลิตเครื่องยนต์วันละ ๑๐๐ เครื่องพอดี

ในแผนการผลิตดังกล่าว ถ้าหากมีความจำเป็นที่จะต้องลดระบบการผลิตลง ๑๐% ในทุกกระบวนการเพื่อที่จะปรับระดับการผลิตในการวางแผน กระบวนการสุดท้ายในตัวอย่างนี้ก็จะเบิกถอนเครื่องยนต์ ๑๘ รุ่น หรือครั้งในหนึ่งวัน ดังนั้นหน่วยผลิตเครื่องยนต์จะผลิตเพียง ๙๐ เครื่องต่อวัน สำหรับเวลาที่เหลือในแต่ละวัน เนื่องจากไม่ได้ผลิตเครื่องยนต์อีก ๑๐ เครื่อง จะเป็นการหยุดพักของคนงานในหน่วยผลิตนี้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าเผื่อว่ามีความจำเป็นจะต้องเพิ่มอัตราการผลิตขึ้น ๑๐ % กระบวนการท้ายสุดจะเบิกถอนเครื่องยนต์ ๒๒ รุ่นหรือครั้งต่อวันซึ่งหน่วยผลิตเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นกระบวนการหน้าจะต้องผลิตให้ได้ ๑๑๐ เครื่องต่อวัน ซึ่ง ๑๐ เครื่องที่เพิ่มขึ้นจะผลิตในช่วงเวลา (Overtime)

ถึงแม้ว่าระบบการผลิตแบบโตโยต้ามีปรัชญาในการบริหารการผลิตว่าหน่วยของสินค้าจะถูกผลิตขึ้นโดยไม่มีเวลาเผื่อหรือเผื่อสินค้าคงเหลือไว้เลย โดยถือว่าทรัพยากรมนุษย์ เครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการผลิตจะอยู่ในสภาพสมบูรณ์ครบถ้วนอยู่ตลอดเวลา แต่ความเสี่ยงและปัญหาซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในการผลิตก็ยังมีอยู่ ซึ่งแก้ไขได้โดยการใช้การทำงานล่วงเวลาและการปรับปรุงงาน กรรมวิธีการผลิต อุปกรณ์และเครื่องจักร ในทุกกระบวนการผลิต

การปรับเรียบการผลิต(Smoothing Of Production)

การปรับเรียบการผลิตเป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการผลิตให้ "ทันเวลาพอดี" และเพื่อเป็นการลดเวลาว่างของคนงานลดปริมาณเครื่องจักรและชิ้นงานที่อยู่ระหว่างการผลิต (Work In Process) ดังนั้น ถือได้ว่าการปรับเรียบการผลิตเป็นหัวใจที่สำคัญของระบบการผลิตแบบโตโยต้า

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า กระบวนการหลังจะต้องไปยังกระบวนการหน้าเพื่อเบิกของชนิดที่จำเป็น ในเวลาที่จำเป็นตามจำนวนที่จำเป็น ภายใต้กฎการผลิตดังกล่าว ถ้ากระบวนการหลังดึงชิ้นส่วนในลักษณะที่ไม่แน่นอนทั้งเวลาที่ดึงและปริมาณที่ดึงแล้ว จะทำให้กระบวนการหน้ามีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมของคงเหลือ เครื่องจักรทั้งเวลาที่ดึงและปริมาณที่ดึงแล้ว จะทำให้กระบวนการหน้ามีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมของคงเหลือ เครื่องจักร และคนงานเผื่อไว้มากมาย เพื่อให้สามารถปรับได้กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนของที่ต้องการ และถ้าหากมีกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องเป็นลำดับหลาย ๆกระบวนการยอดแปรผันของปริมาณที่ถูกดึงโดยกระบวนการหลังจะยิ่งเพิ่มขึ้นทุกที เมื่อ "มอง"ย้อนกลับไปยังกระบวนการผลิตที่มาก่อนหน้าตามลำดับ เพื่อเป็นการป้องกันยอดการแปรผันมาก ๆ ดังกล่าวในสายการผลิตรวมทั้งบริษัทภายนอกซึ่งส่งของให้โรงงานด้วย จะต้องมีความพยายามที่จะ ลดการเปลี่ยนแปลงในระดับการผลิตในสายการประกอบขั้นสุดท้าย (Final Assembly Line) ดังนั้นในสายการประกอบรถยนต์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายของโรงงานโตโยต้าจะทำการผลิตรถยนต์แต่ละชนิดด้วยรุ่นที่มีขนาดเล็กที่สุด ถ้าเป็นไปได้จะบรรลุถึงสภาพของการผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อ (One Piece Production And Conveyance) โดยสายการประกอบรถยนต์จะได้รับชิ้นส่วนที่จำเป็นด้วยรุ่นที่มีขนาดเล็กสุด(หนึ่งชิ้น) จากกระบวนการหน้าทั้งหลาย หรืออีกนัยหนึ่งการปรับเรียบการผลิตเป็นการลดความแปรผันในจำนวนของชิ้นส่วนที่ถูกดึง ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ถูกผลิตขึ้นโดยสายการประกอบย่อย (Subassemblies) ซึ่งจะทำให้สายการประกอบย่อยผลิตชิ้นส่วนด้วยอัตราที่คงที่หรือด้วยจำนวนที่คงที่ในแต่ละชั่วโมง การปรับเรียบการผลิตดังกล่าวจะยกตัวอย่างได้ดังนี้ สมมุติว่ามีสายการผลิตหนึ่งซึ่งจะต้องผลิตรถโคโรน่า ๑๐,๐๐๐ คัน โดยใช้เวลาทำการ ๒๐ วัน ในหนึ่งเดือน และวันหนึ่งมีเวลาทำงาน ๘ ชั่วโมง ภายในจำนวนรถโคโรน่า ๑๐,๐๐๐ คัน แบ่งออกเป็น ซีดาน ๕,๐๐๐ คัน ฮาร์ดท้อป ๒,๕๐๐ คัน และแวกกอน ๒,๕๐๐ คัน หารตัวเลขเหล่านี้ด้วยวันทำการ ๒๐ วัน จะได้ซีดาน ๒๕๐ คัน/วัน ฮาร์ดท้อป ๑๒๕ คัน/วัน และแวกกอน ๑๒๕ คัน/วัน ดังนั้น ในแต่ละวันก็จะประกอบรถทั้งแบบ ซีดาน ฮาร์ดท้อปและแวกกอนคละกันไปตามอัตราดังกล่าว นี่คือตัวอย่างการปรับเรียบการผลิตโดยเฉลี่ยตามจำนวนวันตามแต่ละชนิดของรถยนต์ที่จะผลิตในแต่ละวัน การปรับเรียบการผลิตในขั้นต่อไป คือ เปรียบเทียบสัดส่วนของอัตราการผลิตต่อวันที่ต้องการของรถ

