



Đơn giản hóa dòng nguyên liệu trong nhà máy: Nền tảng thiết yếu cho xưởng sản xuất Lean



“Flow” Dòng chảy là gì?

Flow là “sự tiến trình di chuyển của sản phẩm thông qua một cơ sở từ khi nhận nguyên liệu thô đến vận chuyển thành phẩm mà không dừng lại tại bất kỳ thời điểm nào do dòng chảy ngược, sự cố máy, phế liệu hoặc sự chậm trễ sản xuất khác.

Nguồn: Suzaki, K. (1987). *The new manufacturing challenge: Techniques for continuous improvement*. New York, NY: Free Press.



Quy tắc dòng chảy tại Toyota⁺

- (Trang 11) “...Tôi là quản lý của xưởng máy tại nhà máy Koromo. Như một thử nghiệm, tôi đã sắp xếp các máy khác nhau theo chuỗi các quy trình gia công...”
- (Trang 33) “...Chúng tôi nhận ra rằng hệ thống (kanban) sẽ không hoạt động trừ khi chúng tôi thiết lập quy trình sản xuất có thể xử lý hệ thống kanban quay lại quy trình trước bằng quy trình ...”
- (Trang 39) “...Không thể phủ nhận việc cân bằng sản xuất trở nên khó khăn hơn khi phát triển đa dạng hóa sản phẩm ...”

⁺ Ohno, T. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, OR: Productivity, Inc. ISBN 0-915299-14-3.



Role of Flow at Toyota⁺

- (Trang 54) “...Nhà máy chính của Toyota đưa ra một ví dụ về quy trình sản xuất trơn tru được thực hiện bằng cách sắp xếp lại các máy thông thường sau khi nghiên cứu kỹ về trình tự công việc...”
- (Trang 54) “...Điều quan trọng đối với nhà máy sản xuất là thiết kế layout trong đó các hoạt động của công nhân hài hòa với nhau hơn là cản trở dòng sản xuất...”
- (Trang 100) “...Bằng cách thiết lập một dòng chảy kết nối không chỉ tại dây chuyền lắp ráp cuối cùng mà tất cả các quy trình, ta sẽ giảm được lead time...”

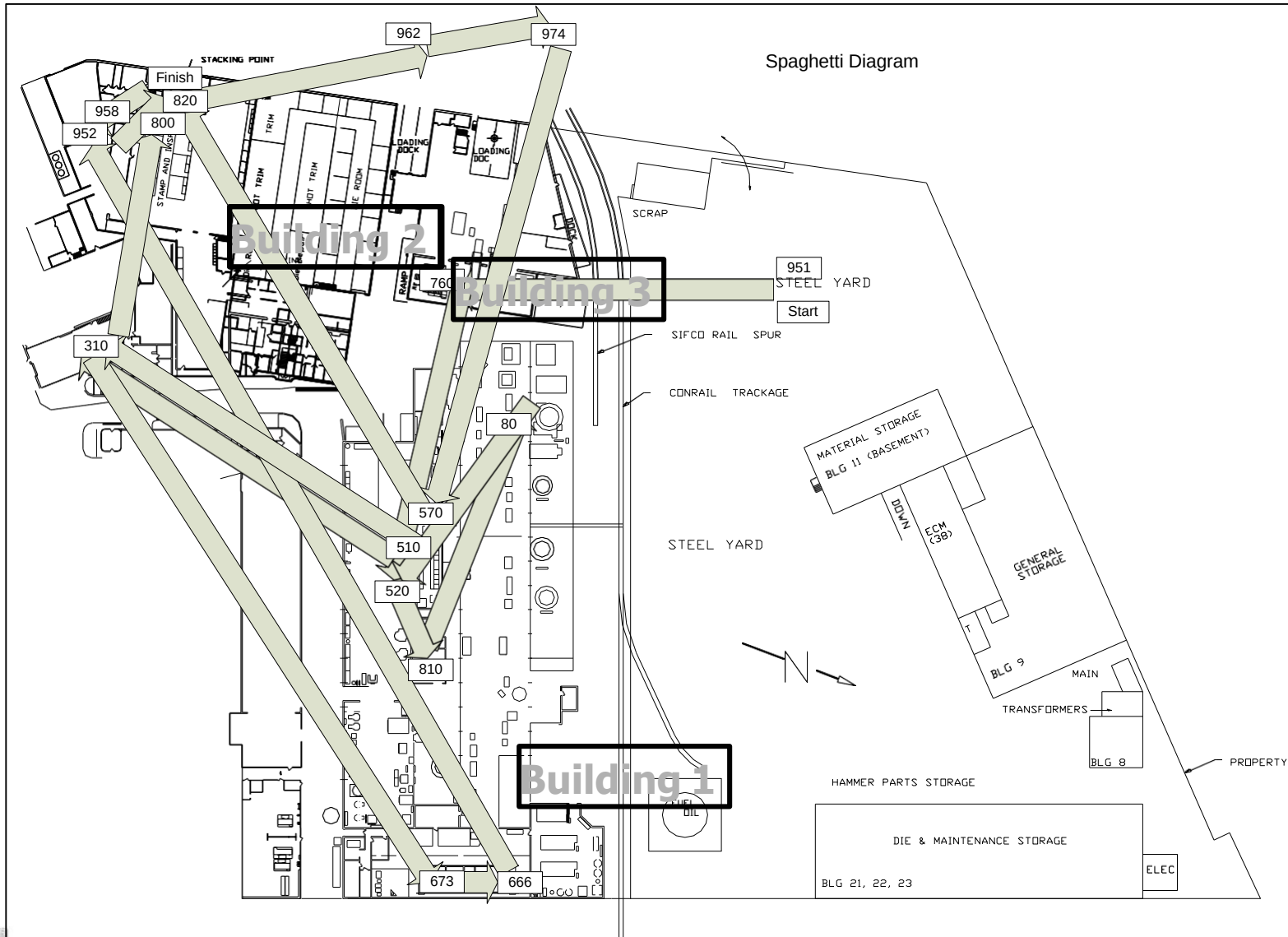


Role of Flow at Toyota⁺

- (Trang 123) “...Khi dòng chảy công việc được bố trí hợp lý, các “đảo nhỏ bị cô lập” không được hình thành...”
- (Trang 125) “...Đối với công nhân trên dây chuyền sản xuất, điều này có nghĩa là chuyển từ việc trở thành một *kỹ năng đơn lẻ* để trở thành *đa kỹ năng*...”
- (Trang 128) “...Khía cạnh đầu tiên của TPS khắc có nghĩa là đưa một dòng chảy vào quy trình sản xuất. Bây giờ, chúng tôi đặt một máy tiện, máy nghiền và máy khoan trong chuỗi thực tế của quy trình sản xuất...”



Chỉ có Một bước đập trong “dòng chảy”?







Tập trung vào dòng chảy không loại bỏ lãng phí

Dòng chảy là “sự tiến trình di chuyển của sản phẩm thông qua một cơ sở từ khi nhận nguyên liệu thô đến vận chuyển thành phẩm mà không dừng lại tại bất kỳ thời điểm nào do dòng chảy ngược, sự cố máy, phế liệu hoặc sự chậm trễ sản xuất khác.

Nguồn: Suzaki, K. (1987). *The new manufacturing challenge: Techniques for continuous improvement*. New York, NY: Free Press.



Chỉ số hiệu suất (KPI) cho dòng chảy

Thời gian dòng chảy (ngày) = $WIP (\$) / \text{Mức tiêu thụ} (\$/\text{day})$ ⁺

Do đó, một chiến lược thông thường để loại bỏ lãng phí, giảm chi phí và tăng cường thực hiện đơn hàng hàng ngày nên là:

Giảm flow time trung bình trên mỗi đơn hàng

⁺ Little, J.D.C. 1961. A Proof for the Queuing Formula: $L = \lambda W$. *Operations Research*, 9, 383-387.



Lãng phí ↑ Trì hoãn NVA ↑ Flow Time





Ví dụ: Chi phí LƯU KHO¹

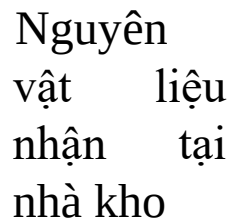
Nói rằng chi phí hàng tồn kho hàng năm của một công ty là 10.000.000\$. Nếu chúng tôi giả định rằng WIP và nguyên liệu thô chiếm 25% hàng tồn kho này, thì công ty đã cố định 2.500.000\$ tại phân xưởng của mình. Tiếp theo, nếu chúng tôi giả định rằng chi phí vận chuyển hàng tồn kho là 10%, thì công ty sẽ trả thêm 250.000\$ cho không gian kho, an ninh, điện, v.v. Do đó, công ty phải trả tiền phạt vì không di chuyển vật liệu nhanh chóng tại công ty của mình là **2.750.000\$!**

¹ Courtesy of E.J. Phillips (President, The Sims Consulting Group)



