

Thiết kế công cụ hỗ trợ sản xuất tinh gọn trong ngành gỗ theo phương pháp tiếp cận CDIO

- Lê Thị Diễm Châu
- Lê Hoàng Vĩnh Khánh
- Lê Bá Duy
- Lê Ngọc Quỳnh Lam
- Đỗ Ngọc Hiền

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM_ lechau@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT:

Công cụ sản xuất tác động đáng kể đến năng suất của trạm làm việc đặc biệt là trong ngành gỗ. Thiết kế công cụ hỗ trợ sản xuất phù hợp sẽ góp phần cải tiến năng suất rất hiệu quả nhưng chưa được quan tâm đúng mức. Sản phẩm (công cụ) nên xuất phát từ nhu cầu thực tế (hình thành ý tưởng – Conceive), trên cơ sở này tiến đến phát triển thiết kế (Design), nên triển khai (Implement) để đánh giá sản phẩm (công cụ) và cuối

cùng là đưa vào vận hành (Operate). Bài báo này trình bày nghiên cứu theo phương pháp tiếp cận này, CDIO, thiết kế công cụ hỗ trợ cải tiến sản xuất cho công ty hoạt động trong ngành gỗ, đó là “sản phẩm bàn xoay hỗ trợ lựa vật tư”. Kết quả đạt được từ nghiên cứu rất hứa hẹn với dụng cụ lựa vật tư với hiệu suất tốt, dễ vận hành, đáp ứng nhu cầu tăng năng suất của công ty.

Từ khóa: Sản xuất tinh gọn, Phương pháp CDIO, Thiết kế công cụ, Thiết kế công việc.

1. GIỚI THIỆU

Theo thống kê, số lượng sinh viên đầu ra của các trường Đại học, Cao đẳng, Trung cấp rất cao nhưng số người có thể ứng dụng lý thuyết vào thực tế, không qua đào tạo lại vẫn còn thấp. Trong khi nhu cầu của các Doanh nghiệp là cần đội ngũ chất lượng về kiến thức lẫn thực hành giúp họ giải quyết nhanh, hiệu quả các vấn đề hệ thống. Việc đào tạo lại đối với họ là một lãng phí lớn về thời gian và chi phí. Để đáp ứng nhu cầu của Doanh nghiệp, các phương pháp giảng dạy mới luôn được Nhà trường tìm kiếm. Kết quả của quá trình nghiên cứu, tìm hiểu phương pháp CDIO (Conceive - Design - Implement - Operate) đáp ứng thách thức này của doanh nghiệp thông qua việc đào tạo sinh viên trở thành kỹ sư toàn diện hiểu được cách thức Hình thành ý

tưởng – Thiết kế - Triển khai – Vận hành những sản phẩm, quy trình và hệ thống kỹ thuật phức hợp, có giá trị gia tăng trong môi trường hiện đại, làm việc nhóm hiệu quả [1].

Thực tế, hầu hết các Doanh nghiệp trong ngành gỗ đang gặp phải một số vấn đề về hệ thống như tồn kho bán phẩm cao, sản xuất dư thừa, tỷ lệ phế phẩm cao, thời gian sản xuất dài,... Hầu hết Doanh nghiệp rất mong muốn thu hút được nguồn nhân lực có chuyên môn, có khả năng hình thành ý tưởng, thiết kế giải pháp triển khai và vận hành giải pháp để giải quyết vấn đề mà họ đang đối mặt và công ty hoạt động trong ngành gỗ cũng rất quan tâm đến vấn đề này.

Theo kết quả khảo sát khu vực bao bì – đóng gói ở xưởng sản xuất gỗ (đối tượng nghiên cứu) cho thấy, năng suất tại các trạm trong khu vực

phụ thuộc nhiều vào tay nghề của công nhân. Trong số đó, tại trạm vật tư đối diện một số vấn đề nổi bật như năng suất hoàn thành công việc thấp, người công nhân thường xuyên mắc các bệnh đau lưng, mỏi tay do tư thế làm việc không đúng, bị hoa mắt khi lựa những vật tư nhỏ như đinh, ốc, vít, bulong,..., hay nhầm lẫn các loại vật tư và số lượng từng loại, tốn thời gian kiểm tra lại nhiều lần.