ทั้งสามชนิด ได้แก่ ๒๕๐:๑๒๕:๑๒๕ หารด้วย "ตัวหารร่วมมาก" ก็จะได้สัดส่วน ๒:๑:๑ ซึ่งหมายความว่ารถโคโรน่าทุก ๆ สี่คันที่ผลิตขึ้นจะประกอบด้วย ซีดาน ๒ คันฮาร์ดท้อป ๑ คัน และแวกกอน ๑ คัน

ภายในวันทำงาน ซึ่งมีเวลาทำงาน ๘ ชั่วโมง (๔๘๐) นาที จะต้องผลิตรถโคโรน่าทั้ง ๕๐๐ คัน ดังนั้นรอบเวลาต่อหน่วย (Unit Cycle Time) หรือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิตรถโคโรน่าชนิดใดก็ตามได้หนึ่งคัน คือ ๐.๙๖ นาที (๔๘๐/๕๐๐) หรือ ประมาณ ๕๗.๕ วินาที

การผสมที่ถูกส่วนหรือการจัดลำดับการผลิตของรถทั้งสามชนิด สามารถพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบรอบเวลา (Cycle Time) ในการผลิตรถแต่ละชนิดจำนวนหนึ่งคัน กับเวลาที่กำหนดให้สูงสุดที่จะผลิตรถโคโรน่าชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่นตัวอย่าง เวลาสูงสุดที่กำหนดให้ผลิตรถโคโรน่าชนิดซีดานพิจารณาได้โดยการหารเวลาทำงาน (๔๘๐ นาที) ด้วยจำนวนรถซีดานที่จะต้องผลิตในหนึ่งวันทำงาน (๒๕๐ คัน) ซึ่งในกรณีนี้เวลาสูงสุดเท่ากับ ๑ นาที ๕๕ วินาที เปรียบเทียบช่วงเวลาดังกล่าวกับรอบเวลา ๕๗.๕ วินาที จะเห็นว่าสามารถผลิตรถอีกชนิดหนึ่งได้จำนวนหนึ่งคัน ระหว่างเวลาที่ผลิตรถซีดานเสร็จหนึ่งคันกับเวลาที่จะต้องเริ่มผลิตรถซีดานอีกหนึ่งคัน ดังนั้นลำดับการผลิตควรเป็น ซีดานชนิดอื่น-ซีดาน-ชนิดอื่น-ฯลฯ

เวลาสูงสุดที่จะผลิต รถแวกกอนหรือฮาร์ดท้อป คือ ๓ นาที ๕๐ วินาที (๔๘๐/๑๒๕) เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขนี้กับรอบเวลา ๕๗.๕ วินาที จะเห็นว่าสามารถผลิตรถชนิดอื่นใดก็ได้อีก ๓ คัน ระหว่างการผลิตแวกกอนหรือฮาร์ดท้อปถ้าหากว่ารถแวกกอนได้รับการจัดลำดับต่อจากการผลิตรถซีดานคันแรก ลำดับของการผลิตของรถทั้งสามชนิดก็จะเป็น ซีดาน-แวกกอน-ซีดาน-ฮาร์ดท้อป-ซีดาน-ฮาร์ดท้อป-ฯลฯ และนี่คือตัวอย่างของการปรับเรียบการผลิตในแง่ของการผลิตสินค้าหลาย ๆ ชนิด