Thời gian lưu trữ tại nhà kho

Thời gian lưu trữ tại nhà kho



Thời gian di
chuyển đến
OP#1

Thời gian
cài đặt tại
OP#1

Thời gian chờ trước
khi đến OP#1

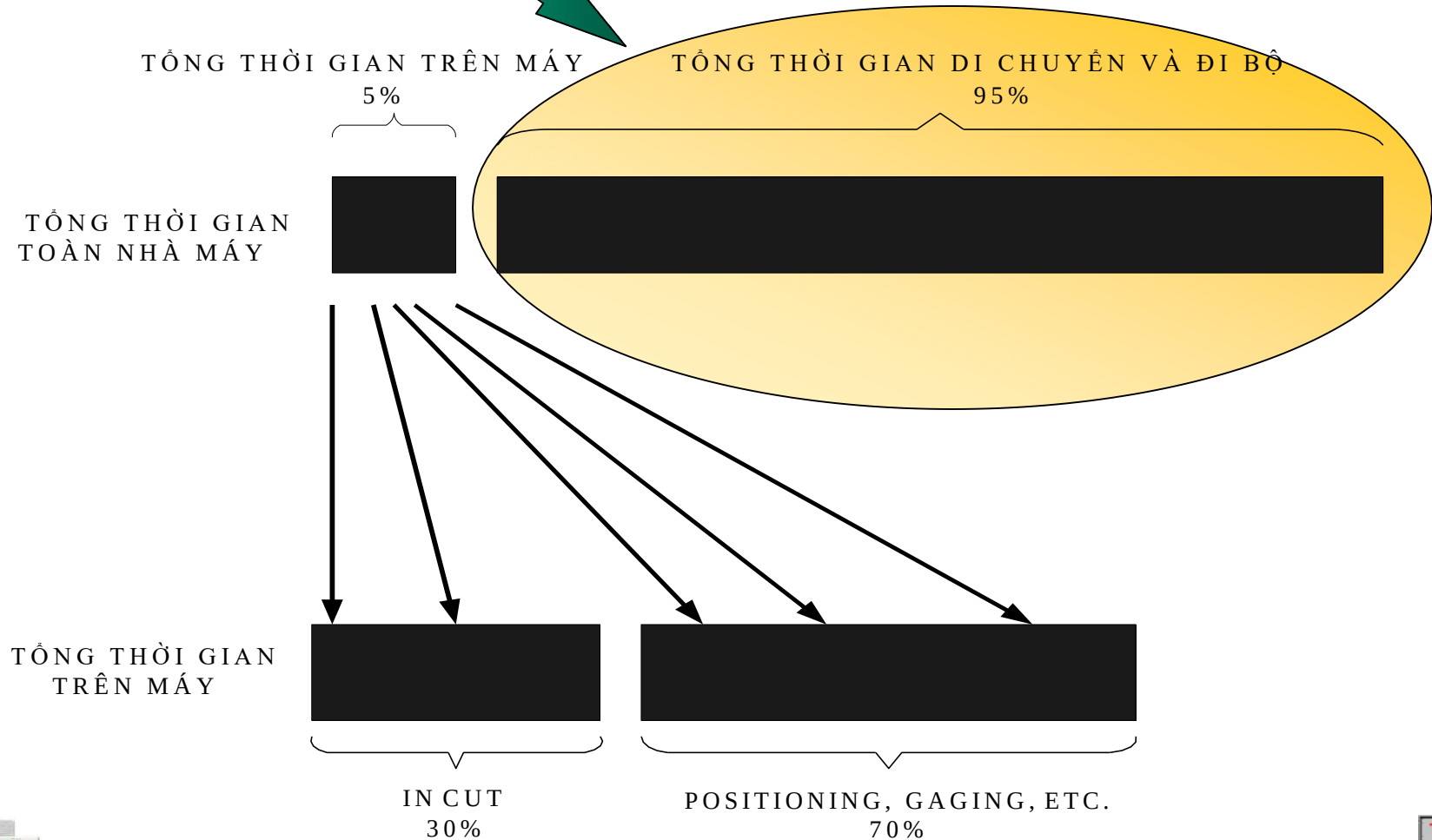
Thời gian di
chuyển đến
OP#2

Chờ đợi tại
OP#1 để di
chuyển đến
OP#2

Giá trị tương lai
(\$)
của tất cả các
dòng tiền



Lãng phí là yếu tố cốt yếu tăng Flow Time





Mối tương quan giữa bố trí Layout & Flow Time

Nếu bố trí layout kém, thì khoảng cách di chuyển trung bình trên mỗi đơn hàng $\uparrow$ vì thế
lãng phí vận chuyển $\uparrow$ do đó lãng phí do WIP $\uparrow$
nên lãng phí chờ đợi $\uparrow \rightarrow$ Flow Time $\uparrow$, năng
suất $\downarrow$ và chi phí hoạt động $\uparrow$



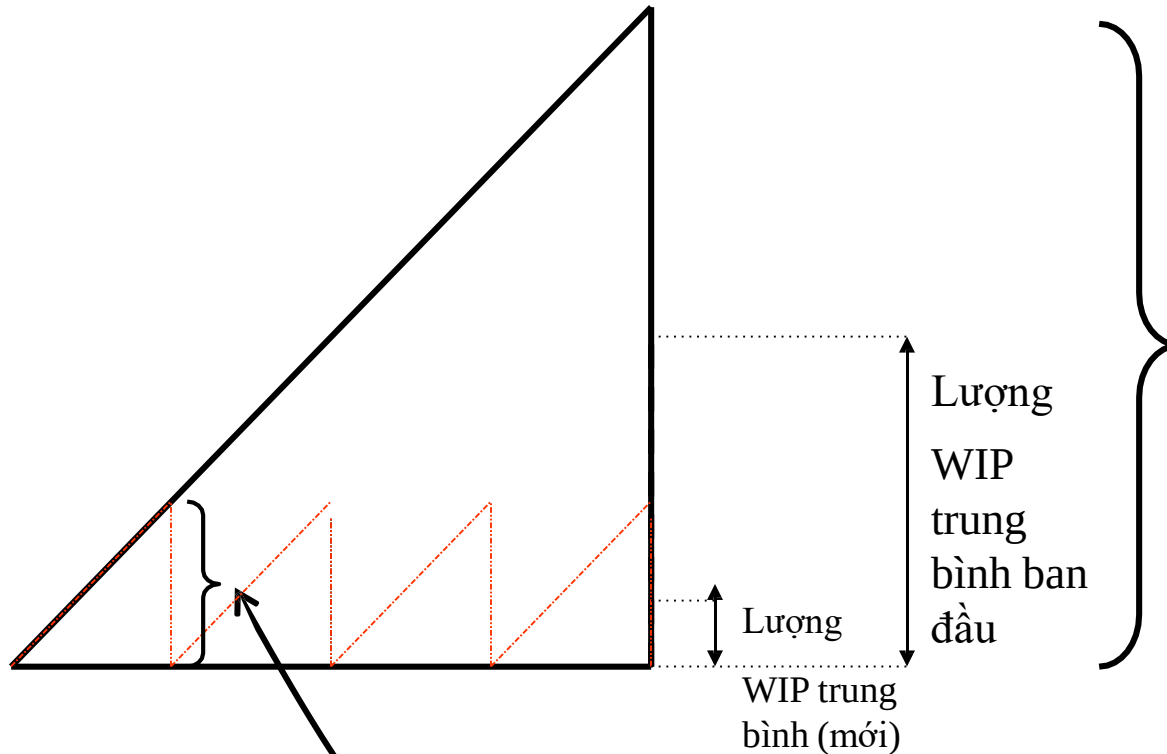
Mối tương quan giữa bố trí Layout & WIP

“Nếu các quá trình liên tiếp liền kề sát nhau, một đơn vị sản xuất được di chuyển tại một thời điểm, như trong một dây chuyền lắp ráp. Nếu quy trình tiếp theo nằm trên lối đi, kích thước lô xử lý là tải trọng đơn vị. Nếu quy trình tiếp theo là trên toàn bộ nhà máy, thì kích thước lô xử lý ít nhất là nguồn cung cấp sản phẩm trong một giờ, bởi vì việc thu thập thường xuyên hơn là không thực tế. Nếu quy trình tiếp theo ở nhà máy khác, quy mô lô xử lý ít nhất là một ngày sản xuất ... (kể từ đó) WIP giữa các quy trình sẽ ít nhất là một nửa kích thước lô hàng, (có) đơn đặt hàng tiềm năng sự khác biệt về mức độ WIP dựa trên layout”

² Harmon, R.L. & Peterson, L.D. (1990). *Reinventing the Factory*. New York, NY: The Free Press.



Mối tương quan giữa WIP & Chi phí vận chuyển



Số lượng vận chuyển là hàng loạt
Khi khoảng cách giữa các máy là lớn

Số lượng vận chuyển là hàng loạt
Khi khoảng cách giữa các máy được giảm nhờ việc thay đổi layout



Cách để giảm Lãng phí Cốt yếu



Thiết kế Flow (DFF – Design For Flow)



Giảm thiểu dòng chảy

- Loại bỏ quy trình
- Kết hợp các quy trình
- Giảm bớt đa dòng chảy

Giảm thiểu chi phí dòng chảy

- Loại bỏ làm lại
- Tối thiểu chi phí làm lại

Tối đa hóa hướng dòng chảy

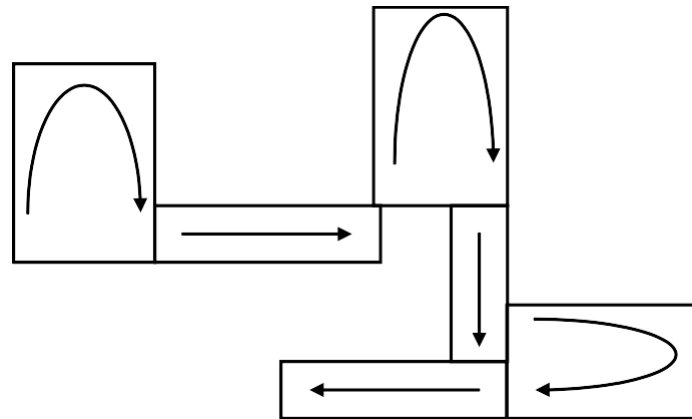
- Loại bỏ quay lại
- Loại bỏ việc vắt chéo đường đi và tại giao điểm giữa các đường hướng

- Tối thiểu trì hoãn do chờ đợi
- Tối thiểu trì hoãn cảm lên/ đặt xuống
- Tối thiểu WIP
- Tối thiểu trì hoãn do vận chuyển



Chiến lược để tối thiểu dòng chảy

- Sửa đổi thiết kế sản phẩm để loại bỏ các tính năng phi chức năng
- Áp dụng công nghệ sản xuất đa chức năng mới để thay thế các máy móc thông thường
- Cung cấp vật liệu cho các nơi sử dụng sẽ giảm thiểu không gian lưu kho
- Mô đun hóa để hướng vào dòng chảy, nhóm sản xuất (cell) và nhà máy tập trung



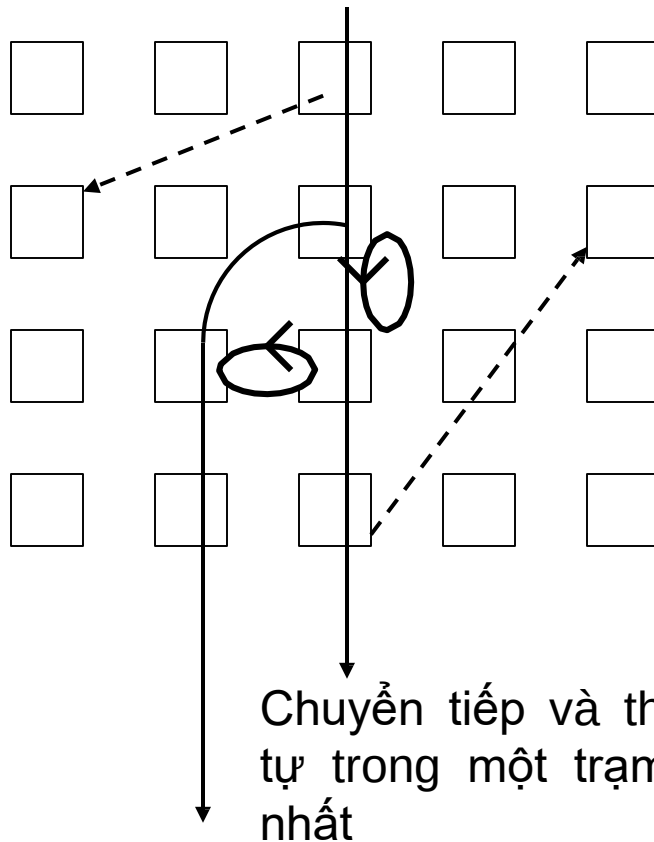


Chiến lược để tối thiểu dòng chảy

- Sản xuất song song hoặc tạo các trạm lắp ráp phụ
- Kết hợp một số lô chuyển thành tải theo đơn vị
- Chọn kế hoạch xử lý với số lượng tối thiểu hoạt động
- Loại bỏ các tuyến ngoại lệ bằng cách hợp lý hóa việc sản xuất hỗn hợp sản phẩm
- Ngăn chặn sự phổ biến của các tuyến mới - Sử dụng lập kế hoạch quy trình biến thể để tạo các tuyến mới