Trước thực trạng như vậy, việc nghiên cứu tìm hiểu và đưa ra các phương án phù hợp với điều kiện của công ty, giải quyết các vấn đề ảnh hưởng đến năng suất của trạm là điều rất cần thiết. Giải pháp đưa ra đòi hỏi phải được ứng dụng và vận hành phù hợp với bài toán thực tế. Cách tiếp cận theo quy trình CDIO được sử dụng và kết quả đạt được rất hứa hẹn. Đây có thể xem là tiền đề thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.

2. CÁCH TIẾP CẬN THEO PHƯƠNG PHÁP CDIO

Phương pháp CDIO, khởi nguồn từ Viện Công nghệ MIT (Hoa Kỳ), là một đề xướng quốc tế lớn được hình thành để đáp ứng nhu cầu của các doanh nghiệp và các bên liên quan khác trong

việc nâng cao khả năng của sinh viên tiếp thu các kiến thức cơ bản, đồng thời đẩy mạnh việc học các kỹ năng cá nhân và giao tiếp, kỹ năng kiến tạo sản phẩm, quy trình và hệ thống [2]. Về bản chất, CDIO là quy trình đào tạo chuẩn, dựa trên căn cứ đầu ra (outcome-based) để thiết kế đầu vào. Quy trình này được xây dựng đảm bảo tính khoa học và tính thực tiễn chặt chẽ. Về tổng thể, CDIO có thể áp dụng để xây dựng quy trình chuẩn cho nhiều lĩnh vực đào tạo khác nhau ngoài ngành đào tạo kỹ sư, bởi lẽ nó đảm bảo khung kiến thức và kỹ năng, chẳng hạn áp dụng cho khối ngành kinh tế, quản trị kinh doanh,... Cho nên, có thể nói, CDIO thực chất là một giải pháp nâng cao chất lượng đào tạo, đáp ứng yêu cầu xã hội, trên cơ sở xác định chuẩn đầu ra, từ đó thiết kế chương trình và kế hoạch đào tạo một cách hiệu quả.

Mục tiêu lớn nhất của phương pháp CDIO là nhằm đào tạo ra kỹ sư hoàn thiện về kiến thức chuyên môn kỹ thuật, ý thức xã hội và sáng tạo. Chu trình vòng đời sản phẩm, quá trình, dự án, hệ thống phần mềm, hay vật liệu có thể thực hiện theo phương pháp CDIO, được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Chu trình CDIO [1]

Giai đoạn hình thành ý tưởng là bước đầu tiên trong quá trình phát triển bất kỳ sản phẩm hay hệ thống nào. Ý tưởng không tự nhiên xuất hiện, nó là kết quả của cả một quá trình. Quá trình đó đi từ việc quan sát, lấy số liệu, phân tích, so sánh, đánh giá... để xác định hiện trạng và nhu cầu của khách hàng (người sử dụng); từ đó các đặc điểm của sản phẩm sẽ được xác định; sau đó việc phân tích, tổng hợp để đưa ra các ý tưởng và đánh giá

lựa chọn ý tưởng tốt nhất cuối cùng đáp ứng nhu cầu sẽ được thực hiện.

Kế đến là giai đoạn thiết kế: sau khi đã có được ý tưởng về sản phẩm, kế hoạch và việc tiến hành chuyển ý tưởng thành các thiết kế để sản xuất, chế tạo sẽ được thực hiện. Khi thiết kế, phải đi từ thiết kế hệ thống rồi đến chi tiết và sau đó là

kiểm tra, hiệu chỉnh. Trong quá trình thiết kế cần chú ý tính khả thi, đơn giản và hiệu quả kinh tế.