เมื่อพิจารณาถึงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตจริง ๆ ซึ่งจะเห็นว่าเกิดการขัดแย้งกันระหว่างชนิดหลากหลายของสินค้าที่ผลิต กับวิธีการปรับเรียบการผลิต ถ้าในกรณีที่ไม่ต้องผลิตสินค้าหลายชนิด การมีเครื่องจักรจำเพาะสำหรับผลิตสินค้าชนิดเดียวจำนวนมาก (Mass Production) จะเป็นอาวุธที่ทรงพลังในการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างแน่นอน แต่ที่โตโยต้ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผลิตรถออกมาหลายชนิด ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแง่ของแบบอย่าง อุปกรณ์เผื่อเลือก (Options) สีและอื่น ๆ จากตัวอย่างจริงจะมีโคโรน่าประมาณสามถึงสี่พันชนิดที่ถูกผลิตขึ้นดังนั้นการที่จะส่งเสริมการปรับเรียบการผลิตให้สอดคล้องกับความหลากหลายของชนิดของสินค้าจึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องจักรดังกล่าวทำประโยชน์ได้อย่างกว้างหลายอย่างด้วยกัน โดยการติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพิ่มเท่าที่จำเป็นบนเครื่องจักรเหล่านั้น

ข้อดีประการหนึ่งของการปรับเรียบการผลิต ที่จะตอบสนองความหลากหลายของชนิดของสินค้าที่ผลิตคือเป็นระบบที่สามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับความแปรผันในความต้องการของลูกค้า โดยการค่อย ๆ เปลี่ยนจำนวนครั้งที่ผลิต/เบิกของ โดยไม่ต้องเปลี่ยนขนาดของรุ่นที่ผลิต/เบิกของในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งก็คือการปรับระดับการผลิต (Fine-Tuning Production) โดยใช้คัมบัง

ในการที่จะปรับเรียบการผลิตดังกล่าวได้จะต้องมีการลดเวลานำการผลิตให้สั้นลง เพื่อที่จะสามารถผลิตสินค้าชนิดต่าง ๆได้อย่างทันเวลาและรวดเร็ว ซึ่งการลดเวลานำการผลิตดังกล่าวจะต้องมีการลดเวลาเตรียมเครื่องให้สั้นลง เพื่อที่จะทำให้ขนาดของรุ่นที่จะผลิตเล็กลงด้วยปัญหาการเตรียมเครื่อง (Setup Problems)

ประเด็นหรือจุดที่ยากที่สุดในการส่งเสริมการผลิตแบบปรับเรียบการผลิต คือปัญหาการเตรียมเครื่องในกระบวนการขึ้นรูปโดยการอัด (Pressing Process) สามัญสำนึกจะบอกเราว่าการลดต้นทุนการผลิตจะทำได้โดยการใช้แบบแม่พิมพ์ (Die) ชนิดเดียวไปนาน ๆ ซึ่งจะทำให้มีการผลิตทีเดียวได้รุ่นขนาดใหญ่ที่สุด เพื่อจะได้ไม่ต้องเตรียมเครื่องบ่อย เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมเครื่อง (Setup Costs)แต่ว่าภายใต้สภาวการณ์ที่กระบวนการสุดท้ายได้ปรับเรียบการผลิตและลดสต๊อคหรือของคงเหลือระหว่างตัดและอัดขึ้นรูป (Punch Press) กับสายการประกอบตัวถังที่อยู่ถัดมา แผนกตัดและอัดขึ้นรูปซึ่งเป็นกระบวนการหน้าจะต้องทำการเตรียมเครื่องได้เร็วและทำบ่อยครั้งซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแบบแม่พิมพ์บนเครื่องตัดและอัดขึ้นรูปให้สอดคล้องกับความหลากหลายของชนิดสินค้าซึ่งถูกเบิกหรือดึงโดยกระบวนการหลัง

โรงงานโตโยต้าในญี่ปุ่นเวลาในการเตรียมเครื่องในแผนกตัดและอัดขึ้นรูป เคยใช้ประมาณ ๒ ถึง ๓ ชั่วโมงในช่วง พ.ศ. ๒๔๘๘-๒๔๙๗ เวลาดังกล่าวได้ถูกลดลงมาเหลือเพียง ๑๕ นาที ในระหว่างปี ๒๔๙๘-๒๕๐๗ และหลังจากปี ๒๕๑๓ เวลาในการเตรียมเครื่องแต่ละครั้งจะเหลือเพียง ๓ นาทีเท่านั้น

<u>การออกแบบกระบวนการผลิต (Design Of Processes)</u>

แต่เดิมมาในโรงงานจะมีการจัดให้เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจาะ อยู่กันเป็นเฉพาะกลุ่มของตัวเองโดยเครื่องชนิดเดียวกัน จะเรียงอยู่ใกล้ ๆกัน และเครื่องหนึ่งจะมีคนงานประจำอยู่หนึ่งคน อย่างเช่นช่างกลึงแต่ละคนจะรับผิดชอบทำงานอยู่กับเครื่องกลึงแต่ละเครื่อง

ตามแนวคิดของระบบการผลิตแบบโตโยต้า การวางผังเครื่องจักรจะถูกจัดใหม่หมดเพื่อที่จะทำให้การไหลในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างราบรื่น ดังนั้นคนงานแต่ละคนจะสามารถ