Các loại Flow Paths



Dòng chảy băng
qua một trạm: OK



Dòng chảy ngược
lại các quy trình
trước đó: OK



**Dòng chảy băng
qua một trạm: NOT
OK**

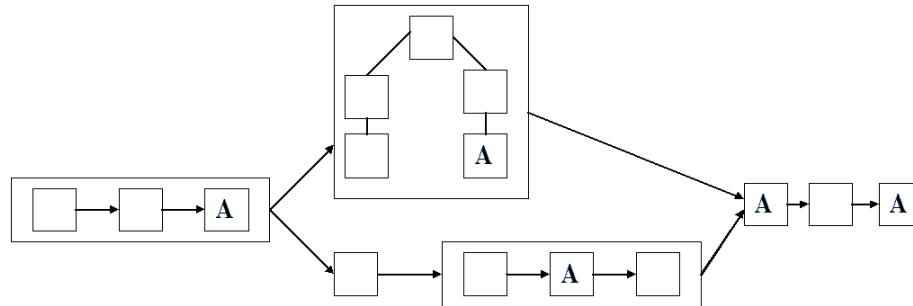
Chuyển tiếp và theo thứ
tự trong một trạm là tốt
nhất

Dòng chuyển tiếp giữa các máy song song
và liền kề cách nhau bởi một trạm: OK

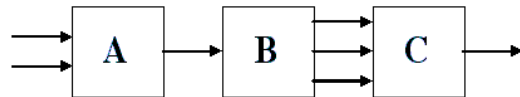


Cách để tối đa chuyển hướng dòng chảy

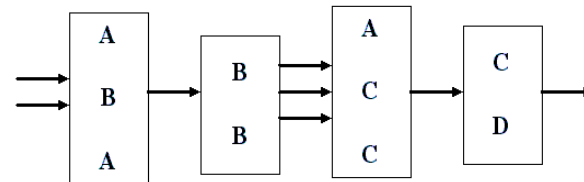
- Nhân bản máy cùng loại tại nhiều vị trí



- Bố trí layouts hybrid

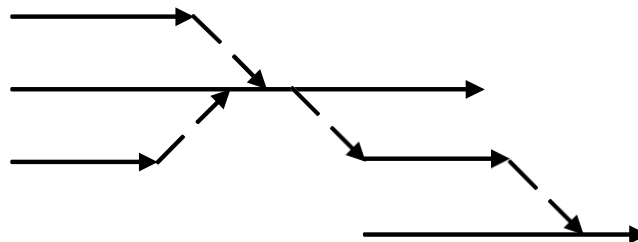


Flowshop



Hybrid Flowshop

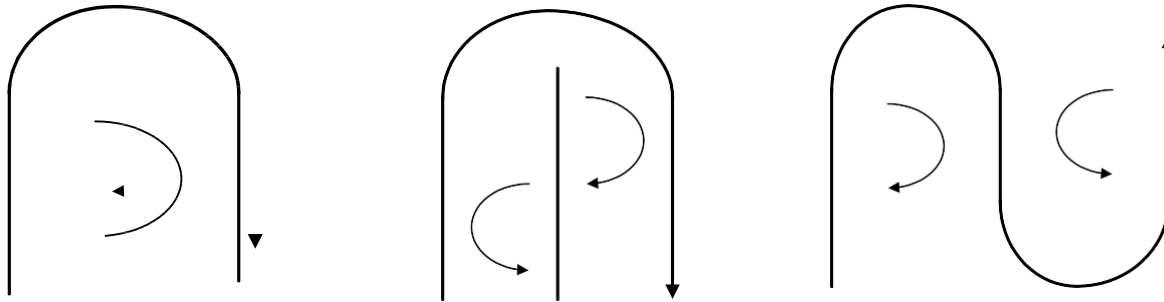
- Dòng chảy tầng song song





Cách để tối đa chuyển hướng dòng chảy

- Uốn cong dòng chảy thành hình chữ U, W hoặc S



- Phát triển layout dựa trên biểu đồ quy trình vận hành lắp ráp hoàn chỉnh



Cách để tối thiểu chi phí dòng chảy

- Thiết kế tất cả các dòng chảy nguyên vật liệu bằng cách sử dụng dạng như hình vẽ $\uparrow, \downarrow, \curvearrowright, \curvearrowleft$ hoặc các đường tuyến tính $\angle$
- Thiết kế layout để giảm thiểu khoảng cách di chuyển cho tải trọng nặng / đơn vị vận chuyển lớn
- Sử dụng các nguyên tắc xử lý vật liệu có liên quan
 - Tải trọng đơn vị
 - Sử dụng không gian khối
 - Tiêu chuẩn hóa thiết bị và phương pháp làm việc
 - Cơ giới hóa các quy trình (nếu có thể, tự động hóa các quy trình)
 - Tính linh hoạt của thiết bị và phương pháp làm việc
 - Đơn giản hóa các phương pháp và thiết bị
 - Tích hợp các dòng chảy nguyên vật liệu, con người và thông tin
 - Tin học hóa tài liệu, con người và dòng chảy thông tin
 - Tận dụng trọng lực để di chuyển vật liệu



Cách để tối thiểu chi phí dòng chảy

- Giảm thiểu tất cả không gian bộ đệm (buffer)/ không gian lưu trữ tại máy
- Cân bằng các hoạt động liên tiếp - Sử dụng bộ đệm (safety stock) một cách chiến lược
- Tối đa hóa việc sử dụng các đợt vận chuyển nhỏ - Sử dụng xe forklifts “đi lang thang” để phục vụ tại xưởng với nguyên tắc FCFS (First Come First Served) – đến trước phục vụ trước
- Phát nguyên vật liệu với số lượng được kiểm soát - Dựa vào kanbans (lập kế hoạch trực quan), chỉ tỷ lệ sản xuất máy bị nghẽn cổ chai, đơn đặt hàng của công ty không dự báo sản xuất, v.v.



Hướng dẫn thiết kế dòng chảy

1. Tối ưu dòng chảy nguyên vật liệu
2. Dòng chảy liên tục từ nơi nhận đến nơi chuyển đi
3. Dòng chảy theo đường thẳng (càng tốt)
4. Tối thiểu lưu lượng giữa các hoạt động liên quan
5. Xem xét đúng quy trình so với sản phẩm so với nhóm so với bố trí thay thế
6. Khoảng cách xử lý vật liệu tối thiểu giữa các quy trình và các hoạt động
7. Vật liệu nặng thì di chuyển khoảng cách tối thiểu
8. Tối ưu dòng chảy nhân sự
 - a. Số người
 - b. Tần suất đi lại
 - c. Không gian cần thiết
9. Tối thiểu việc vận chuyển ngược lại
10. Dây chuyền sản xuất (càng tốt)
11. Hoạt động kết hợp để loại bỏ hoặc giảm thiểu sửa chữa/ làm lại
12. Tối thiểu việc xử lý lại nguyên vật liệu
13. Kết hợp sản xuất và làm lại
14. Tối thiểu vật liệu trong khu vực làm việc
15. Nguyên liệu được giao đến nơi sử dụng
16. Vật liệu được xử lý bởi một người vận hành ở vị trí thuận tiện cho người vận hành tiếp theo đến lấy
17. Khoảng cách đi bộ tối thiểu giữa các công nhân vận hành
18. Tương thích với tòa nhà (hiện tại hoặc đề xuất)
 - a. Cấu hình (hình dạng)
 - b. Hạn chế (sức mạnh, kích thước, vị trí cột và khoảng cách, v.v.)
19. Lối đi tiềm năng
 - a. Thẳng
 - b. Từ nơi nhận – chuyển đi
 - c. Số lượng tối thiểu
 - d. Tối ưu chiều rộng
20. Các hoạt động liên quan gần nhau

Nguồn: Apple, J. M. (1977). *Plant layout and material handling*. New York, NY: John Wiley.



Guidelines for Design For Flow

21. Dự phòng
 - a. Lưu trữ nguyên liệu trong quá trình
 - b. Lưu trữ và vận chuyển phế liệu
22. Linh hoạt về
 - a. Tăng hoặc giảm sản xuất
 - b. Sản phẩm mới
 - c. Quy trình mới
 - d. Bổ sung thêm bộ phận (BTP)
23. Có thể mở rộng theo các hướng đã được lên kế hoạch từ trước
24. Tương quan hợp lý với các trạm
 - a. Sự định hướng
 - b. Địa hình
 - c. Mở rộng (nhà máy, bãi đậu xe, cầu trục phụ trợ, v.v.)
25. Nhận và vận chuyển liên quan đến
 - a. Nhận và vận chuyển liên quan đến
 - b. Phương tiện vận chuyển bên ngoài (hiện có và đề xuất)
26. Hoạt động với yêu cầu vị trí cụ thể nằm ở những điểm thích hợp
 - a. Hoạt động sản xuất
 - b. Phục vụ sản xuất
 - c. Nhân sự phục vụ
 - d. Dịch vụ hành chính
27. Yêu cầu giám sát được xem xét thích hợp
 - a. Quy mô phòng ban
 - b. Hình dạng
 - c. Vị trí
28. Mục tiêu kiểm soát sản xuất dễ dàng đạt được
29. Mục tiêu kiểm soát chất lượng dễ dàng đạt được
30. Cân nhắc cho các khả năng đa tầng (hiện có và đề xuất)
31. Không có vi phạm rõ ràng về các yêu cầu về sức khỏe và an toàn



Chiến lược thực hiện DFMA

- “Bên trong-Bên ngoài ra: Trong môi trường hỗn hợp cao, hãy giữ các mô-đun và bộ phận tiêu chuẩn ở bên trong và bên trong và các tính năng đặc biệt ở bên ngoài; *giữ biến thể sản phẩm càng xa đến cuối dòng càng tốt*
- “Đài tưởng niệm huyền thoại”: Tránh các thiết kế thành phần đòi hỏi một quy trình mới và độc nhất phải phục vụ nhiều dây chuyền sản phẩm
- “Batch Early”: Nếu các quy trình bắt buộc phải sản xuất theo lô (mạ, sơn, xử lý nhiệt, lò, sấy/ luyện) hãy thử thiết kế các sản phẩm trong đó các quy trình này có thể được sử dụng càng sớm càng tốt (Không có gì tệ hơn là yêu cầu lò/ sấy khô ở giữa Quy Trình Lắp Ráp Cuối Cùng)
- “Các mô-đun Chuẩn hóa”: không nhất thiết phải là Sản phẩm: Cung cấp một hỗn hợp sản phẩm rộng là một lợi thế cạnh tranh, vì vậy việc giảm sản phẩm SKU có thể không phải là một ý tưởng hay. Tuy nhiên, giảm mô-đun và giảm SKU mô-đun và thành phần nên là một chiến lược cốt lõi

– Courtesy of Ray Keefe, VP-Manufacturing, Emerson Electric Co.