Trong giai đoạn triển khai: chuyển thiết kế thành sản phẩm. Các công việc cần thực hiện là lên kế hoạch, tiến hành sản xuất, chế tạo, vận hành thử, kiểm tra, đánh giá, hiệu chỉnh và duyệt sản phẩm.

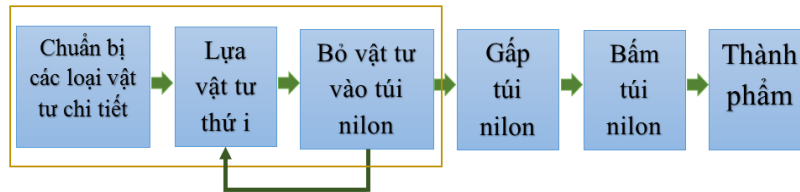
Cuối cùng là giai đoạn vận hành: khi đã có sản phẩm đáp ứng nhu cầu, sản phẩm sẽ được

đưa vào vận hành thực tế. Trong quá trình này cần chú ý theo dõi, đánh giá hiệu quả cũng như phân tích cải tiến và thái hồi sản phẩm.

3. NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ CÔNG CỤ HỖ TRỢ THEO CÁCH TIẾP CẬN CDIO

3.1. Hình thành ý tưởng

Quá trình tạo ra thành phẩm của người công nhân được thể hiện trong Hình 2:



Hình 2. Quy trình lựa chọn vật tư

Dựa trên hóa đơn vật tư (BOM) của từng loại sản phẩm mà các loại vật tư chi tiết sẽ được chuẩn bị. Nhiệm vụ của người công nhân là lựa chọn đúng loại vật tư chi tiết và đúng số lượng cần thiết bỏ vào túi nilon, sau đó gấp túi, bấm túi và hoàn thành thành phẩm.

Ở trạm vật tư, năng suất làm việc của công nhân thấp. Do kích thước của các loại vật tư chi tiết nhỏ, hình dạng khó cầm nắm, thông số cần lấy cho từng loại vật tư khác nhau, nên người công nhân thường gặp các bệnh nghề nghiệp hay nhầm lẫn các loại vật tư và số lượng từng loại trong quá trình lấy vật tư, được thể hiện trong Hình 3.



Hình 3. Hình ảnh lựa chọn vật tư của công nhân

Các hạn chế trong quá trình lựa chọn vật tư đã làm gia tăng thời gian hoàn thành sản phẩm. Điều này dẫn đến năng suất của trạm vật tư thấp theo đánh giá của nhà quản lý và chuyên gia. Vì vậy, mong muốn của công ty là cần tiến hành cải tiến trạm vật tư. Kỳ vọng được đặt ra cho việc cải tiến là:

- Giảm thời gian lựa chọn vật tư xuống từ 25 – 50%
- Tăng năng suất làm việc lên từ 30 – 80%
- Tăng tính chính xác của công đoạn sản xuất, cải tiến chất lượng.
- Tạo sự thoải mái, an toàn, tránh bệnh nghề nghiệp cho công nhân.

Để giải quyết các vấn đề trên và thỏa mãn kỳ vọng của công ty, sau khi tiến hành phân tích hiện trạng, việc đưa ra sản phẩm hỗ trợ lựa chọn vật tư là điều cần thiết. Việc hình thành ý tưởng này dựa trên các vấn đề của công nhân đang gặp phải khi làm việc. Các vấn đề đó phát sinh trong 3 công đoạn đầu của quy trình tạo ra thành phẩm gồm: công đoạn chuẩn bị các loại vật tư chi tiết, lựa chọn vật tư thứ i và bỏ vật tư vào túi nilon.

Mặt khác, theo đánh giá từ kết quả khảo sát thì năng suất của người công nhân chủ yếu nằm trong 3 giai đoạn trên.