ปฏิบัติการได้กับเครื่องจักรทั้งสามชนิดคือคนงานคนหนึ่งจะรับผิดชอบทั้งเครื่องกลึง เครื่องกัด และเครื่องเจาะ ในเวลาเดียวกัน หรืออีกนัยหนึ่ง คนงานที่ทำงานได้หน้าที่เดียว ซึ่งเป็นแนวคิดเดิมที่โตโยต้าเคยยึดถือได้ถูกเปลี่ยนให้เป็นคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่

ในสายการผลิตแบบโตโยต้านี้ คนงานหนึ่งคนจะรับผิดชอบปฏิบัติงานกับเครื่องจักรหลายเครื่องของกระบวนการต่าง ๆ ทีละเครื่อง และจะปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการเป็นลำดับไปจนกระทั่งเสร็จภายในหนึ่งรอบเวลา ผลที่ได้คือการนำชิ้นงานใหม่เข้าสายการผลิตจะสมดุลกับเวลาเสร็จของสินค้าสำเร็จรูปหนึ่งหน่วย ซึ่งได้รับการสั่งให้ผลิตให้เสร็จในหนึ่งรอบเวลา การผลิตแบบนี้เรียกว่า "การผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อ" ซึ่งการจัดผังเครื่องจักรใหม่แบบนี้จะทำให้เกิดประโยชน์หลายประการดังนี้

- ของคงเหลือที่ไม่จำเป็นระหว่างกระบวนการผลิตจะถูกขจัดออกไป
- แนวคิด "คนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่" จะช่วยลดจำนวนคนงานที่ต้องการจริงลงเป็นการเพิ่มผลิตผล
- เมื่อคนงานทำงานได้หลายหน้าที่เขาเหล่านั้นสามารถมีส่วนร่วมในระบบของโรงงานซึ่งทำให้มีความรู้สึกที่ดีต่องานของเขา
- เมื่อมีคนงานทำงานได้หลายหน้าที่ทำให้มีการทำงานเป็นทีมและช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้

แนวคิด " คนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่" เป็นวิธีการของญี่ปุ่นโดยเฉพาะ เพราะแต่ละบริษัทในญี่ปุ่นมีสหภาพบริษัทอยู่สหภาพเดียว ซึ่งทำให้การเคลื่อนย้ายคนงานไปทำงานกับเครื่องจักรต่าง ๆ นั้น ทำได้ง่ายไม่ค่อยมีปัญหาสำหรับบริษัทในยุโรปและอเมริกาที่มีสหภาพหลายสหภาพ ซึ่งแบ่งตามความชำนาญของคนงานในโรงงานเดียวกัน เช่น ช่างกลึงบนเครื่องกลึงโดยเฉพาะเท่านั้น และปกติจะไม่ยอมทำงานอย่างอื่น การที่บริษัทเหล่านั้นจะนำระบบการผลิตแบบโตโยต้าไปใช้ อาจจะเกิดอุปสรรคและปัญหาในจุดนี้ได้

<u>การกำหนดมาตรฐานของงาน (Standardization Of Jobs)</u>

การปฏิบัติงานมาตรฐานของโตโยต้าจะแตกต่างไปเล็กน้อยจากการปฏิบัติงานธรรมดาทั่วไป โดยจะมีการแสดงถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานตามลำดับของคนงานคนหนึ่ง ซึ่งรับผิดชอบกับเครื่องจักรหลายชนิด ในฐานะที่เป็นคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่

แผ่นป้ายที่บอกมาตรฐานการปฏิบัติงานจะมีอยู่สองชนิด คือ แผ่นป้ายขั้นตอนการปฏิบัติมาตรฐาน(Standard Operations Routine Sheet) ซึ่งเหมือนกับผังแสดงการทำงานของ

คนและเครื่องจักร (Standard Operations Sheet) ซึ่งจะติดไว้ในโรงงานให้ทุกคนได้เห็น ในแผ่นป้ายการปฏิบัติงานมาตรฐานจะระบุถึงรอบเวลาขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐาน และจำนวนมาตรฐานของชิ้นงานระหว่างผลิต

รอบเวลา(Cycle Time or Tact Time)เป็นจำนวนนาทีและวินาทีที่จะระบุไว้เป็นมาตรฐานว่าทุกสายการผลิต จะต้องผลิตให้ได้สินค้าหนึ่งชิ้นภายในช่วงเวลานั้น เวลาของรอบเวลาคำนวณโดยใช้สูตรสองสูตร โดยในขั้นแรกจะต้องกำหนดผลผลิตที่จำเป็นต่อเดือนจากด้านความต้องการสินค้า จากนั้นก็ใช้สูตร

$$\text{ผลผลิตที่จำเป็นต่อวัน} = \frac{\text{ผลผลิตที่จำเป็นต่อเดือน}}{\text{จำนวนวันทำการในหนึ่งเดือน}}$$

$$\text{รอบเวลา} = \frac{\text{จำนวนชั่วโมงทำงานในหนึ่งวัน}}{\text{ผลผลิตที่จำเป็นต่อวัน}}$$