Chiến lược thực hiện DFMA

- “Rủi ro đối với các vấn đề về chất lượng”: Vẫn có thể xảy ra với các rủi ro chất lượng tiềm ẩn trong quá trình lắp ráp và lắp ráp phụ cho đến khi chúng được kiểm tra trực quan. một thiết kế cần tạo “bẫy” như một quả bóng và lò xo có nắp trước khi bóng và lò xo được kiểm tra để định hướng chính xác là không tốt
- “Thiết kế dành cho Poke-Yoke”, không chỉ tránh sự đối xứng mà còn thiết kế các bộ phận và lắp ráp có Poke-Yoke
- “Thử thách mọi dung sai”: Không có gì tệ hơn việc giữ dung sai không cần thiết - Dung sai phải được phân tích và chấp nhận dựa trên các tiêu chuẩn thông thường
- “Chạm 100 lần”: Hãy suy nghĩ xử lý và định hướng vật liệu trong khi thiết kế. Nếu sản phẩm nặng, có điểm lấy nhanh và đảm bảo an toàn không? Một định hướng có thể được sử dụng thông qua tất cả các quy trình? Chúng ta có cần phải có người vận chuyển đặc biệt không? Hãy nhớ rằng, sản phẩm được thiết kế MỘT LẦN, nhưng mỗi đơn vị sản xuất có thể được chạm 100 lần!



Phân tích dòng chảy sản xuất



Phân tích dòng chảy sản xuất là gì?

Phân tích dòng chảy sản xuất (PFA - Production Flow Analysis) là một kỹ thuật để nhóm máy, hình thành thành “một gia đình”, bố trí tế bào (cell) và bố trí nhà máy tổng thể được phát triển bởi J. L. Burbidge. Khi được sử dụng cho thiết kế nhà máy, PFA bao gồm bốn giai đoạn, mỗi giai đoạn dần dần đạt được **dòng chảy** trong một phần nhỏ hơn của nhà máy.



Các giai đoạn của Phương pháp PFA

Phân tích dòng chảy nhà máy (FFA - Factory Flow Analysis): Phát triển hệ thống dòng chảy đơn hướng tham gia các phòng ban khác nhau trong một nhà máy; mỗi phòng ban hoàn thành tất cả các phần họ phải làm.

Phân tích Nhóm (GA - Group Analysis): Nghiên cứu các dòng chảy trong mỗi xưởng được xác định bởi FFA; trình tự hoạt động của các phần được phân tích để thiết kế các tế bào sản xuất (cells).

Phân tích dây chuyền (LA - Line Analysis): Phân tích các dòng chảy tương ứng với tần suất hoạt động và trình tự các phần trong mỗi cell (tế bào) được hình thành bởi GA; phát triển một cấu trúc tế bào đảm bảo vận chuyển hiệu quả bên trong.

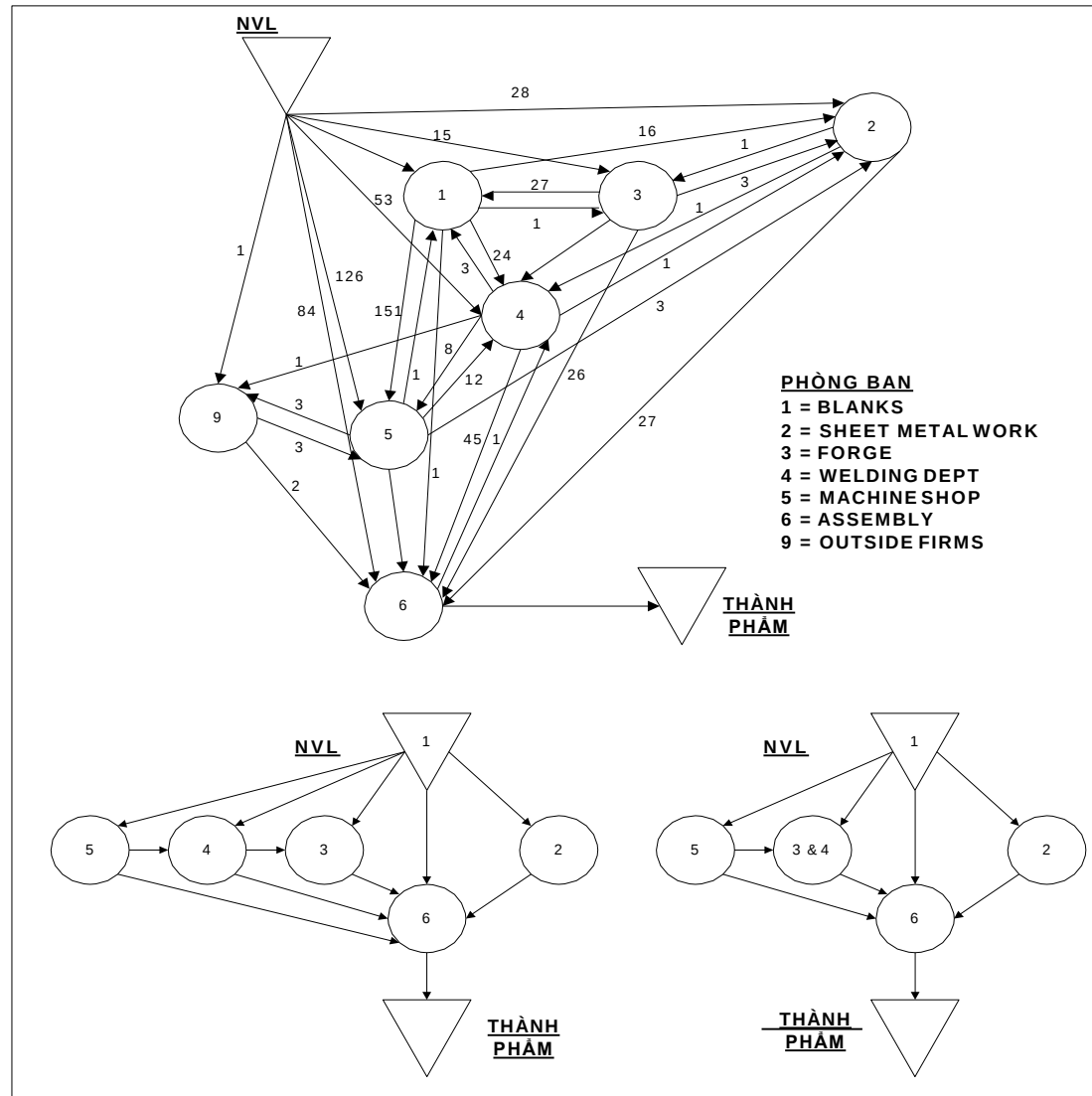
Phân tích dụng cụ (TA - Tooling Analysis): Nghiên cứu máy có nút cổ chai trong mỗi tế bào để tìm các “gia đình dụng cụ” (dụng cụ tương tự nhau); “gia đình các phần” được xếp theo trình tự liên tiếp trên máy để giảm thiểu công suất bị mất do thay đổi thiết lập.

Giai đoạn bổ sung

Phân tích layout xưởng (SLA - Shop Layout Analysis): Nghiên cứu layout sẽ giảm tối thiểu độ trễ dòng chảy liên tục khi nhiều cell phụ thuộc lẫn nhau mà chúng có sự chia sẻ “các di sản” và có các nguồn đặt tiền chung.



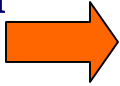
Phân tích Dòng chảy Nhà máy





Phân tích Dòng chảy Xưởng

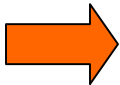
Trước khi
phân tích



M A C H I N E / W O R K S T A T I O N		K 4 8 2 2 5 1 A	L 4 8 3 3 8 8	L 4 8 2 2 6 7 B	M 4 4 2 2 7 6 E	M 4 7 6 9 3 F	L 4 8 3 3 8 8 M	M 4 8 1 1 9 5 C	M 4 4 2 2 7 6 D	E 4 1 7 9 5	E 4 8 5 5 9 6	E 3 4 2 2 6 7	E 1 2 2 0 4	E 1 2 2 8 8	K 4 7 6 9 7	E 4 7 7 8 2	E 4 8 5 5 9 6	K 3 4 5 9 4	E 3 3 4 4 9 4	M 4 8 2 2 6 5 D	K 4 4 2 2 7 6 C	M 4 5 6 9 1 D	M 4 5 6 9 1 B	M 4 8 3 3 8 8 H	K 3 4 0 9 8 A	E 7 3 9 2	E 4 6 3 3 6 4	E 3 3 2 9 5	K 4 5 1 9 9	K 4 3 5 9 0	M 6 1 5 9 2	E 1 8 6 9 4		
	DMT (3)		X									X			X	X	X									X						X		
	DM (3)				X	X				X				X		X			X	X	X					X				X	X	X		
	PG				X			X											X	X	X	X												
	DXY (3)	X	X	X															X							X				X	X	X		
	P&GR						X																											
	PGR														X														X					
	PGH																																	
	PGG																						X	X						X				
	P&G								X	X	X	X	X	X												X	X			X	X	X	X	
	RP																X	X											X					
	PGB						X										X	X													X			
W&P		X							X															X	X						X	X		
WG3													X																					

COMPONENT - MACHINE CHART. INITIAL RECORD. FORGE.

Sau khi
phân tích



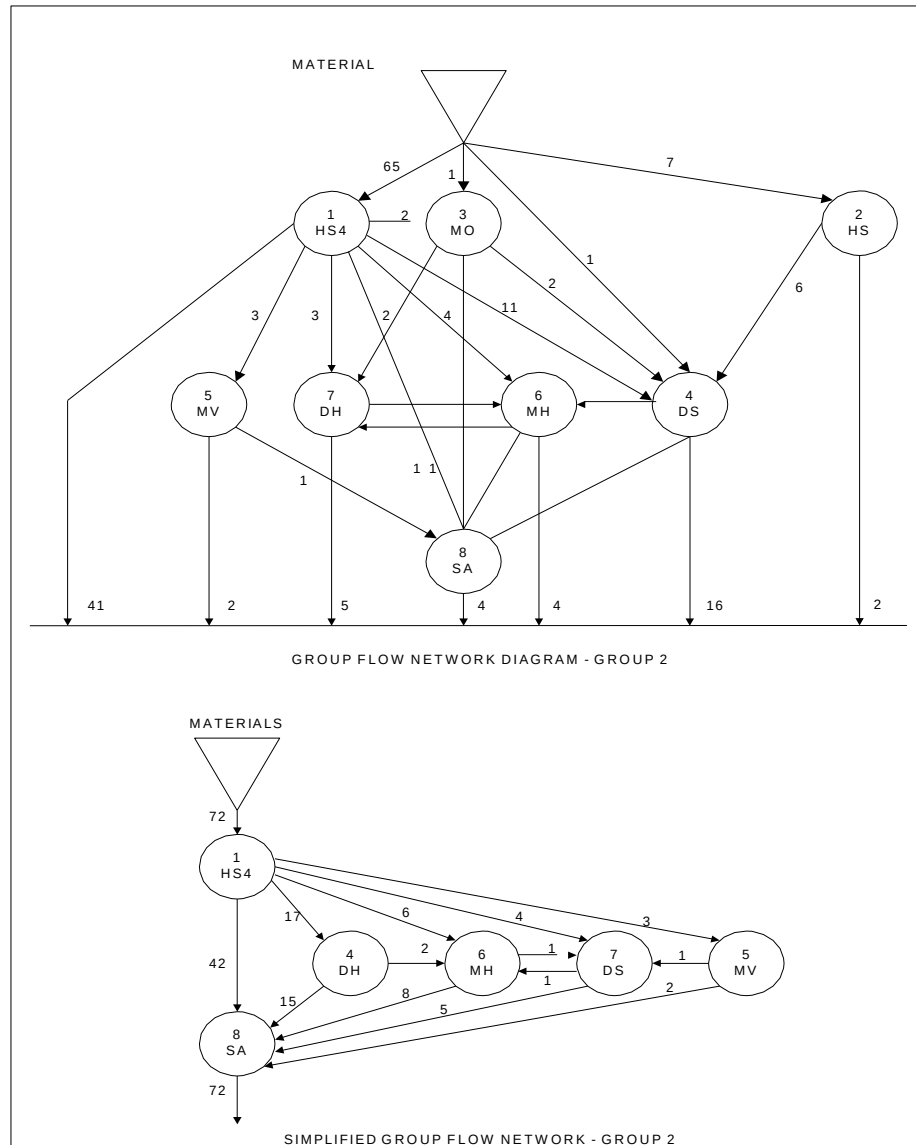
	PART / PRODUCT																															
	L 4 8 2 6 7 B	K 3 4 5 9 6 D	M 4 8 2 6 5 D	E 3 3 4 7 6 C	K 4 4 2 7 8 M	L 4 8 3 9 2 A	E 7 3 9 8 A	K 3 4 0 9 9 0	K 4 5 1 9 9 0	M 6 1 5 9 2	M 4 8 1 5 9 5 C	M 4 4 2 7 6 D	E 3 4 2 6 7	E 1 2 2 0 4	E 1 8 6 9 4	E 4 1 7 9 5	E 4 8 5 9 6	M 4 8 3 8 1 A	L 4 8 3 9 8	M 4 5 6 9 1 D	M 4 4 2 7 6 E	M 4 4 2 7 6	K 4 7 6 9 2	E 4 6 3 6 4	E 4 4 6 3 6 4	E 1 2 2 8 8	E 3 3 2 9 5	E 4 8 5 8 6	M 4 7 6 9 3 F			
PG	X	X	X	X	X	X	FAMILY - 1																									
DM 3/1	X	X	X	X																												
DXY 3/1	X	X																														
RP																																
	FAMILY - 1																															
P&G								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
DMT 3/2								X	X	X											X											
DM 3/2								X	X	X	X																					
DXY 3/2								X	X	X	X																					
W&P								X	X	X		X																				
WG3																																
	FAMILY - 2																															
PGG																																
PGB																																
PGR																																
DMT 3/3																																
DM 3/3																																
P&GR																																
	FAMILY - 3																															

COMPONENT - MACHINE CHART. AFTER FINDING FAMILIES AND GROUPS

Các cell
tiềm năng
trong
xưởng máy
này

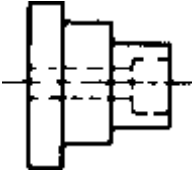


Phân tích Dòng chảy Tế Bào (cell)



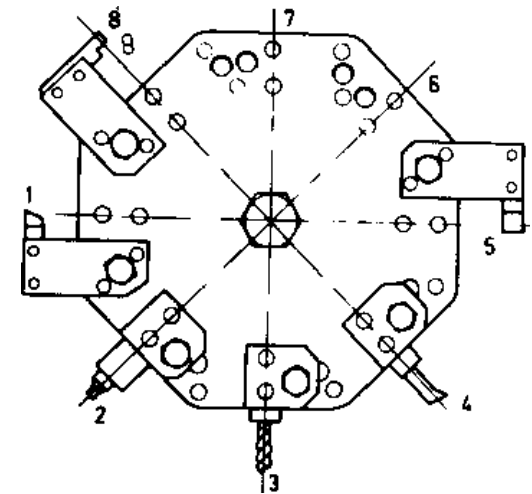


Phân tích Dòng chảy Dụng cụ – Loại I



Turret Pos.	Mô tả
1	Face and Rgt. Turn (use as stop)
2	Trung tâm
3	Khoan
4	Boring
5	Finish Turn
6	Free
7	Free
8	Part Off

Lưu ý – Các công cụ bổ sung nên được đặt ở vị trí free nếu có thể, do đó duy trì các cài đặt cơ bản





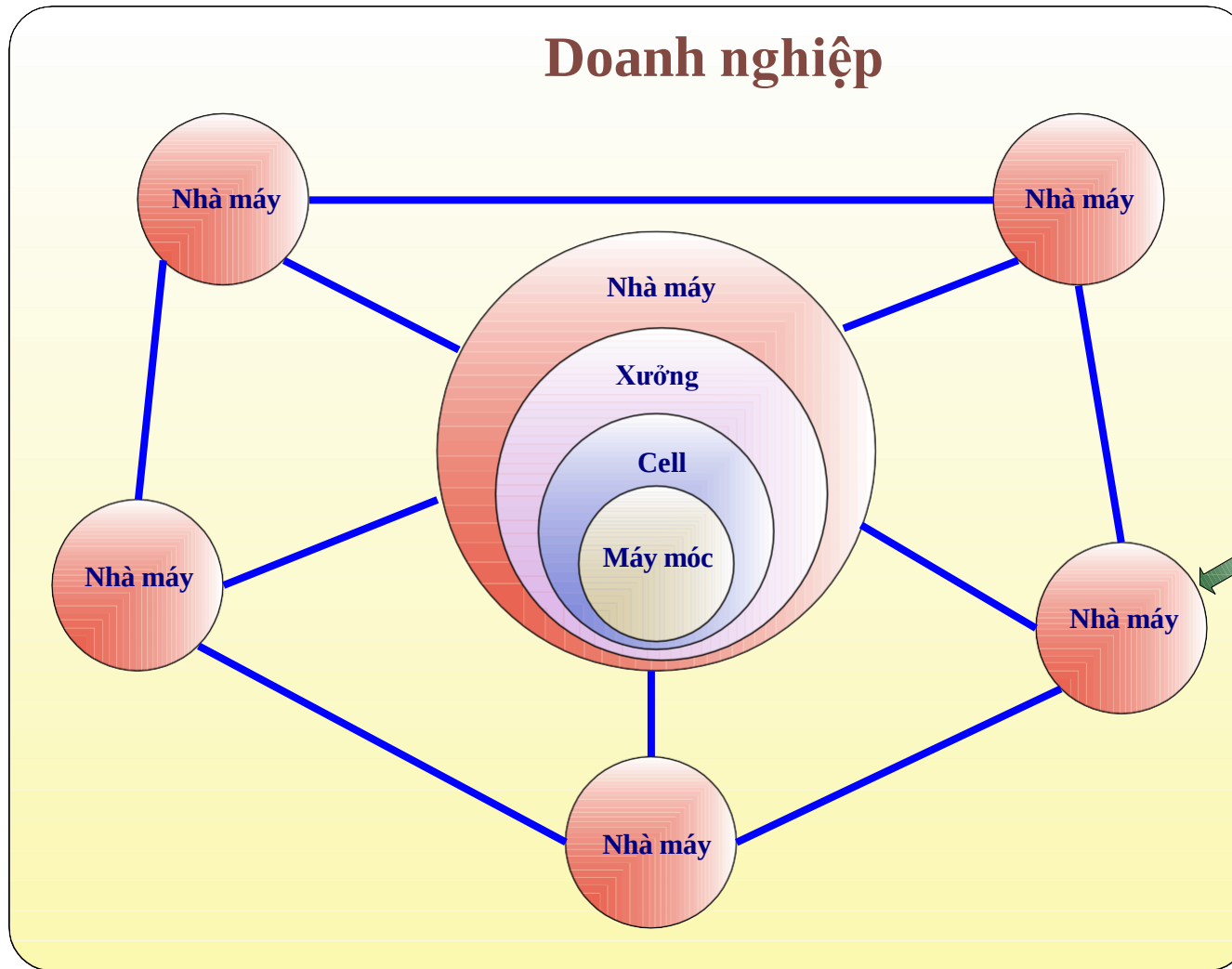
Phân tích Dòng chảy Dụng cụ – Loại II



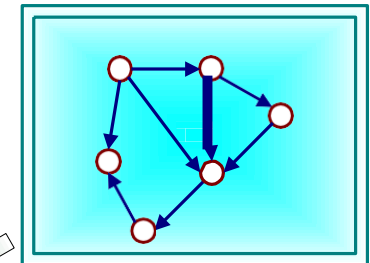
	Digit 1	Digit 2		Digit 3	Digit 4	Digit 5	Digit 6	Digit 7	Digit 8		
	Method of holding	Dimension				Matching with			Material	Surface accuracy	
		3 Jaw chuck		D _w	L	Special attachments	Boring tool carrier	Quadruple single point tool holder			
		Bore dia. φ	Over all								
0	3 Jaw chuck outer			< 40	L/D _w <0.1	w/o	w/o	w/o	GG-formed	rough turned ∇	0
1	3 Jaw chuck inner	42 φ	160	41.....100	L/D _w <0.5	Axial copying	Boring, counter-sinking, reaming, tapping.	Uniform cutting, w/o accuracy.	ST-formed	fine turned ∇∇	1
2	4 Jaw chuck	60 φ	250	101...200	L/D _w up to limit of chuck	Face copying	Only outer turning.	Uniform cut, or staggered cut, with accuracy, simple boring up to 48 φ.	NE-formed	outer fit	2
3	Spring collet	80 φ	315	301...400	Shafts<500	2 Axis copying	1 with 2	Outer shaping, chamfering, inserting with form tool, not copying.	GG-cut off	inner fit (+ outer)	3
4	Mandrel or arbor	80 φ	400	401...500	Shafts 500...1000	Conical Surface tapering±12°	Shaping, etc. with form tool; with 3; not copying.	3 with 4	ST-cut off	positional accuracy	4
5	Jig or fixture	125 φ	500	501...1000	Shafts 1m...2m	Steep cone	Inner shaping inserting chamfering; with 3; copying.	Shaping, inserting chamfering with form tool; copying.	NE-cut off	polishing	5
6	Between centers			> 1000	Shafts 2m...5m	Short thread milling	Inner & outer at the same time	5 with 2 & 1 or 3	GG-bar	knurling, etc.	6
7	Chuck-center				Shafts > 5m	Threading with lead screw		6 with back tool holder	ST-bar		7
8	Steadies					Thread with copying			NE-bar		8
9	Eccentric (face plate)					Unround copying		Automatic cycle with 4 th & 5 th digits	non-metal		9



Quy tắc PFA trong doanh nghiệp Lean



Mạng lưới NCC





From-To Chart

From	To	Quantity	From	To	Quantity	From	To	Quantity	From	To	Quantity	From	To	Quantity	From	To	Quantity
1	2	100	1	3	50	1	4	20	1	5	10	1	6	5	1	7	2
2	3	50	2	4	20	2	5	10	2	6	5	2	7	2	2	8	1
3	4	20	3	5	10	3	6	5	3	7	2	3	8	1	3	9	0
4	5	10	4	6	5	4	7	2	4	8	1	4	9	0	4	10	0
5	6	5	5	7	2	5	8	1	5	9	0	5	10	0	5	11	0
6	7	2	6	8	1	6	9	0	6	10	0	6	11	0	6	12	0
7	8	1	7	9	0	7	10	0	7	11	0	7	12	0	7	13	0
8	9	0	8	10	0	8	11	0	8	12	0	8	13	0	8	14	0
9	10	0	9	11	0	9	12	0	9	13	0	9	14	0	9	15	0
10	11	0	10	12	0	10	13	0	10	14	0	10	15	0	10	16	0
11	12	0	11	13	0	11	14	0	11	15	0	11	16	0	11	17	0
12	13	0	12	14	0	12	15	0	12	16	0	12	17	0	12	18	0
13	14	0	13	15	0	13	16	0	13	17	0	13	18	0	13	19	0
14	15	0	14	16	0	14	17	0	14	18	0	14	19	0	14	20	0
15	16	0	15	17	0	15	18	0	15	19	0	15	20	0	15	21	0
16	17	0	16	18	0	16	19	0	16	20	0	16	21	0	16	22	0
17	18	0	17	19	0	17	20	0	17	21	0	17	22	0	17	23	0
18	19	0	18	20	0	18	21	0	18	22	0	18	23	0	18	24	0
19	20	0	19	21	0	19	22	0	19	23	0	19	24	0	19	25	0
20	21	0	20	22	0	20	23	0	20	24	0	20	25	0	20	26	0
21	22	0	21	23	0	21	24	0	21	25	0	21	26	0	21	27	0
22	23	0	22	24	0	22	25	0	22	26	0	22	27	0	22	28	0
23	24	0	23	25	0	23	26	0	23	27	0	23	28	0	23	29	0
24	25	0	24	26	0	24	27	0	24	28	0	24	29	0	24	30	0
25	26	0	25	27	0	25	28	0	25	29	0	25	30	0	25	31	0
26	27	0	26	28	0	26	29	0	26	30	0	26	31	0	26	32	0
27	28	0	27	29	0	27	30	0	27	31	0	27	32	0	27	33	0
28	29	0	28	30	0	28	31	0	28	32	0	28	33	0	28	34	0
29	30	0	29	31	0	29	32	0	29	33	0	29	34	0	29	35	0
30	31	0	30	32	0	30	33	0	30	34	0	30	35	0	30	36	0
31	32	0	31	33	0	31	34	0	31	35	0	31	36	0	31	37	0
32	33	0	32	34	0	32	35	0	32	36	0	32	37	0	32	38	0
33	34	0	33	35	0	33	36	0	33	37	0	33	38	0	33	39	0
34	35	0	34	36	0	34	37	0	34	38	0	34	39	0	34	40	0
35	36	0	35	37	0	35	38	0	35	39	0	35	40	0	35	41	0
36	37	0	36	38	0	36	39	0	36	40	0	36	41	0	36	42	0
37	38	0	37	39	0	37	40	0	37	41	0	37	42	0	37	43	0
38	39	0	38	40	0	38	41	0	38	42	0	38	43	0	38	44	0
39	40	0	39	41	0	39	42	0	39	43	0	39	44	0	39	45	0
40	41	0	40	42	0	40	43	0	40	44	0	40	45	0	40	46	0
41	42	0	41	43	0	41	44	0	41	45	0	41	46	0	41	47	0
42	43	0	42	44	0	42	45	0	42	46	0	42	47	0	42	48	0
43	44	0	43	45	0	43	46	0	43	47	0	43	48	0	43	49	0
44	45	0	44	46	0	44	47	0	44	48	0	44	49	0	44	50	0
45	46	0	45	47	0	45	48	0	45	49	0	45	50	0	45	51	0
46	47	0	46	48	0	46	49	0	46	50	0	46	51	0	46	52	0
47	48	0	47	49	0	47	50	0	47	51	0	47	52	0	47	53	0
48	49	0	48	50	0	48	51	0	48	52	0	48	53	0	48	54	0
49	50	0	49	51	0	49	52	0	49	53	0	49	54	0	49	55	0
50	51	0	50	52	0	50	53	0	50	54	0	50	55	0	50	56	0
51	52	0	51	53	0	51	54	0	51	55	0	51	56	0	51	57	0
52	53	0	52	54	0	52	55	0	52	56	0	52	57	0	52	58	0
53	54	0	53	55	0	53	56	0	53	57	0	53	58	0	53	59	0
54	55	0	54	56	0	54	57	0	54	58	0	54	59	0	54	60	0
55	56	0	55	57	0	55	58	0	55	59	0	55	60	0	55	61	0
56	57	0	56	58	0	56	59	0	56	60	0	56	61	0	56	62	0
57	58	0	57	59	0	57	60	0	57	61	0	57	62	0	57	63	0
58	59	0	58	60	0	58	61	0	58	62	0	58	63	0	58	64	0
59	60	0	59	61	0	59	62	0	59	63	0	59	64	0	59	65	0
60	61	0	60	62	0	60	63	0	60	64	0	60	65	0	60	66	0
61	62	0	61	63	0	61	64	0	61	65	0	61	66	0	61	67	0
62	63	0	62	64	0	62	65	0	62	66	0	62	67	0	62	68	0
63	64	0	63	65	0	63	66	0	63	67	0	63	68	0	63	69	0
64	65	0	64	66	0	64	67	0	64	68	0	64	69	0	64	70	0
65	66	0	65	67	0	65	68	0	65	69	0	65	70	0	65	71	0
66	67	0	66	68	0	66	69	0	66	70	0	66	71	0	66	72	0
67	68	0	67	69	0	67	70	0	67	71	0	67	72	0	67	73	0
68	69	0	68	70	0	68	71	0	68	72	0	68	73	0	68	74	0
69	70	0	69	71	0	69	72	0	69	73	0	69	74	0	69	75	0
70	71	0	70	72	0	70	73	0	70	74	0	70	75	0	70	76	0
71	72	0	71	73	0	71	74	0	71	75	0	71	76	0	71	77	0
72	73	0	72	74	0	72	75	0	72	76	0	72	77	0	72	78	0
73	74	0	73	75	0	73	76	0	73	77	0	73	78	0	73	79	0
74	75	0	74	76	0	74	77	0	74	78	0	74	79	0	74	80	0
75	76	0	75	77	0	75	78	0	75	79	0	75	80	0	75	81	0
76	77	0	76	78	0	76	79	0	76	80	0	76	81	0	76	82	0
77	78	0	77	79	0	77	80	0	77	81	0	77	82	0	77	83	0
78	79	0	78	80	0	78	81	0	78	82	0	78	83	0	78	84	0
79	80	0	79	81	0	79	82	0	79	83	0	79	84	0	79	85	0
80	81	0	80	82	0	80	83	0	80	84	0	80	85	0	80	86	0
81	82	0	81	83	0	81	84	0	81	85	0	81	86	0	81	87	0
82	83	0	82	84	0	82	85	0	82	86	0	82	87	0	82	88	0
83	84	0	83	85	0	83	86	0	83	87	0	83	88	0	83	89	0
84	85	0	84	86	0	84	87	0	84	88	0	84	89	0	84	90	0
85	86	0	85	87	0	85	88	0	85	89	0	85	90	0	85	91	0
86	87	0	86	88	0	86	89	0	86	90	0	86	91	0	86	92	0
87	88	0	87	89	0	87	90	0	87	91	0	87	92	0	87	93	0
88	89	0	88	90	0	88	91	0	88	92	0	88	93	0	88	94	0
89	90	0	89	91	0	89	92	0	89	93	0	89	94	0	89	95	0
90	91	0	90	92	0	90	93	0	90	94	0	90	95	0	90	96	0
91	92	0	91	93	0	91	94	0	91	95	0	91	96	0	91	97	0
92	93	0	92	94	0	92	95	0	92	96	0	92	97	0	92	98	0
93	94	0	93	95	0	93	96	0	93	97	0	93	98	0	93	99	0
94	95	0	94	96	0	94	97	0	94	98	0	94	99	0	94	100	0
95	96	0	95	97	0	95	98	0	95	99	0	95	100	0	95	101	0
96	97	0	96	98	0	96	99	0	96	100	0	96	101	0	96	102	0
97	98	0	97	99	0	97	100	0	97	101	0	97	102	0	97	103	0
98	99	0	98	100	0	98	101	0	98								





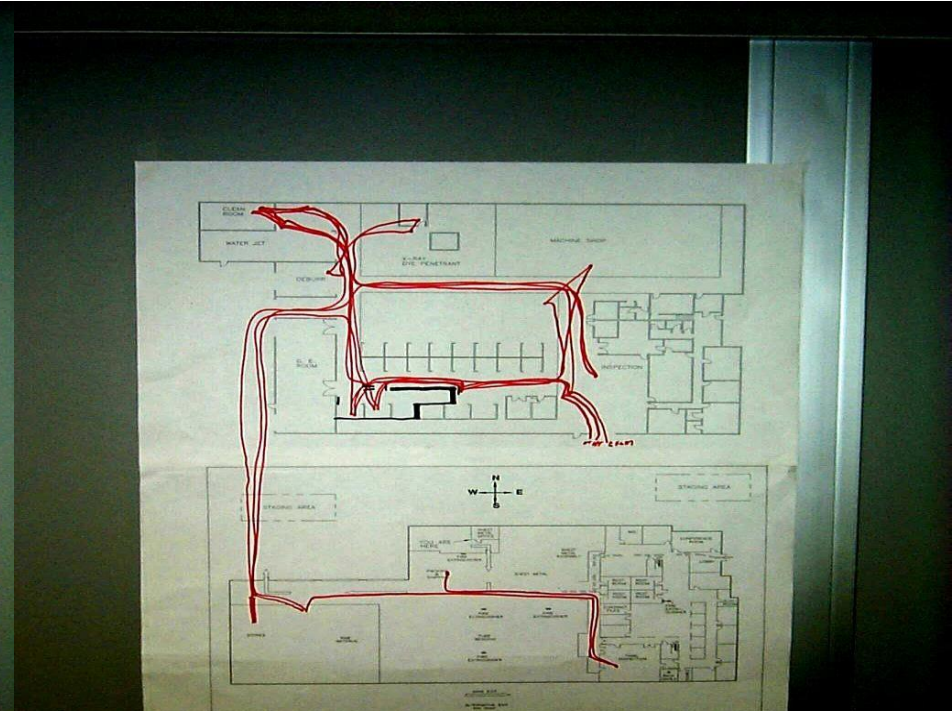
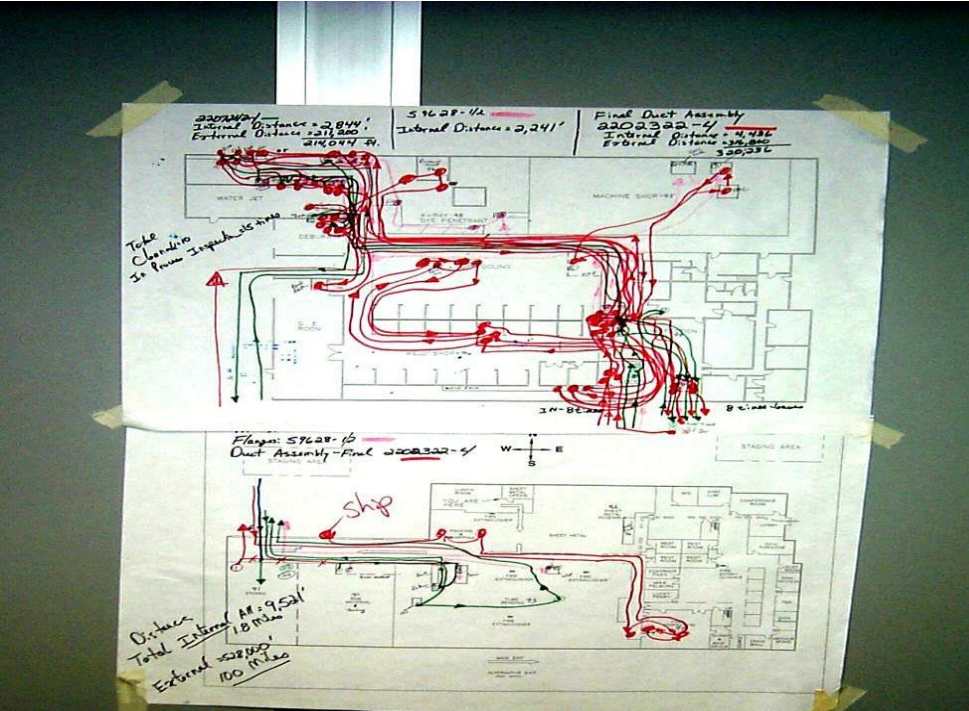
Công chuyện thành công



Phân tích dòng chảy nhà máy

Trước

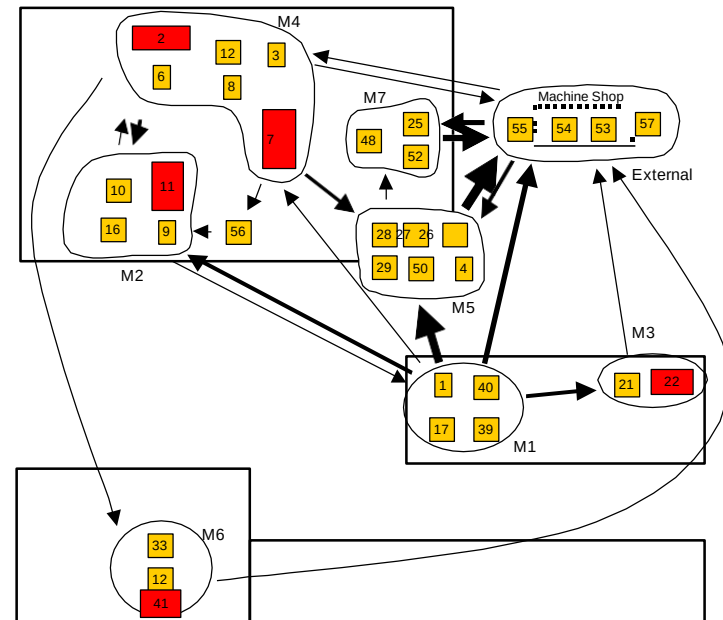
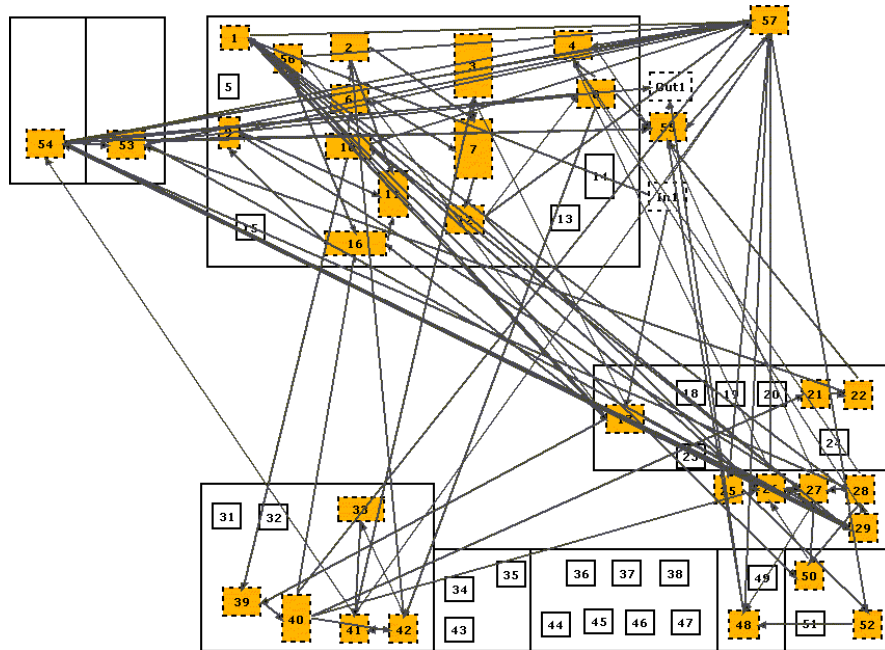
Sau



	Trước	Sau	% Giảm
Lead Time	7 tuần	3 1/2 tuần	50 %
Cycle Time	8 giờ	6 giờ	25 %
Di chuyển (ft.)	2,450 ft	1,578 ft	36%
Đi bộ (ft.)	3,150 ft	1,578 ft	50%
WIP	360 cái.	200 cái.	44%



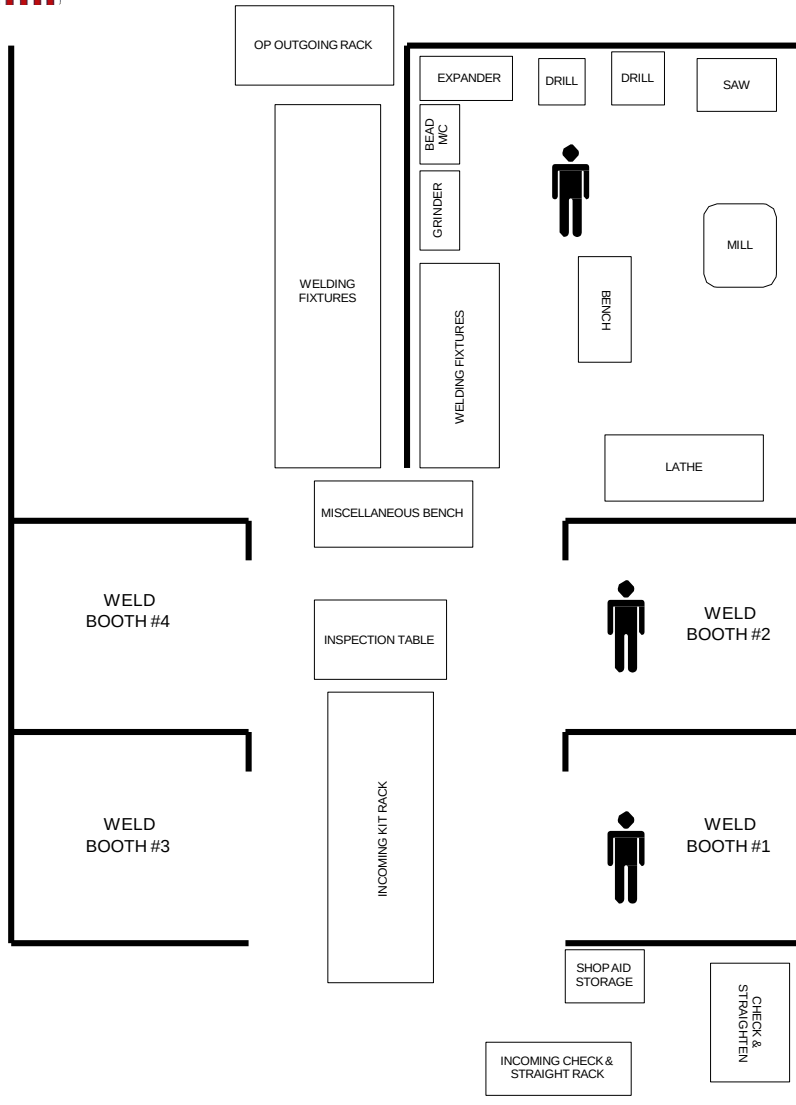
Xưởng rèn



< 1000
1000-2000
2000-3000
3000-4000
> 4000



Cell hàn



Máy móc, thiết bị, dụng cụ và quy trình cùng được giảm thiểu vận chuyển BTP và chờ đợi

Tầm quan trọng của dòng chảy

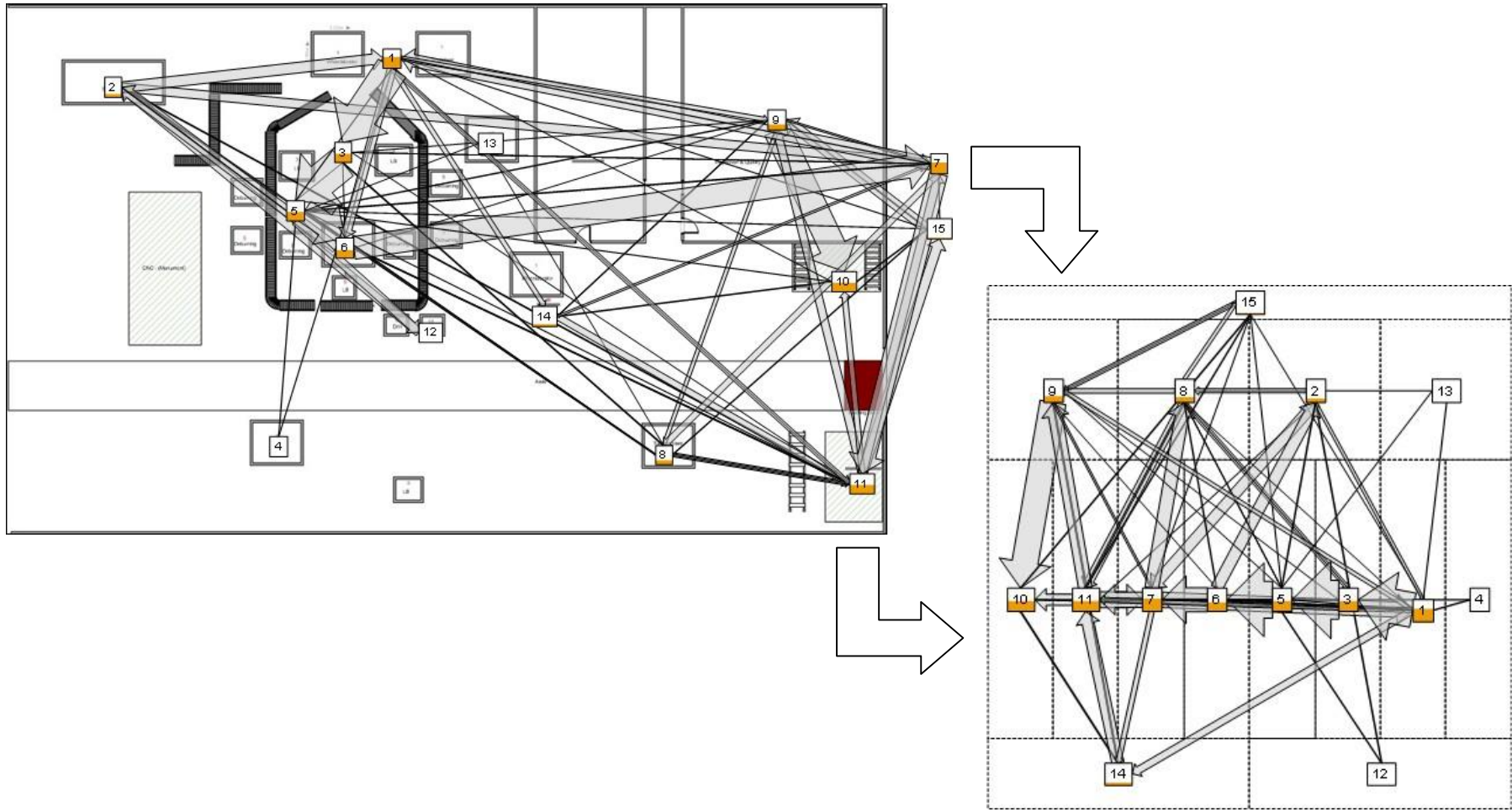
Loại bỏ các bước lãng phí cản trở tốc độ BTP có thể đưa qua quy trình lắp ráp