Để phân tích từng giai đoạn trong 3 giai đoạn đầu của quy trình lựa chọn vật tư, phương pháp 5W & 1H (What – Why – When – Where – Who – How) được sử dụng cho quá trình phân tích này:

Giai đoạn bỏ vật tư vào bịch:

Khi bỏ vật tư vào túi nilon, người công nhân rất khó khăn khi mở túi ra, để giải quyết khó khăn của công nhân thì ý tưởng đưa ra là sử dụng khay đựng vật tư. Khay nên có 1 đường rãnh bán nguyệt, trên đường rãnh có 1 đầu nhọn giúp bỏ vật tư vào túi dễ dàng.

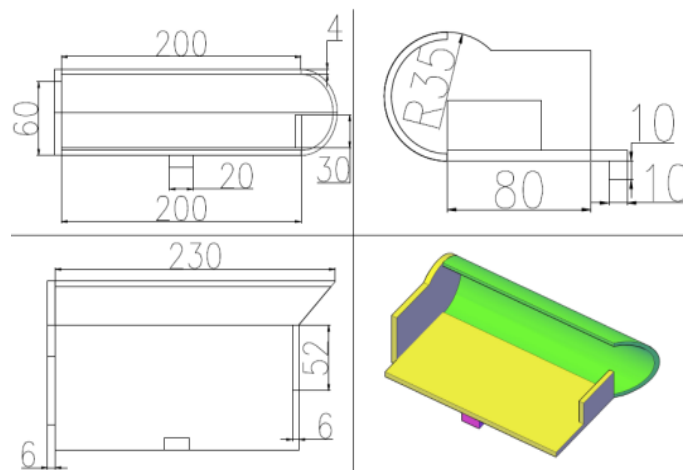
Giai đoạn lựa vật tư thứ i:

Hiện tại, người công nhân lấy từng loại vật tư từ mặt bàn và bỏ lần lượt từng đơn vị vật tư vào túi, như vậy rất mất thời gian. Để việc lấy vật tư từ bàn dễ dàng thì sản phẩm thiết kế có thể xoay được nhằm giúp rút ngắn thời gian lựa nhiều loại vật tư. Ý tưởng đưa ra là 1 mâm xoay và mặt mâm xoay cách mặt bàn 1 khoảng nhất định giúp người công nhân có thể gạt cùng lúc nhiều đơn vị vật tư vào khay. Thêm vào đó, để tránh việc công nhân nhầm lẫn số lượng của từng loại vật tư thì thiết kế 1 thanh ghi số dùng để ghi số lượng cần lấy của từng loại vật tư.

Giai đoạn chuẩn bị vật tư:

Ở giai đoạn này thì người công nhân đổ vật tư ra ngoài mặt bàn và bắt đầu lựa, như thế rất dễ lẫn lộn với nhau. Sản phẩm thiết kế yêu cầu có thể ngăn cách từng loại vật tư. Ý tưởng đưa ra là sử dụng tấm vách ngăn từng loại vật tư.

3.2. Thiết kế sản phẩm



Hình 4. Khay đựng vật tư

Thứ 2: Bàn xoay được thể hiện trong Hình 5.

Bàn xoay gồm có:

- Một mâm xoay với đường kính là 600 mm làm mặt chứa vật tư, bề dày là 20 mm
- Một mâm tròn đường kính 510 mm làm đế của bàn xoay, bề dày là 20 mm.
- Khoảng cách giữa mặt mâm xoay với mặt bàn 1 khoảng 42 mm.