แผนกผลิตทุกแผนก จะได้รับการแจ้งถึงผลผลิตที่จำเป็นต่อวันและรอบเวลาจากสำนักวางแผนกลางเพียงครั้งเดียวเป็น การล่วงหน้าหนึ่งเดือน ผู้จัดการในแต่ละแผนกผลิตจะพิจารณาถึงจำนวนคนงานที่จำเป็นต้องใช้ในแผนก ในการที่จะผลิตสินค้าในส่วนที่แผนกรับผิดชอบได้หนึ่งหน่วยในแต่ละรอบเวลาคนงานในโรงงานทั้งหมด จะได้รับการจัดวางตำแหน่งใหม่โดยที่แต่ละกระบวนการจะผลิตได้โดยใช้จำนวนคนงานน้อยที่สุด

ข่าวสารการผลิตของแต่ละกระบวนการ จะไม่มาจากคัมบังเพียงแหล่งเดียวเท่านั้น กล่าวคือคัมบังเป็นชนิดของข่าวสารการผลิตที่ให้ในระหว่างเดือนที่ทำการผลิต ในขณะที่ปริมาณผลิตประจำวันและรอบเวลา จะเป็นข่าวสารที่ให้ล่วงหน้าเพื่อที่จะได้มีการเตรียมแผนลำดับการผลิตแม่บท (Master Production Schedule) ทั่วทั้งโรงงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐานบ่งบอกถึงลำดับของการปฏิบัติงาน ซึ่งคนงานแต่ละคนจะต้องปฏิบัติในกระบวนการทั้งหลายในแผนกผลิตของตน นั่นคือเป็นคำสั่งให้คนงานหยิบชิ้นงาน ใส่ชิ้นงานเข้าเครื่อง และปลดชิ้นงานออกหลังจากที่เครื่องจักรได้ทำงานของมันเสร็จแล้ว คำสั่งการปฏิบัติงานนี้จะมีสำหรับเครื่องจักรทั้งหลายที่เขารับผิดชอบอยู่ การสมดุลของสายการผลิต (Line Balancing) จะมีได้ระหว่างคนงานในแผนกเดียวกัน เนื่องจากคนงานแต่ละคน จะปฏิบัติงานในส่วนของตนให้เสร็จภายในหนึ่งรอบเวลา

จำนวนมาตรฐานของชิ้นงานระหว่างผลิต คือจำนวนต่ำสุดที่จำเป็นของชิ้นงานระหว่างผลิตซึ่งรวมถึงชิ้นงานซึ่งอยู่ในเครื่องจักรด้วยถ้าไม่มีจำนวนชิ้นงานนี้ไว้ในสายผลิต ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ในสายผลิตทั้งหมดจะไม่สามารถปฏิบัติงานไปพร้อม ๆ กัน ในทางทฤษฎี เราสามารถจะได้สภาพของสายผลิตที่เป็นแบบระบบสายพานที่มองไม่เห็นตัว

(Invisible Conveyor) ที่ไม่มีความจำเป็นจะต้องมีชิ้นงานซึ่งถือเป็นของคงเหลือระหว่างกระบวนการผลิตต่าง ๆ

<u>การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation)</u>

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า เสาซึ่งค้ำจุนสนับสนุนระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่ "ทันเวลาพอดี" (Just-In-Time) และการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ(Autonomation) ในการที่จะบรรลุถึงสภาพ "ทันเวลาพอดี" อย่างสมบูรณ์ หน่วยสินค้าที่ดี ๑๐๐% จะต้องไหลไปยังกระบวนการหลัง และการไหลนี้จะต้องเป็นไปตามจังหวะและโดยไม่มีการติดขัด เพราะฉะนั้นการควบคุมสภาพเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะต้องมีไปพร้อมกับการปฏิบัติงานแบบ "ทันเวลาพอดี" อย่างทั่วถึง ภายใต้ระบบคัมบัง การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ หมายถึง การสร้างกลไกที่สามารถจะต้องป้องกันการผลิตของเสียเป็นจำนวนมากในเครื่องจักรหรือสายการผลิตได้อย่างชะงัด คำว่า Autonomation ไม่ใช่คำเดียวกับ Automation แต่หมายถึงการตรวจเช็คโดยตัวเองถึงจุดผิดปกติในกระบวนการผลิต

เครื่องจักรที่ควบคุมตัวเอง คือเครื่องจักรที่มีกลไกที่จะหยุดตัวเองได้โดยอัตโนมัติติดอยู่ด้วย ในโรงงานของโตโยต้านั้น เครื่องจักรส่วนใหญ่จะควบคุมตัวเองได้ เพื่อที่จะป้องกันการผลิตของเสียออกมาเป็นจำนวนมากสามารถตรวจเช็คเครื่องจักรที่เสียได้โดยอัตโนมัติ สิ่งที่เรียกว่า Footproof คือ กลไกชนิดหนึ่งที่ป้องกันชิ้นงานที่เสียหายไม่ให้เกิดขึ้น โดยการติดตั้งเครื่องตรวจเช็คทั้งหลายเข้ากับอุปกรณ์และเครื่องวัดต่าง ๆ ของเครื่องจักร