Tạo một nơi làm việc trực quan là tự giải thích, tự điều chỉnh và tự cải thiện.

Không có nơi nào để ẩn giấu lãng phí

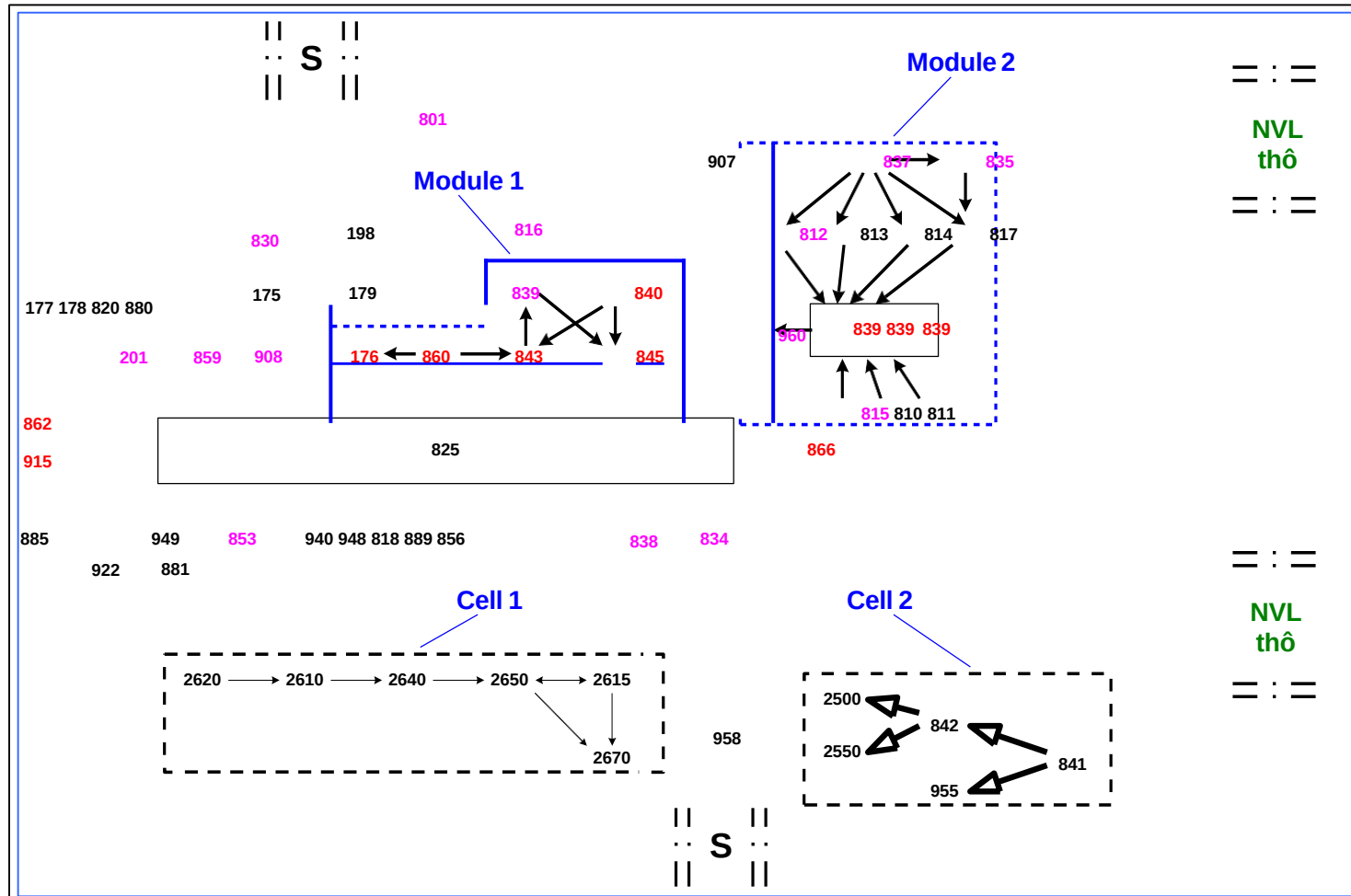


Hoàn thiện gia công đúc

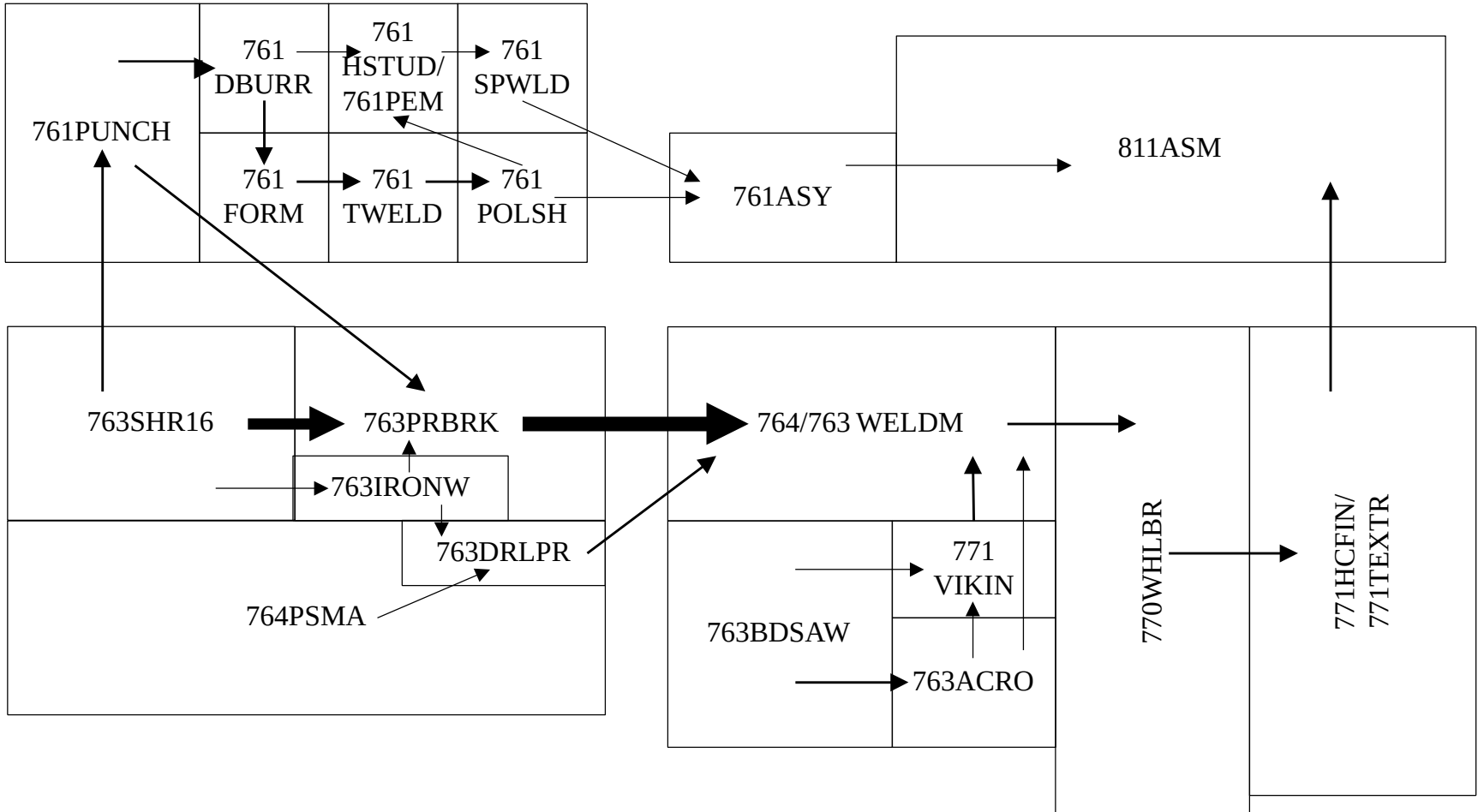




Xưởng sản xuất ống



Lắp ráp cân công nghiệp





Lời cảm ơn

Cương trình PRO-FAST được cho phép bởi đội ngũ chuyên gia tận tâm đại diện cho Cơ quan Hậu cần Quốc phòng, Bộ Quốc phòng và Công nghiệp. Những đồng đội này quyết tâm đảm bảo ngành công nghiệp rèn quốc gia được định vị cho những thách thức của Thế kỷ 21. Các thành viên chính của nhóm bao gồm: Nhóm R&D cho doanh nghiệp (DLA J339), Chi nhánh nghiên cứu và phát triển hậu cần (DLA - DSCP) và Hiệp hội công nghiệp rèn (FIA).

Lời cảm ơn



Project Champion: Craig Kaminski
Project Engineer: Haydn Garrett

Project Champion: John Wilbur
Project Engineers: Thomas Slauta

Project Champion: Joe Kracheck
Project Engineer: John Lucas

Project Champion: Andrew Ulven
Project Engineer: Jim Huiras

WEBER METALS, INC.
ALUMINUM AND TITANIUM FORGINGS

Project Champion: Thomas Stys
Project Engineer: Jorge Alvarez



SIFCO FORGE GROUP

Project Champion: Kevin Shaw
Project Engineer: Greg Muniak



Project Champion: Dick Johnston
Project Engineer: Todd Sheppard



Jon Tirpak
Russell Beard
Vicky McKenzie



Dan Gearing



National Science Foundation
WHERE DISCOVERIES BEGIN



PFAST Development Team
Dr. Rajiv Ramnath
Dr. Rajiv Shivpuri