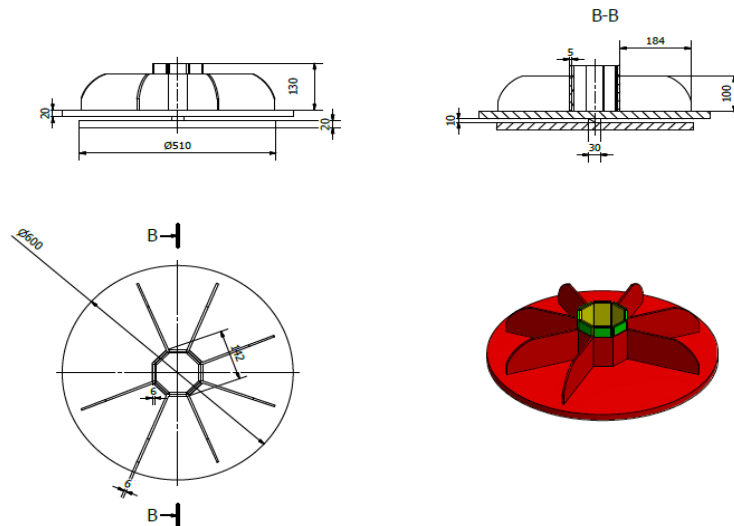
Thiết kế sản phẩm cần dựa trên những ý tưởng hình thành ban đầu như mô tả trong phần trên. Tổng hợp các ý tưởng, kết quả cho thấy sản phẩm có 2 thành phần được thiết kế:

Thứ 1: Khay đựng vật tư, được thể hiện trong Hình 4.

Khay đựng vật tư gồm có:

- 1 đường rãnh bán nguyệt có chiều dài 230 mm vừa với tay cầm, 1 đầu vát nhọn 30 mm để dễ dàng mở túi nilon.
- Kết hợp với tấm bảng dài 200mm, rộng 100 mm làm mặt đáy để chứa nhiều vật tư cùng 1 lúc; 2 vách ngăn hai bên dài 80 mm, rộng 80 mm tránh việc vật tư rơi ra ngoài và 1 chân đế dài 20mm, rộng 10mm, cao 10mm.
- Chân đế kết hợp với mặt đáy tạo thành 1 góc nghiêng từ 25 - 35 độ giúp vật tư chạy vào rãnh dễ hơn.

- Do ở đây có 7 loại vật tư khác nhau, nên sẽ dùng 7 vách dài 200 mm, cao 100 mm, dày 6 mm dùng để ngăn không gian thành 7 phần, trong đó có 1 phần có diện tích rộng gấp đôi so với các phần còn lại nhằm để chứa các loại vật tư có kích thước lớn.
- 7 thanh số dùng để ghi số lượng cần lấy của từng loại vật tư.



Hình 5. Bàn xoay

3.3. Triển khai sản phẩm

Triển khai sản phẩm đã được thiết kế bằng cách xây dựng mô hình sản phẩm bằng bìa giấy cứng carton. Kết quả thu được sau 3 ngày thử nghiệm tại trạm vật tư là người công nhân làm việc thoải mái hơn. Tuy nhiên, mỗi lần chuyển đổi mã sản phẩm thì người công nhân phải ghi lại số lượng vật tư trên thanh số. Để đáp ứng nhu cầu tiện lợi thì tiếp tục hiệu chỉnh thanh số. Ý tưởng đưa ra là làm 1 thanh số có dạng tấm lịch có thể thay đổi.

Thiết kế thanh số.

Mỗi lần lựa vật tư, số lượng vật tư cao nhất trên 1 lượt lựa là 12 đơn vị. Do đó, trên thanh số sẽ có 12 tấm thẻ được đánh từ 1 – 12, được thể hiện trong Hình 6.

Thanh số gồm :

- 1 thanh dài 155 mm, rộng 32mm
- 12 tấm thẻ/1thanh, mỗi tấm thẻ dài 42mm, rộng 32 mm

Cách hoạt động của thanh số

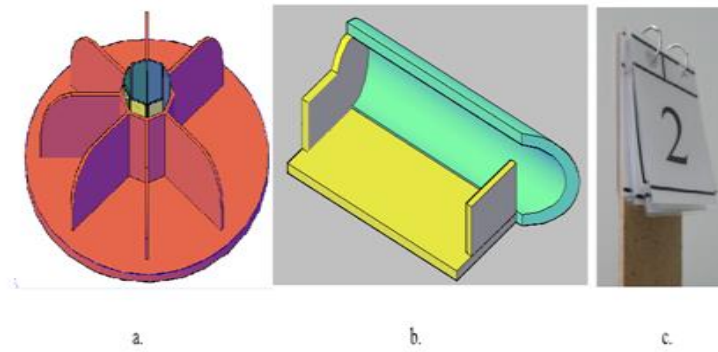
Thanh số được đặt ở trước các khay đựng vật tư như Hình 7. Khi chuẩn bị lựa vật tư, người

công nhân sẽ xác định số lượng từng loại vật tư và sau đó tìm thẻ số tương ứng đặt ra mặt trước thanh số để có thể thấy khi thực hiện lựa vật tư.



Hình 6. Thanh số

Tổng hợp kết quả thiết kế, bao gồm 3 thành phần chính gồm: a. Bàn xoay lựa vật tư; b. Khay đựng vật tư; c. Thanh số.

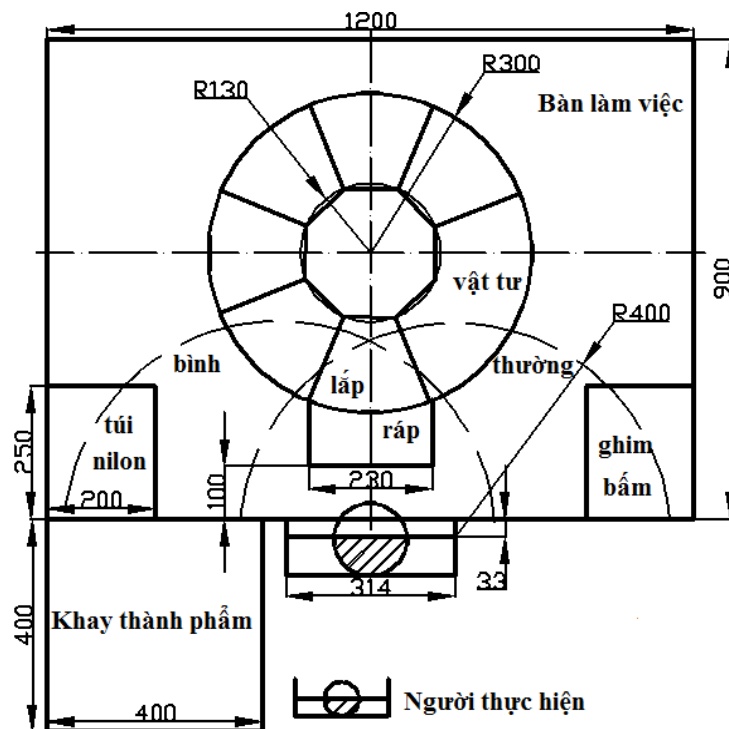


Hình 7. Sản phẩm bàn xoay

3.4. Vận hành

Sản phẩm bàn xoay được đưa vào sử dụng thử tại trạm vật tư, khu vực bao bì – đóng gói. Bên cạnh đó, để tăng hiệu quả sử dụng sản phẩm, cải thiện năng suất của trạm làm việc, mặt bàn trạm làm việc cần được bố trí lại hợp lý, với cách bố trí trạm như Hình 8, theo các yếu tố nhân trắc học [3], [4].

- Bên tay trái bàn làm việc đặt khay đựng bịch nilon.
- Bên tay phải đặt khay đựng ghim bấm,
- Bàn xoay và khay đựng đặt vị trí trung tâm trước mặt người công nhân.
- Thùng đựng thành phẩm sẽ đặt ở bên trái người công nhân.



Hình 8. Bố trí không gian làm việc

Kế tiếp vận hành thử nghiệm quy trình lựa vật tư được tiến hành với quy trình thực hiện được mô tả ngắn gọn như Hình 9. Trước hết, để chuẩn bị trạm làm việc, đặt vật tư lên từng ngăn, gắn thẻ số tương ứng với vật tư; Tiếp theo, xoay bàn và

lựa vật tư, kiểm đúng số lượng và kéo vào khay; Kế đến, bỏ vật tư vào bịch nylon; Tiếp theo, gấp bịch; bấm đầu bịch; Và cuối cùng là bỏ sản phẩm vào thùng đựng.



Hình 9. Quy trình lựa vật tư

Trong đó,

- Ở giai đoạn chuẩn bị
- Đặt vật tư lên từng ngăn,
- Gắn thẻ số tương ứng với từng loại vật tư; trong giới hạn.

Lựa vật tư:

- Cần kiểm đủ số lượng kéo vào khay, và thực hiện các giai đoạn còn lại của quy trình.

Kết quả của việc vận hành thử nghiệm được tính toán dựa trên dữ liệu được thu thập trong suốt quá trình thử nghiệm. Việc nghiên cứu thời gian sẽ được thực hiện theo Quy trình được thể hiện trong Hình 9 và kết quả tóm lược trong Bảng sau.

Bảng 1. Bảng số liệu thời gian hoàn thành công việc trước và sau khi cải tiến

Chu kỳ	Trước khi cải tiến	Sau khi cải tiến
1	90	42
2	93	31
3	60	27
4	87	33
5	87	31
6	80	27
7	86	32
8	95	30

9	100	27
10	95	39
11	87	33
12	79	39
13	78	31
14	84	29
15	75	29

Thời gian quan sát được dựa trên ghi nhận bằng phương pháp bấm giờ trực tiếp (nghiên cứu thời gian), số liệu biến động tương đối rộng, thông qua trao đổi với quản lý về vấn đề này, do đặc trưng của công việc tại trạm lựa vật tư, số lượng vật tư thành phần nhiều, người công nhân làm việc trong thời gian dài, dễ rơi vào tình trạng mệt mỏi, nên thường thời gian dao động từ 10% - 20%. Để quá trình phân tích có tính chính xác, việc xác định cỡ mẫu là cần thiết.

Số lượng mẫu ban đầu, 15 mẫu, đã được thu thập, kỳ vọng độ sai lệch trong cỡ mẫu được tiến hành thu thập là 5%. Phân bố dùng để xác định cỡ mẫu trong trường hợp này là phân bố Student, vì mẫu thử nghiệm ban đầu là 15 bé hơn 30 mẫu [4]. Số liệu cần thiết cho quá trình xác định cỡ mẫu được thể hiện trong Bảng 2.

$$N_0 = 15$$

$$t = 2.16 \text{ (tra bảng phân bố Student với độ tự do là } N_0 - 1 = 14 \text{)}$$

$$k = 0.05$$

Bảng 2. Bảng tổng hợp cỡ mẫu cần xác định.

	Trước khi cải tiến	Sau khi cải tiến
Trung bình	84.1	31.3
Độ lệch	9.9	4.6
st	21.3	10
kx	4.2	1.6
st/kx	5.1	6.4
(st/kx)²	26	41

Dựa trên kết quả tính toán (Bảng 2) số mẫu cần lấy là 41 mẫu. Với giả định hiệu quả vận hành (1.11), khoảng bù trừ (1.21) trước và sau

khí thực hiện cải tiến là như nhau, kết quả thời gian tiêu chuẩn được thể hiện trong Bảng 3:

Bảng 3. Bảng thời gian tiêu chuẩn trước và sau khi thực hiện cải tiến

	Trước khi thực hiện cải tiến	Sau khi thực hiện cải tiến
Thời gian quan sát (OT)	84.1	31.3
Thời gian chuẩn (NT)	93.4	34.7
Thời gian tiêu chuẩn (ST)	113	42

Sau khi áp dụng công cụ bàn xoay hỗ trợ lựa vật tư thì kết quả thu được tóm tắt trong Bảng 4:

Bảng 4. Bảng kết quả trước và sau cải tiến

Yếu tố	Trước cải tiến	Sau cải tiến	Ghi chú
Thời gian lựa/1 túi vật tư	113 giây	42 giây	Theo thống kê
Lỗi thành phẩm	5%	0.5%	Theo đánh giá của chuyên gia
Năng suất trạm	25 sản phẩm/1h	38 sản phẩm/1h	Theo thống kê

Bên cạnh đó, theo đánh giá của công nhân thì việc sử dụng bàn xoay cho họ cảm giác thoải mái hơn nhiều, công việc hoàn thành nhanh chóng, sản phẩm giúp họ làm ra nhiều sản phẩm hơn.

Theo đánh giá của công ty, việc áp dụng bàn xoay tạo ra năng suất tăng cao, số túi bị lỗi giảm xuống, khách hàng hài lòng hơn.

Hiện nay, sáng kiến áp dụng công cụ hỗ trợ bàn xoay cho việc lựa vật tư tại khu vực bao bì – đóng gói đã được công ty phổ biến rộng rãi cho tất cả các xưởng sản xuất.

KẾT LUẬN

Trong ngành gỗ, phần lớn các công ty ít đầu tư máy móc tự động hiện đại, các công đoạn ở các khu vực đa số được thực hiện bởi người công nhân, hay phụ thuộc vào tay nghề công nhân, các trạm bố trí thường chưa hợp lý, chưa chuẩn hóa thao tác, người công nhân dễ mỏi mệt khi làm

việc. Điều này sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe và năng suất làm việc, dẫn đến năng suất tổng thể thấp. Việc đưa ra công cụ bàn xoay sẽ góp phần làm giảm thời gian lựa vật tư, loại bỏ các thao tác thừa, đảm bảo chính xác số lượng vật tư cần lựa, đóng gói vật tư nhanh chóng, và đặc biệt giúp người công nhân làm việc thoải mái hơn. Việc lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng dụng cụ bàn xoay không quá khó đối với mỗi người công nhân. Ngoài ra, chi phí đầu tư để sản xuất ra sản phẩm bàn xoay tương đối thấp, rất phù hợp với điều kiện của công ty. Trong tương lai, sản phẩm bàn xoay sẽ được triển khai áp dụng cho các công ty khác hoạt động trong ngành gỗ. Đây là nghiên cứu thực hiện theo cách tiếp cận CDIO và kết quả rất khả quan. Trên cơ sở đó, phương pháp tiếp cận này đã và đang được xem xét áp dụng rộng rãi cho các nghiên cứu khác.

Design of a manufacturing supporting tool in furniture industry following a CDIO approach

- Le Thi Diem Chau
- Le Hoang Vinh Khanh
- Le Ba Duy
- Le Ngoc Quynh Lam
- Do Ngoc Hien

University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT:

Manufacturing supporting tool costly impacts on workstation capacity in furniture industry. A good design on supporting tool would contribute effectively on productivity but it is rarely focused as its importance. Product (supporting tool) should be designed with user-based approach (Conceive). User demands on the product will be transformed into its design. Implementation should be done to

evaluate the effective of the supporting tool. Finally, it will be operated and evaluated on the real shop floor. This paper will present a research to design a supporting tool, a rotating table for collecting required materials, following the CDIO approach. The tool supports effectively on the job with potential improvement on productivity, operation and company expects.

Keywords: *Lean manufacturing; Work design; CDIO approach; Manufacturing supporting tool design*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Hữu Lộc, Phạm Công Bằng, Lê Ngọc Quỳnh Lam, Chương trình đào tạo tích hợp từ thiết kế đến vận hành, NXB ĐHQG – HCM, 2014.
- [2]. Hồ Tấn Nhật, Đoàn Thị Minh Trinh, Cải cách và xây dựng chương trình đào tạo kỹ thuật theo phương pháp tiếp cận CDIO, NXB ĐHQG – HCM, 2009.
- [3]. Freivalds, A., S.Konz, A. Yurjec, and J. H. Goldberg. “Work Design: Are We Satisfying Customer Needs ? ” The Proceedings of the 41st Annual Conference of the Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA, 1997, pp. 1398.
- [4]. Benjamin Nebel, Andris Freivalds. “Methods Standards & Work Design”, McGraw – Hill International Editions