แนวคิดเรื่องการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ ยังถูกนำไปใช้กับสายการผลิตซึ่งใช้คนงานด้วย คือถ้าหากเกิดสิ่งผิดปกติในสายผลิต คนงานจะกดปุ่มให้สายผลิตหยุดทั้งหมด แผงไฟอันดง(Andon) ในระบบโตโยต้ามีบทบาทสำคัญอันนี้และเป็นตัวอย่างหนึ่งของระบบการควบคุมโดยการมองเห็น (Visual Control System) ของโตโยต้า

แผงหลอดไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า อันดง จะถูกแขวนไว้สูงในที่ที่ทุกคนจะมองเห็นได้ เพื่อแสดงให้รู้ว่ามีการหยุดในสายการผลิต เพื่อประโยชน์ในการหาจุดที่เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต เมื่อคนงานคนใดในสายการผลิตต้องการความช่วยเหลือ เพื่อช่วยให้เขาทำงานได้ทันเวลาของรอบเวลาทำงาน เขาจะกดปุ่มไฟเหลืองให้ปรากฏบนอันดง ถ้าหากว่าเขาต้องการจะให้หยุดสายการผลิตเพื่อแก้ปัญหาเครื่องจักรของเขา เขาจะกดปุ่มไฟแดงให้ปรากฏบนอันดง

โดยสรุปแล้วการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติคือกลไกอันหนึ่งที่ตรวจเช็คโดยอัตโนมัติถึงสิ่งที่ผิดปกติในกระบวนการผลิตนั่นเอง

กิจกรรมปรับปรุงงาน (Improvement Activities)

ระบบการผลิตแบบโตโยต้าผสมผสานเป้าหมาย เพื่อที่จะบรรลุหลายเป้าหมายไปพร้อม ๆ กัน ได้แก่ การควบคุมปริมาณ การประกันคุณภาพ และการเคารพความเป็นมนุษย์ ในขณะที่ต้องการจะบรรลุเป้าหมายสูงสุดทางด้านการลดต้นทุน เป้าหมายทั้งหมดดังกล่าวบรรลุได้โดยกระบวนการของการมีกิจกรรมปรับปรุงงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของระบบการผลิตแบบโตโยต้า และเป็นสิ่งที่ทำให้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า "เดินหน้า" ไปได้โดยแท้จริง คนงานทุกคนจะได้รับโอกาสที่จะออกความเห็นและเสนอแนะข้อปรับปรุงโดยผ่านกลุ่มย่อยที่เรียกว่า "กลุ่มสร้างคุณภาพงาน" หรือกลุ่มคิวซี(QC Circle) กระบวนการการออกความเห็นและเสนอแนะจะทำให้มีการปรับปรุงวิธีการผลิตดังนี้

- ในด้านการควบคุมปริมาณการผลิต โดยการปรับขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐานไปตามการเปลี่ยนแปลงของรอบเวลา
- ในด้านการประกันคุณภาพ จะมีการป้องกันไม่ให้ของเสียหรือเครื่องจักรที่เสียเกิดขึ้นซ้ำกันอีก
- และในด้านการเคารพความเป็นมนุษย์ คนงานทุกคนจะมีส่วนร่วมในกระบวนการผลิต

สรุป

จุดประสงค์พื้นฐานของระบบการผลิตแบบโตโยต้า คือ เพิ่มกำไรโดยการลดต้นทุน กล่าวคือ โดยการขจัดความสูญเปล่า ซึ่งได้แก่ สต๊อคและกำลังคนที่เกินความจำเป็น แนวความคิดเรื่อง "ต้นทุน" ในที่นี้มีความหมายคลุมกว้างไปถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งในอดีต ปัจจุบัน หรือที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แล้วนำมาหักออกจากยอดขายออกมาเป็นกำไร ดังนั้น "ต้นทุน" จะไม่รวมถึงเฉพาะต้นทุนการผลิตเท่านั้น (ซึ่งลดได้โดยการลดวัสดุคงเหลือ) และต้นทุนการขายสินค้าด้วย

ในการที่จะลดต้นทุน ฝ่ายผลิตจะต้องมีความคล่องตัวที่จะปรับตัวเองอย่างรวดเร็วไปตามการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของตลาด โดยปราศจากความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็น สภาพดังกล่าวบรรลุได้โดยใช้แนวคิด "ทันเวลาพอดี" ผลิตชนิดของสินค้าที่จำเป็น ในปริมาณที่จำเป็น ในระบบการผลิตแบบโตโยต้า ระบบคัมบัง ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นสื่อในการส่งคำสั่งผลิตภายในระหว่างเดือน และเป็นระบบจัดการสภาพ "ทันเวลาพอดี" ในขณะเดียวกันในการที่จะใช้

ระบบคัมบังให้ได้ผล จะต้องมีการปรับเรียบการผลิต เพื่อให้การดึงชิ้นส่วนโดยสายการประกอบขั้นสุดท้ายเป็นไปโดยสม่ำเสมอทั้งด้านปริมาณและชนิดของชิ้นส่วนที่ถูกดึง การปรับเรียบดังกล่าวจะทำได้ก็ต้องมีการลดเวลานำการผลิต เนื่องจากชิ้นส่วนทั้งหลายจะต้องถูกผลิตขึ้นอย่างรวดเร็วในแต่ละวัน ซึ่งจะทำได้ก็ต่อเมื่อมีการผลิตรุ่นขนาดเล็ก ๆ หรือการผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อ การผลิตรุ่นขนาดเล็ก ๆ จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีการลดเวลาการเตรียมเครื่อง และการผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อจะทำได้โดยมีคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนงานมาตรฐานให้เสร็จตามกระบวนการที่จะผลิตสินค้าขึ้นมาหนึ่งหน่วยภายในหนึ่งรอบเวลา

การสนับสนุนให้มีสภาพ "ทันเวลาพอดี" โดยการผลิตสินค้าที่ดี ๑๐๐% ได้รับการประกันจากระบบการควบคุมของเสียด้วยตัวเองโดยอัตโนมัติ และในท้ายสุด กิจกรรมปรับปรุงงานจะช่วยในด้านการปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหาในเรื่องของเสียหาย และเป็นการเพิ่มขวัญและกำลังใจของคนงานไปพร้อมกันด้วย

การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต

(Productivity Improvement in manufacturing Industry)

David J. Sumanth ได้รวบรวมวิธีการด้านวิศวกรรมการเพิ่มผลผลิต และการจัดการไว้ ซึ่งได้แยกเป็นหมวดหมู่พร้อมวิธีการต่างๆ ที่ได้จัดการกับอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

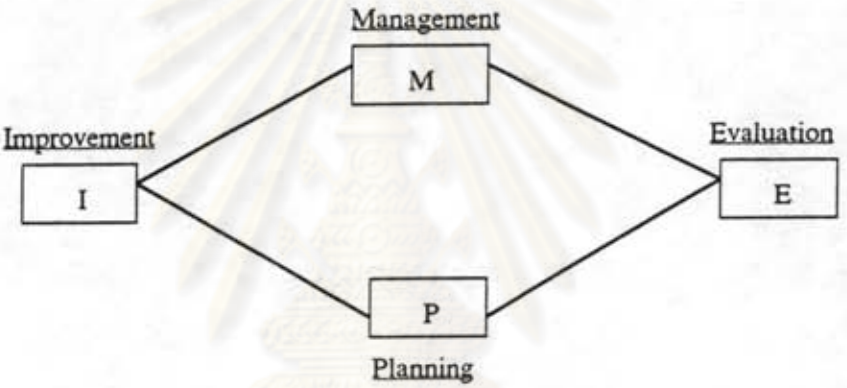
ในปี 1950 ได้มีองค์การประสานงานด้านเศรษฐศาสตร์ยุโรป (The Organization For European Economic Corporation (OEEC) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับ "การเพิ่มผลิตภาพหรือการเพิ่มผลผลิต" (Productivity) ไว้ดังนี้

"การเพิ่มผลผลิต เป็นการแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของผลผลิตต่อสิ่งหนึ่งของปัจจัยของการผลิตหรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวไว้ว่า เป็นการเพิ่มผลผลิตต่อเงินทุน การลงทุน หรือวัตถุดิบ โดยเปรียบเทียบกับผลผลิตที่เกิดขึ้น ขณะที่พิจารณาอยู่ในความสัมพันธ์กับเงินทุนการลงทุนหรือวัตถุดิบ เป็นต้น"

ในปี 1955 สถาบันทางวิศวกรรมอุตสาหการแห่งอเมริกัน (The American Institute of Industrial Engineers; AIIE) ได้ให้คำจำกัดความและขอบเขตขององค์การการเพิ่มผลผลิตและการจัดการไว้ว่า วิศวกรรมอุตสาหการจะเป็นการรวมไว้ซึ่งวิชาการในด้านการออกแบบ ปรับปรุงและติดตั้ง ในการรวมระบบทั้งหมดของคน วัสดุและอุปกรณ์ไว้ด้วยกัน และจะเป็นการดึงเอาความรู้ความชำนาญในเชิงคณิตศาสตร์ กายภาพศาสตร์และศาสตร์ทางสังคมรวมอยู่ด้วยกัน

และวิธีการวิเคราะห์ทางวิศวกรรม และการออกแบบจะสามารถทำนายและประเมินผลแสดงออกมาจากระบบที่ทำการพิจารณาอยู่

แนวคิดในการพัฒนาระบบการเพิ่มผลผลิต จะมีวงจรชีวิตของการเพิ่มผลผลิตเรียกโดยย่อว่า วางแผนแบบต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายของการเพิ่มผลผลิต วางรากฐานในช่วงเวลาสั้น/ยาวก็ได้ เพื่อทำให้ได้เป้าหมายที่วางแผนไว้ แล้วทำการปรับปรุงงาน และจะทำการวัดเพื่อประเมินค่าอีก อาจจะเป็นดังรูปต่อไปนี้



ในการวัดการเพิ่มผลผลิตที่ใช้กันในระดับอุตสาหกรรม Mills (1932) ได้พัฒนารูปแบบการวัดผลผลิตระดับอุตสาหกรรมเป็นคนแรก ที่แสดงดัชนีการเพิ่มผลผลิตสำหรับ 32 อุตสาหกรรม ในปี 1899 ถึง 1914

Magdoff (1939) ได้แสดงการวัด ผลผลิต สำหรับอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

- Unit labour requirements index
- Productivity index

นั่นคือ ดัชนีหน่วยแรงงานที่ต้องการต่อดัชนีการผลิตและดัชนีการเพิ่มผลผลิต

ต่อมาได้มีการแบ่งแยกการวัดการเพิ่มผลผลิตในระดับต่างๆ ในวงการอุตสาหกรรม โดยสร้างรูปแบบการวัดต่าง ๆดังนี้

- Kendrick-creamer Model (1965) ได้วัดการเพิ่มผลผลิตในบริษัท โดยวางพื้นฐานในแต่ละช่วงเวลา วัดเป็น 3 ลักษณะ การเพิ่มผลผลิตรวมทั้งหมด การเพิ่มผลผลิตต่อปัจจัยรวม และการเพิ่มผลผลิตเฉพาะส่วน

- Craig-Harris model (1972 , 1973) ได้สร้างรูปแบบการพัฒนาการเพิ่มผลผลิตรวม โดยแยกสัดส่วนของปัจจัยที่ใส่เข้าไป ในการดำเนินการ

- APC Model (1979)

- Taylor - Davis Model (1977)

ตัววัด (Productivity Indicators) ที่ใช้มีหลายแนวทาง เช่น Manufacturing function Engineering function Research and Development function Industrial Engineering function Distribution / warehousing function เป็นต้น

Mali (1978) ได้นำดัชนีมารวมกันในรูปแบบของการเพิ่มผลผลิต ประสิทธิผล และประสิทธิภาพในความหมายต่อไปนี้

$$\text{ดัชนีการเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้}}{\text{ปัจจัยที่ใส่เข้าไป}} = \frac{\text{ประสิทธิภาพที่บรรลุถึง}}{\text{การใช้ทรัพยากร}}$$

$$= \frac{\text{ประสิทธิผล}}{\text{ประสิทธิภาพ}} = \frac{\text{Effectiveness}}{\text{Efficiency}}$$

Effectiveness หมายถึง ผลการดำเนินการให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

Efficiency หมายถึง การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ที่จะทำให้บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้

การจัดแบ่งคำจำกัดความในแง่มุมต่างๆ ในรูปการเพิ่มผลผลิต หรืออีกนัยหนึ่งการจัดการเพิ่มผลผลิต ตามความหมายที่กล่าวไว้ด้วย David J. Sumanth (1985) จัดแบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่ดังนี้

1. การเพิ่มผลผลิตเฉพาะส่วน (Partial Productivity) เป็นการแสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ของผลผลิตต่อหนึ่งชนิดของสิ่งที่ใส่เข้าไป (Input) เช่น Labour productivity (สัดส่วนของผลผลิตต่อแรงงานที่ใช้ไป เป็นการวัดผลผลิตเป็นเฉพาะส่วน)

Partial Productivities

$$\text{Human Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Human Input}}$$

$$\text{Material Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Material Input}}$$

$$\text{Capital Productivity} = \text{Output}$$

$$\text{Energy Productivity} = \frac{\text{Net Output}}{\text{Energy Input}}$$

$$\text{Total Factor Productivity} = \frac{\text{Total Output (RM \& Services purchase)}}{\text{(Labour + Capital) Input}}$$

2. การเพิ่มผลผลิตโดยปัจจัยรวมทั้งหมด (Total-factor productivity) เป็นการแสดงสัดส่วนของผลผลิตสุทธิ ต่อผลรวมของแรงงานและเงินทุนที่ใส่เข้าไป

3. การเพิ่มผลผลิตรวม (Total Productivity) เป็นการแสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ของผลผลิตทั้งหมดต่อปัจจัยรวมทั้งหมดที่ใส่เข้าไป

เทคนิคการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตที่ใช้ แยกเป็นประเภทได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. Technology-based techniques
2. Employee-based techniques
3. Product-based techniques
4. Task-based techniques
5. Material-based techniques

William H. Clegg (1986) ได้แสดงข้อคิดพร้อมทั้งเสนอแนวทางในการควบคุมวัสดุคงคลังแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) โดยการลดเวลาในการเตรียมงานให้ต่ำที่สุดในทางปฏิบัติ ซึ่งมีองค์ประกอบในการทำงานที่มาเกี่ยวข้องต่าง ๆ กัน ซึ่งใช้เทคนิคที่รู้จักกันดีในรูปแบบของเทคนิคคน/เครื่องจักร

Ahsanddin Ansari (1986) ได้ทำการสำรวจวิจัยถึงรายละเอียดขององค์ประกอบที่สำคัญของเทคนิคการสั่งซื้อที่เป็นเครื่องมือที่จะนำไปสู่ระบบทันเวลาพอดี ซึ่งได้ทำการวัดแบ่งแยกพร้อมทั้งรวบรวมสรุปและได้ให้แนวทางการแก้ไขไว้ด้วย

ทฤษฎีต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อจะนำแนวทางและกฎเกณฑ์ของทฤษฎีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต ในส่วนของการจัดการด้านการทำงาน การวางแผนงาน และการใช้ทรัพยากรในระบบฯ เพื่อให้การดำเนินงานด้านการผลิตให้บรรลุถึงเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้บนรากฐานแห่งความสำเร็จ และทำให้ระบบงานการผลิตดำเนินไปอย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพสูงสุด