

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA QUẢN TRỊ**



**LITERATURE REVIEW
VIỆC SỬ DỤNG KIỂM SOÁT QUÁ TRÌNH BẰNG
THỐNG KÊ (SPC) TẠI CÔNG TY PHẦN MỀM**

Giáo viên hướng dẫn: Nguyễn Văn Hóa

Sinh viên thực hiện: Phùng Tố Duyên

Lớp: CL002- K43

TP HỒ CHÍ MINH-Năm 2020

VIỆC SỬ DỤNG KIỂM SOÁT QUÁ TRÌNH BẰNG THỐNG KÊ (SPC) TẠI CÔNG TY PHẦN MỀM

Tóm tắt: Trong hiện nay thì việc thất bại của các dự án phần mềm thì rất phổ biến bởi vì nó khó có thể đo lường được nên việc quản lý cũng khó hơn. Số lượng dự án phần mềm thất bại cao không có gì đáng ngạc nhiên nếu chúng ta nhớ đến một câu ngạn ngữ quản lý cũ; "Bạn không thể quản lý những gì bạn không đo lường". Trước đây, đo lường được coi như một nhiệm vụ bổ sung và phụ trong ngành công nghiệp phần mềm. Nhưng giờ đây, đo lường phần mềm được coi là một thực hành kỹ thuật phần mềm cơ bản, bằng chứng là nó được đưa vào các yêu cầu trưởng thành Cấp độ 2 của các sản phẩm Tích hợp Mô hình Khả năng Trưởng thành (CMMI) của Viện Kỹ thuật Phần mềm và các tiêu chuẩn quy trình phần mềm thương mại liên quan. Tuy nhiên đo lường không phải là mục tiêu, nó chỉ là một công cụ để kiểm soát và quản lý các dự án phần mềm. Trong các ngành công nghiệp sản xuất trưởng thành, SPC (Kiểm soát quá trình thống kê) đã được sử dụng rộng rãi cho mục đích này. Vậy việc sử dụng SPC trong các công ty phần mềm vừa và nhỏ được triển khai như thế nào và kết quả ra sao? Để trả lời câu hỏi này thì trong bài viết này sẽ đưa ra những ý kiến về việc áp dụng các kỹ thuật SPC sử dụng dữ liệu đo lường hiện có trong một tổ chức phần mềm. Cụ thể, mật độ khuyết tật, tỷ lệ phần trăm làm lại và số liệu hiệu suất kiểm tra được phân tích. Bài viết này cung cấp một cái nhìn sâu sắc thực tế về khả năng sử dụng của SPC đối với các chỉ số đã chọn trong các quy trình cụ thể và mô tả những quan sát về những khó khăn và lợi ích của việc áp dụng SPC cho một tổ chức phần mềm.

1. SPC

Kiểm soát quá trình bằng thống kê (SPC_Statistical Process Control) là việc áp dụng các kỹ thuật thống kê để đo lường, phân tích và kiểm soát sự biến động trong quá trình sản xuất (Juran,1988; Antony, 2000). Có nhiều khái niệm khác nhau về SPC được đưa ra, cụ thể: SPC là một tập hợp các kỹ thuật thống kê được sử dụng để kiểm soát dễ dàng quá trình sản xuất (Caulcutt,1996; Sower, 1990; Rosenkrantz, 2002), loại bỏ khuyết tật (Sower, 1990), phân loại biến động trong quá trình và quản lý một cách có hệ thống (Rosenkrantz,2002), SPC là việc áp dụng các kỹ thuật thống kê để đo lường và phân tích sự biến động trong quá

trình (Juran, 1988). SPC (Kiểm soát quy trình thống kê) đã được sử dụng rộng rãi trong các ngành sản xuất để kiểm soát và cải tiến các quy trình (Sutherland và cộng sự, 1992). Mặc dù lợi ích của SPC đã được xây dựng rõ ràng đối với các công ty sản xuất, đã có nhiều cuộc tranh luận (Card, 1994; Kan, 1995; Lantzy, 1992) về ứng dụng của nó trong công nghiệp phần mềm. Một số đặc tính cố hữu của phần mềm như khả năng vô hình và tính phức tạp (Brooks, 1987) thường dẫn đến sự đánh giá chủ quan trong việc thu thập và giải thích các biện pháp sản phẩm và quy trình, ngay cả khi các biện pháp này đã được xác định rõ. Điều này gây ra sự thay đổi dữ liệu và gây khó khăn trong việc áp dụng các kỹ thuật SPC trong phần mềm. Tuy nhiên, mối quan tâm áp dụng các kỹ thuật SPC trong ngành công nghiệp phần mềm đã tăng lên khi nhiều tổ chức cải tiến quy trình của họ bằng cách sử dụng các mô hình như Mô hình trưởng thành khả năng (CMM) (Paulk và cộng sự, 1993), Tích hợp mô hình trưởng thành khả năng (CMMI) (sản phẩm CMMI nhóm, 2001) và SPICE (ISO / IEC 15504-4, 1998). Các mô hình cải tiến quy trình ngầm định hướng các công ty phần mềm thực hiện SPC như một bước quan trọng cho mục đích kiểm soát quy trình cấp dự án và cải tiến quy trình cấp tổ chức. Trong CMM, khu vực quy trình chính của Quản lý quy trình định lượng ở cấp độ 4 yêu cầu thiết lập các mục tiêu về hiệu suất của quy trình phần mềm được xác định của dự án, thực hiện các phép đo về hiệu suất quy trình, phân tích các phép đo này và thực hiện các điều chỉnh để duy trì hiệu suất quy trình trong giới hạn có thể chấp nhận được. Tương tự như vậy trong CMMI, các lĩnh vực quy trình Quản lý dự án định lượng và Hiệu suất quy trình tổ chức yêu cầu thiết lập đường cơ sở về hiệu suất quy trình cho các quy trình phần mềm tiêu chuẩn của tổ chức và quản lý định lượng quy trình đã xác định của dự án để đạt được các mục tiêu về chất lượng và hiệu suất quy trình đã thiết lập của dự án. Thuộc tính đo lường SPICE yêu cầu một công ty phần mềm phân tích các xu hướng trong hiệu suất quy trình và duy trì khả năng của quy trình trong phạm vi đã xác định giới hạn trong toàn tổ chức. Tương tự như vậy, thuộc tính quy trình cấp 4 được gọi là kiểm soát quy trình yêu cầu kiểm soát hiệu suất quy trình để duy trì kiểm soát và thực hiện cải tiến.

Mặc dù các mô hình này hướng các tổ chức phần mềm áp dụng các kỹ thuật SPC, nhưng sự tồn tại của các yêu cầu liên quan đến SPC ở các cấp độ trưởng thành cao (cấp độ 4 trở lên) và quan niệm chung rằng SPC chỉ có thể được thực hiện sau khi đạt được cấp độ 4 hầu như cấm các tổ chức thực hiện các kỹ thuật SPC sớm hơn. Các vấn đề quan trọng để triển khai SPC thành công là tính ổn định của quy trình, khả năng đo lường và độ tin cậy của dữ liệu. Mặc khác, nếu quy trình được thực hiện nhất quán, các chỉ số phù hợp được lựa chọn và một cơ chế thu thập dữ liệu đáng tin cậy được thiết lập, thì có thể được hưởng lợi từ việc triển khai các kỹ thuật SPC.

Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung vào câu hỏi "Các tổ chức phần mềm có quy mô vừa và nhỏ và có mức độ trưởng thành CMM từ ba trở xuống - có thể sử dụng các kỹ thuật SPC và hưởng lợi từ kết quả không?" Để trả lời câu hỏi này, tác giả đã thực hiện một nghiên cứu điển hình trong một tổ chức mới nổi (Sargut, 2003). Trong trường hợp này, tác giả đã thu thập dữ liệu số liệu hiện có liên quan đến các quy trình cụ thể của công ty. Bằng cách sử dụng các biểu đồ kiểm soát cụ thể là biểu đồ kiểm soát, tác giả đã quan sát thấy bằng chứng thực tế về những lợi ích và khó khăn của việc áp dụng SPC. Trong nghiên cứu này, chúng minh những phát hiện của nghiên cứu điển hình này. Trong phần thứ hai, tác giả xem xét các nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng SPC trong ngành công nghiệp phần mềm. Trong phần thứ ba, tác giả mô tả các vấn đề chính trong việc triển khai SPC và cung cấp các phương pháp giải pháp khả thi liên quan đến các số liệu cụ thể mà tác giả đã phân tích trong nghiên cứu điển hình. Trong phần thứ tư và thứ năm, tác giả thảo luận về những phát hiện và trình bày kết luận của tác giả.

2. Cơ sở về việc sử dụng SPC trong ngành công nghiệp phần mềm

Việc sử dụng SPC trong phát triển phần mềm đã được một số nhà khoa học nghiên cứu. Một số nghiên cứu này dựa trên các mô hình cải tiến quy trình và tập trung vào SPC như một cách để đạt được kỳ hạn quy trình cao (Burr và Owen, 1996; Florac và Carleton, 1999; Carleton và Florac, tháng 9 năm 1999; Florac và cộng sự, 2000; Florac và cộng sự, 1997; Jakolte và Saxena, 2002; Humphrey, 1989). Các nghiên cứu dựa trên mô hình này hầu hết thể hiện sự hiểu biết CMM về SPC để kiểm soát quy trình phần mềm. Một trong những

nghiên cứu này thuộc về Humphrey, người mô tả một khuôn khổ quản lý quy trình phần mềm, phác thảo các hành động để cung cấp mức độ trưởng thành cao hơn và hoạt động như một hướng dẫn cơ bản để kiểm soát các quy trình trong một tổ chức phần mềm (Humphrey, 1989). Trong công việc của mình, SPC xuất hiện như một phương tiện phân tích dữ liệu cho các tổ chức cấp 4. Florac và Carleton mô tả việc sử dụng SPC trong bối cảnh CMM để cải tiến quy trình phần mềm (Florac và Carleton 1999). Họ cung cấp thông tin kỹ thuật chi tiết về SPC và lộ trình thực hiện SPC. Họ chủ yếu tập trung vào các nguyên tắc và phương pháp đánh giá và kiểm soát việc thực hiện quy trình phụ thuộc vào các nguyên tắc của Shewhart (Shewhart, 1939). Họ cũng thảo luận về các vấn đề liên quan đến việc áp dụng biểu đồ kiểm soát trong phát triển phần mềm và kết hợp kinh nghiệm thu được từ các ngành sản xuất vào quy trình phần mềm. Với tất cả các khía cạnh khác nhau, nghiên cứu có thể được coi là một hướng dẫn SPC dựa trên CMM để phát triển phần mềm (Chrissis, 2002). Ba mươi lăm tổ chức có mức độ trưởng thành cao (CMM cấp 4 và 5) đã tham gia hội thảo được thực hiện để điều tra các thực tiễn đặc trưng cho CMM cho các tổ chức Phần mềm cấp 4 và 5. Một trong những hội thảo trong nghiên cứu dựa trên CMM này đã chứng minh rằng các biện pháp cấp độ ba không phù hợp để thực hiện SPC. Nó cũng chỉ ra rằng các quy trình thiết lập đường cơ sở thực hiện quy trình nên được duy trì ở mức thấp để các đường cơ sở trong toàn tổ chức có thể hữu ích trong các dự án khác nhau.

Một số nghiên cứu đóng vai trò là hướng dẫn sử dụng SPC bằng cách chuyển đổi các nguyên tắc chung của SPC đặc biệt sang phát triển phần mềm (Burr và Owen, 1996; Florac và Carleton, 1999). Burr và Owen đưa ra hướng dẫn như vậy bằng cách mô tả các kỹ thuật thống kê hiện có để quản lý và kiểm soát chất lượng của phần mềm trong quá trình đặc tả, thiết kế, sản xuất và bảo trì (Burr và Owen, 1996). Họ tập trung vào biểu đồ kiểm soát như các công cụ SPC có lợi và cung cấp các hướng dẫn để đo lường, cải tiến quy trình và quản lý quy trình trong miền phần mềm. Lantzy trình bày một trong những nghiên cứu sớm nhất về cuộc tranh luận về việc áp dụng SPC vào các quy trình phần mềm (Lantzy, 1992). Ông vạch ra hướng dẫn bảy bước để triển khai SPC thành công trong một tổ chức phần mềm.

Nghiên cứu này cho thấy một số điểm quan trọng đối với việc áp dụng SPC vào các quy trình phần mềm:

- Các chỉ số phải tương quan với các đặc tính chất lượng của sản phẩm được xác định bởi khách hàng.
- Các chỉ số nên được lựa chọn cho các hoạt động sản xuất các mặt hàng hữu hình.
- SPC chỉ nên được áp dụng cho các quá trình quan trọng.
- Các quy trình phải có khả năng tạo ra sản phẩm phần mềm mong muốn.

Kan cung cấp một nghiên cứu toàn diện về lý thuyết và ứng dụng của các thước đo trong phát triển phần mềm (Kan, 1995). Nó nhấn mạnh khó khăn trong việc đạt được năng lực quy trình trong miền phần mềm và thận trọng về việc triển khai SPC. Ông đề cập rằng việc sử dụng biểu đồ kiểm soát có thể hữu ích cho một tổ chức phần mềm, đặc biệt là như một công cụ bổ sung cho các mô hình kỹ thuật chất lượng như mô hình lỗi và mô hình độ tin cậy. Tuy nhiên, không thể cung cấp kiểm soát như trong sản xuất vì các thông số được biểu đồ thường là các phép đo trong quá trình không đại diện cho chất lượng sản phẩm cuối cùng. Chất lượng sản phẩm cuối cùng chỉ có thể được đo lường khi kết thúc một dự án chứ không phải trong ngành sản xuất, do đó việc kiểm soát đúng thời gian các quy trình trở nên không thể. Ông cũng nhấn mạnh sự cần thiết của sự trưởng thành để đạt được sự ổn định của quy trình trong phát triển phần mềm. Cuối cùng, anh ấy mang lại sự hiểu biết thoải mái bằng cách nói rằng các quy trình có thể được coi là kiểm soát khi dự án đáp ứng mục tiêu trong quá trình và đạt được mục tiêu chất lượng sản phẩm cuối cùng. Radice mô tả các kỹ thuật SPC bị ràng buộc trong miền phần mềm và đưa ra một hướng dẫn chi tiết bằng cách hỗ trợ kiến thức lý thuyết của mình bằng kinh nghiệm thực tế (Radice, 1998). Ông nói rằng tất cả các kỹ thuật SPC có thể không áp dụng được cho các quy trình phần mềm và đưa ra các kỹ thuật XmR (X và phạm vi di chuyển) và biểu đồ u là các kỹ thuật có thể. Ông cũng giải thích sự liên quan của SPC đối với CMM cấp độ 4 và coi việc lười các biểu đồ kiểm soát ở cấp độ 4 là một sai lầm. Ông nêu 5 vấn đề với biểu đồ kiểm soát: quá nhiều biến động, sử dụng biểu đồ kiểm soát không cần thiết, thiếu dữ liệu, thiếu các giới hạn đặc tả từ khách hàng và ý tưởng rằng không thể sử dụng biểu đồ kiểm soát với các quy trình phần

mềm. Tài liệu cũng bao gồm các nghiên cứu trình bày kinh nghiệm thực tế với SPC trong lĩnh vực phần mềm (Card, 1994; Florac và cộng sự, 2000; Jakolte và Saxena, 2002; Weller, 2000). Weller cung cấp một trong những ví dụ thực tế hiếm hoi bằng cách trình bày chi tiết triển khai SPC từ một tổ chức phần mềm (Weller, 2000). Anh ấy sử dụng biểu đồ XmR cho các dòng mã được kiểm tra mỗi giờ cho mỗi lần kiểm tra và đạt được quy trình kiểm tra ổn định sau khi loại bỏ các ngoại lệ khỏi tập dữ liệu. Sau đó, ông vẽ biểu đồ chữ u cho dữ liệu mật độ khuyết tật cho mỗi lần kiểm tra. Bằng cách sử dụng những phát hiện này, anh ta đưa ra các ước tính đáng tin cậy về hiệu quả kiểm tra và có được cái nhìn sâu sắc về thời điểm ngừng kiểm tra. Florac và cộng sự. trình bày các kết quả phân tích của họ từ nỗ lực hợp tác giữa SEI (Viện Kỹ thuật Phần mềm) và Dự án Tàu con thoi (Florac và cộng sự, 2000). Trước tiên, họ nhấn mạnh tầm quan trọng của việc lựa chọn các quy trình chính, cung cấp các định nghĩa hoạt động, giải quyết các vấn đề về tính đồng nhất của dữ liệu và phân nhóm hợp lý, sử dụng các biểu đồ kiểm soát chính xác, hiểu các hệ thống đa nguyên nhân và nguyên nhân hỗn hợp, tìm và kiểm tra giới hạn thử nghiệm và tính toán lại các giới hạn. Sau đó, họ thực hiện một nghiên cứu SPC về dữ liệu xem xét gói hàng bằng cách triển khai từng yếu tố này. Cuối cùng, họ tóm tắt những lợi ích của việc áp dụng SPC vào các quy trình phần mềm.

Card thảo luận về việc sử dụng SPC cho phần mềm bằng cách xem xét một số phản đối và đề cập đến các vấn đề triển khai có thể xảy ra (Card, 1994). Ông đưa ra một ví dụ về biểu đồ kiểm soát để kiểm tra biện pháp hiệu quả và kết luận rằng các nguyên tắc SPC có thể có lợi cho một tổ chức phần mềm mặc dù các kỹ thuật kiểm soát thống kê chính thức có thể không được sử dụng. Jakolte và Saxena đi trước trên ý tưởng về giới hạn kiểm soát 3 sigma và đề xuất một mô hình tính toán giới hạn kiểm soát để giảm thiểu chi phí của lỗi loại 1 và loại 2 (Jakolte và Saxena, 2002). Đây là một nghiên cứu tiên phong vì nó đặt câu hỏi về thực tiễn được chấp nhận đối với biểu đồ kiểm soát và kết quả của các nghiên cứu mẫu rất đáng khích lệ. Tuy nhiên, nghiên cứu này còn lâu mới thực tế vì nó bao gồm quá nhiều tham số và giả định.

Khả năng sử dụng của SPC trong phát triển phần mềm cũng đã được thảo luận trong một hội thảo có tên “Kiểm soát quy trình thống kê có thể được áp dụng hữu ích cho phần mềm” trong hội nghị SEPG châu Âu năm 1999. Keller đề cập đến tầm quan trọng của SPC đối với việc ra quyết định quản lý và dự báo (Keller, 1999). Ông cũng phân tích các quan sát và kết quả cho việc triển khai SPC cụ thể. Barnard và Carleton nhấn mạnh hành vi hỗn hợp của các quá trình (Barnard và Carleton, 1999) tham khảo kinh nghiệm của họ trong Dự án Tàu con thoi (Florac và cộng sự, 2000). Hirsh nói rằng biểu đồ SPC nên được sử dụng để thu thập các lợi ích mong muốn và các nhà quản lý phải được đào tạo để đảm bảo việc sử dụng SPC (Hirsch, 1999). Cô cũng đề cập đến sự cần thiết của việc nắm bắt giá trị của các số liệu, có một quy trình được xác định và lặp lại, có một chương trình đo lường được xác định và lặp lại và có sự tò mò về các số liệu để áp dụng hữu ích SPC vào phần mềm. Meade trình bày tóm tắt từ việc sử dụng SPC như là một phần của việc triển khai cấp độ 4 trong Tập đoàn Lockheed Martin (Meade, 1999). Cô chỉ rõ tầm quan trọng của việc hiểu dữ liệu và tiết lộ rằng không thể áp dụng SPC cho tất cả các chỉ số phần mềm. Cuối cùng, cô ấy mô tả kết quả của nghiên cứu SPC trong công ty cho thấy rằng các chương trình nhỏ hơn có khả năng thực hiện SPC tốt hơn. Đặt câu hỏi về việc thực hiện SPC trong các tổ chức phần mềm và nhấn mạnh tầm quan trọng của việc áp dụng SPC ở cấp độ mà việc ra quyết định xảy ra (Wigle, 1999). Heijstek chia sẻ kinh nghiệm của mình về các nghiên cứu thống kê ở Ericsson và cho thấy vấn đề phân tích chính là thiếu chất lượng dữ liệu (Heijstek, 1999). Như được đề cập bởi Paulk và Carleton (Paulk và Carleton, 1999), Card nhấn mạnh tầm quan trọng của sự ổn định của quy trình và xác định việc thiếu các mục tiêu kinh doanh được xác định rõ ràng để hướng dẫn thu thập và phân tích là vấn đề chính.

Tác giả nhận thấy rằng những khó khăn khi sử dụng các kỹ thuật SPC trong miền phần mềm thường được các nhà nghiên cứu thảo luận. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu này chứa rất ít thông tin về chi tiết thực hiện và các ví dụ thường bị hạn chế đối với các phép đo mật độ khuyết tật và hiệu quả kiểm tra. Hơn nữa, bằng chứng thực tế hiện có chỉ đại diện cho trạng thái của các tổ chức cấp cao. Việc sử dụng SPC trong các tổ chức mới nổi được rất ít nhà nghiên cứu thảo luận, nhưng không có bằng chứng thực tế. Florac và

Carleton tuyên bố rằng có thể hưởng lợi từ SPC ở mức thấp, nhưng nên có các thực hành đo lường cơ bản trước khi sử dụng SPC (Carleton và Florac, tháng 9 năm 1999). Mặc khác, Radice hỗ trợ sử dụng SPC ở các cấp thấp hơn khi quy trình được thực hiện nhất quán trong các định nghĩa và cung cấp đủ dữ liệu (Radice, 1998). Mặc dù các nguồn hiện tại không cung cấp bằng chứng thực tế cho nghiên cứu điển hình của tác giả, nhưng tác giả đã thiết lập một hiểu biết tốt về SPC trong một tổ chức phần mềm bằng cách xem xét các tài liệu hiện có. Về vấn đề này, cuộc khảo sát của tác giả đã tiết lộ rằng:

- SPC có thể không áp dụng được cho tất cả các quy trình phần mềm.
- SPC chỉ nên được áp dụng cho các quy trình quan trọng trong một tổ chức phần mềm.
- Không phải tất cả các kỹ thuật SPC đều có thể áp dụng cho các quy trình phần mềm.
- Các quy trình phải được xác định rõ ràng và ổn định để chúng ta có thể áp dụng các kỹ thuật SPC thành công.

Từ những phân tích ở trên, nhận thấy rằng việc biểu đồ kiểm soát của SPC được sử dụng trong việc kiểm soát quá trình trong công ty phần mềm. Để tìm hiểu rõ về việc sử dụng biểu đồ thì dưới đây trình bày rõ hơn.

3. Thực tế về việc triển khai SPC tại công ty

Mục tiêu của nghiên cứu điển hình là điều tra khả năng áp dụng của SPC bằng cách sử dụng dữ liệu đo lường hiện có của một công ty mới nổi và xác định những khó khăn cũng như lợi ích của kỹ thuật này. Bài này đã thực hiện nghiên cứu điển hình trong một tổ chức được thành lập vào năm 1998 và được chứng nhận CMM cấp độ ba vào tháng 8 năm 2002. Trong tổ chức, các mô tả quy trình hiện có chủ yếu dựa trên các định nghĩa từ CMM và các tiêu chuẩn IEEE khác nhau (bao gồm IEEE Std 1044- 1993, IEEE Std 1044.1-1995, IEEE Std 730-1998, IEEE Std 730.1- 1995, IEEE Std 828-1998 và IEEE Std 830-1998). Tất cả các quá trình đều được chuẩn hóa bằng các thủ tục được lập thành văn bản, và việc đảm bảo chất lượng được cung cấp rộng rãi thông qua các cuộc đánh giá định kỳ và dựa trên mức quan trọng. Bảng dữ liệu số liệu tiêu chuẩn được sử dụng để thu thập hơn 20 số liệu bao gồm nỗ lực, nỗ lực làm lại, lỗi, độ ổn định của yêu cầu và SLOC. Dữ liệu chỉ số cấp dự án được thu thập định kỳ bởi các cá nhân dự án được giao, và dữ liệu chỉ số cấp công ty được

thu thập bởi các cá nhân được giao từ các bộ phận liên quan. Dữ liệu thô được trình bày bằng biểu đồ thanh và biểu đồ Pareto, được phân tích bởi các nhà quản lý dự án và các nhân viên kỹ thuật có liên quan trong dự án. Việc phân tích được thực hiện bằng cách phát hiện bất kỳ hành vi bất thường nào thông qua đánh giá chủ quan. Cuối cùng, kết quả được thảo luận trong các cuộc họp định kỳ của dự án. Dữ liệu đo lường cấp tổ chức được bộ phận đảm bảo chất lượng phân tích theo cách tương tự và kết quả được thảo luận trong các cuộc họp cấp quản lý định kỳ. Tất cả các số liệu được sử dụng trong nghiên cứu điển hình đã được thu thập trước đó trong các dự án (trước và sau khi đạt được CMM cấp độ ba). Do đó, dữ liệu đại diện cho trạng thái của công ty trong khi các quy trình đang chuyển đổi cho CMM cấp ba. Tuy nhiên, các số liệu được chọn đã được thu thập trong nhiều năm. Do đó, tác giả cho rằng các quy trình đo lường và dữ liệu số liệu đủ chính xác để cho phép phân tích SPC. Hơn nữa, thay đổi có thể được coi là tự nhiên vì cải tiến liên tục đã là một phần của việc trở thành một tổ chức cấp cao. Trước khi bắt đầu làm việc, một thỏa thuận được thực hiện với công ty để vạch ra ranh giới của nghiên cứu của tác giả. Một bản tuyên bố công việc được chuẩn bị và ký bởi cả hai bên. Hơn nữa, một đề xuất được chuẩn bị để ghi lại các mục tiêu chung của nghiên cứu. Nó được quyết định rằng tên của công ty sẽ không được đề cập trong bất kỳ phần nào của nghiên cứu xem xét tính bảo mật của dữ liệu được sử dụng. Tương tự, dữ liệu thực tế sẽ không được trình bày trên các biểu đồ. Trước khi vẽ biểu đồ XmR, dữ liệu sẽ được nhân với một hệ số không đổi. Tuy nhiên, xu hướng tương tự sẽ được quan sát và các ngoại lệ tương tự sẽ được phát hiện sau khi sửa đổi này mặc dù có những thay đổi về giá trị trung bình và phương sai. Vì các giới hạn của biểu đồ chữ u phụ thuộc vào số đo kích thước, một thay đổi tương tự sẽ gây ra sai sót trong khi xác định các giá trị ngoại lệ. Vì lý do này, dữ liệu thực tế sẽ được sử dụng để vẽ biểu đồ u, nhưng các số trên trục y sẽ bị ẩn. Khi kết thúc nghiên cứu, công ty sẽ nhận được một bản sao của tất cả các tài liệu nghiên cứu bao gồm mô tả quy trình và kết quả phân tích. Do đó, nghiên cứu này sẽ là một kinh nghiệm hấp dẫn cho công ty đối với các chương trình cải tiến trong tương lai nhằm đạt được mức độ trưởng thành cao hơn.

Dựa trên nền tảng này, tác giả bắt đầu nghiên cứu theo hai chiều. Một mặt, tác giả chuẩn bị danh sách các chỉ số được thu thập trong công ty và làm việc trên từng thước đo xem xét ý nghĩa và tính khả thi của nó về mặt thực hiện phân tích SPC. Bằng cách sử dụng phương pháp tiếp cận từ dưới lên như vậy, tác giả đã chọn các chỉ số trong số các chỉ số đã được thu thập trong công ty. Mặt khác, tác giả đã xác định những vấn đề quan trọng nhất để cải tiến quy trình trong công ty. Sau đó, tác giả lập bản đồ các chỉ số đã thu thập và các quy trình đã chọn. Kết quả của việc lập bản đồ này, tác giả đã xây dựng một danh sách các thước đo như những ứng cử viên ban đầu cho phân tích của tác giả. Mặc dù một số biện pháp này không được thu thập trực tiếp, tác giả có dữ liệu liên quan để lấy chúng. Sau khi đánh giá ban đầu, tác giả quyết định loại bỏ một số biện pháp ứng viên không được coi là đủ quan trọng để yêu cầu phân tích SPC kỹ lưỡng. Sau đó, tác giả ưu tiên các chỉ số còn lại theo ý nghĩa của chúng và bắt đầu làm việc với các chỉ số có mức độ ưu tiên cao (từ 1 đến 6 trong Bảng 1). Sau khi phân tích chi tiết hơn, tác giả quyết định bỏ qua chỉ số hiệu suất thử nghiệm vì tác giả không thể thu thập dữ liệu nỗ lực cho các thử nghiệm khác nhau một cách riêng biệt. Tương tự, tác giả quyết định loại trừ các chỉ số độ ổn định của yêu cầu và năng suất vì số lượng điểm dữ liệu không đủ để phân tích kỹ lưỡng. Cuối cùng, phạm vi của tác giả đã được rút ra bằng tỷ lệ làm lại, khuyết điểm các chỉ số về mật độ và đánh giá hiệu suất.

Đối với mỗi chỉ số đã chọn, trước tiên, tác giả thực hiện phân tích chi tiết để giúp hiểu rõ về các khái niệm cơ bản về chỉ số và cơ chế phân tích dữ liệu. Sau đó, tác giả đã thu thập dữ liệu số liệu thực tế từ bảy dự án với các đặc điểm khác nhau liên quan đến nhà tài trợ của họ (nội bộ hoặc bên ngoài), lĩnh vực ứng dụng (hệ thống thông tin quản lý, hệ thống nhúng, hệ thống chỉ huy và kiểm soát), thị trường (thương mại hoặc quân sự) và một số lĩnh vực khác. Bằng cách làm việc trên dữ liệu chỉ số, tác giả xác định các thông số cụ thể của công ty, thực hiện các thủ tục chuẩn hóa liên quan, sử dụng các kỹ thuật SPC có liên quan và diễn giải kết quả phân tích. Việc sử dụng trực tiếp dữ liệu chỉ số thô đã thu thập cho nghiên cứu SPC của tác giả là không thích hợp. Vì vậy, tác giả đã phải tạo ra một số kết quả bằng cách sử dụng một số dữ liệu bổ sung từ các nguồn khác nhau. Sau khi sắp xếp dữ liệu theo định dạng phù hợp, tác giả đã vẽ các biểu đồ XmR và biểu đồ chữ u, phát hiện các

điểm khác biệt và điều tra chúng để hiểu sự biến đổi. Tuy nhiên, tác giả chỉ giới hạn phân tích của mình trong các thử nghiệm của các giới hạn kiểm soát trên và dưới thay vì điều tra các xu hướng và các thử nghiệm khác để phát hiện các ngoại lệ.

Nghiên cứu của tác giả cho thấy những khó khăn khác nhau khi sử dụng dữ liệu số liệu không được xác định cụ thể để phân tích SPC. Hơn nữa, tác giả đã cung cấp bằng chứng thực tế về việc sử dụng Kiểm soát quy trình thống kê trong miền phần mềm. Bây giờ chúng ta sẽ xem xét chi tiết kết quả của nghiên cứu điển hình cho từng chỉ số.

3.1. Mật độ khuyết tật

Trong công ty, dữ liệu của tất cả các khiếm khuyết được tìm thấy trong quá trình xem xét, kiểm tra hoặc đánh giá đã được thu thập và theo dõi thông qua báo cáo sự cố (PR - đối với lỗi mã) và yêu cầu thay đổi tài liệu (DCR - đối với lỗi tài liệu) kể từ khi thành lập công ty. Mặc dù các báo cáo sự cố phát triển theo thời gian, nhưng thông tin lỗi cơ bản như sản phẩm chủ đề của giai đoạn dự án liên quan, mức độ ưu tiên của lỗi, ngày bắt đầu và kết thúc được ghi lại cho tất cả các dự án.

Một mức độ ưu tiên cá nhân (thấp, trung bình, cao, rất cao hoặc khác) được chỉ định cho mỗi lỗi trong báo cáo sự cố. Tuy nhiên, sau khi thu thập dữ liệu, tác giả nhận ra rằng không có đủ dữ liệu từ mỗi danh mục ưu tiên để phân tích SPC thành công. Do đó, tác giả đã kết hợp 5 danh mục ưu tiên trong 3 nhóm:

Nhóm 1: cao và rất cao

Nhóm 2: trung bình

Nhóm 3: thấp và khác

Trong khi thực hiện phân loại này, tác giả đã đưa ra một giả định rằng tác giả có thể chú ý tương tự đến các khiếm khuyết trong mức độ ưu tiên thấp và khác. Kích thước mã được thu thập cho mỗi CSCI dưới dạng các dòng mã nguồn không có chú thích, không trống. Tuy nhiên, thật không may, dữ liệu từ bảy dự án không đủ để thực hiện phân tích SPC cho các lỗi mã. Do đó, tác giả quyết định hạn chế phân tích của mình ở các yêu cầu và tài liệu thiết kế, và các biện pháp kích thước xác định như sau:

1. Tài liệu yêu cầu (Đặc tả yêu cầu phần mềm (SRS) và Đặc tả yêu cầu giao diện (IRS)): Số lượng yêu cầu được sử dụng để tính toán kích thước.

2. Tài liệu thiết kế (Mô tả thiết kế phần mềm (SDD) và Mô tả thiết kế giao diện (IDD)): Số lượng trang được sử dụng để tính kích thước.

Số lượng khuyết tật tích lũy được tính cho mỗi tài liệu. Khi kích thước của tài liệu gần như không đổi trong suốt một dự án phần mềm, giá trị mật độ lỗi tăng dần khi phát hiện nhiều lỗi hơn. Vì lý do này, tác giả quyết định thực hiện các phân tích riêng biệt bằng cách so sánh các giá trị mật độ khuyết tật ở cuối mỗi giai đoạn dự án cho hai nhóm tài liệu. Tuy nhiên, việc phân chia dữ liệu giữa các mức độ ưu tiên khác nhau, các giai đoạn dự án và các nhóm tài liệu đã làm giảm tính hấp dẫn của phân tích SPC do số lượng mẫu trở nên không đủ. Do đó, tác giả đã hạn chế phân tích của mình trong các giai đoạn triển khai và bảo trì. Kích thước tài liệu được thu thập cho từng phiên bản và kích thước của phiên bản cuối cùng đã được phát hành vào cuối giai đoạn dự án được sử dụng để đo mật độ khuyết tật. Tuy nhiên, trong một số dự án, các thành phần được chia nhỏ hơn thành các bản xây dựng và các giai đoạn khác nhau xảy ra cùng lúc do các phương pháp thiết kế tiến hóa.

Các biểu đồ kiểm soát tiết lộ một số mối quan tâm quan trọng về phân tích mật độ khuyết tật. Một nhận xét chung đối với các yêu cầu và tài liệu thiết kế là sự khan hiếm các điểm dữ liệu cho các khuyết tật nhóm 1. Vì không thể vẽ biểu đồ kiểm soát riêng biệt cho các khuyết tật nhóm 1, ngoài các phân tích ưu tiên nhóm 2 và nhóm 3, một phân tích riêng được thực hiện bằng cách kết hợp tất cả các khuyết tật mà không xem xét mức độ ưu tiên của chúng. Phát hiện này cho thấy SPC sẽ không được áp dụng cho tất cả dữ liệu chỉ số được phân loại. Hơn nữa, có thể quan sát thấy một sự khác biệt rất cao giữa các giá trị mật độ khuyết tật của các tài liệu khác nhau. Mặc dù các biểu đồ không được mô tả trong bài báo này, nhưng dữ liệu cho thấy một xu hướng tương tự đối với các lỗi mã. Xem xét rằng các quá trình được xác định và các lỗi được ghi lại một cách chính xác, sự cố này chỉ ra rằng bản chất của một số quá trình có thể khiến chúng rất khó ổn định. Sự thay đổi cao cũng gây ra các giới hạn kiểm soát quá rộng và làm giảm độ nhạy của biểu đồ kiểm soát. Mặc dù sự biến đổi có thể được giảm bớt bằng cách phân chia thêm các nhóm tài liệu, điều này có thể

gây ra thiếu dữ liệu do số lượng điểm dữ liệu trên mỗi nhóm giảm. Do đó, có sự đánh đổi giữa số lượng điểm dữ liệu và độ sâu của phân tích, điều này làm cho SPC khó áp dụng hơn

3.2. Tỷ lệ gia công lại

Trong công ty, làm lại được định nghĩa là bất kỳ sửa đổi nào đối với các mục cấu hình sau khi đánh giá ngang hàng cuối cùng của bản phát hành đầu tiên và các thay đổi đối với các đường cơ sở bên trong / bên ngoài.¹ Bất kỳ thay đổi nào trước khi sản phẩm được đưa vào kiểm soát cấu hình đều được coi là một phần của quá trình phát triển, nhưng không phải là làm lại. Những sự không phù hợp như vậy được ghi lại và theo dõi thông qua Danh sách mục hành động. Mặt khác, Báo cáo sự cố và Yêu cầu thay đổi tài liệu được sử dụng để ghi lại các khiếm khuyết được phát hiện sau khi thiết lập đường cơ sở nội bộ hoặc chính thức. Vì lý do này, bất kỳ sai sót nào được ghi trên biểu mẫu PR hoặc DCR được cho là có thể gây ra việc làm lại. Hơn nữa, tổng thời gian giải quyết vấn đề, tương ứng với nỗ lực làm lại về mặt cá nhân, được ghi lại trên các biểu mẫu này. Do đó, có thể tính toán tổng nỗ lực làm lại bằng cách tổng hợp các nỗ lực trên các báo cáo sự cố trong các ngày tương ứng với các giai đoạn dự án liên quan. Dữ liệu về bảng chấm công cũng được thu thập hàng ngày cho mỗi cá nhân và do đó có thể thu được số lượng nỗ lực ở cấp độ dự án. Vì nỗ lực làm lại được tính toán trong hơn ba năm ở công ty và kết quả được sử dụng cho các nghiên cứu cải tiến quy trình, chúng ta có thể giả định rằng có một sự hiểu biết chắc chắn về ý nghĩa của phép đo. Tuy nhiên, vì giai đoạn dự án liên quan không được ghi lại trên các báo cáo sự cố, nghiên cứu đã bị giới hạn để đo lường tỷ lệ làm lại trong các khoảng thời gian cụ thể. Một báo cáo sự cố liên quan đến một tài liệu bao gồm nhiều mục lỗi trên cùng một biểu mẫu. Tuy nhiên, nỗ lực sửa chữa khuyết tật (bao gồm phân tích, sửa chữa và đánh giá liên quan) được ghi lại như một thước đo cho tất cả các khuyết tật. Vì các khuyết tật khác nhau trên một biểu mẫu sẽ có nguồn gốc khác nhau, tác giả không thể phân tích nguồn gốc lỗi. Trong công ty, các giai đoạn của dự án chồng chéo lên nhau đối với các CSCI và các công trình xây dựng khác nhau. Vì cơ chế thu thập dữ liệu hiện tại không đủ để có được CSCI và số lượng nỗ lực dựa trên xây dựng, nên không thể lấy được tỷ lệ phần trăm làm lại chính xác cho các giai đoạn dự án khác nhau. Vì lý do này, nỗ lực làm lại và dữ liệu tổng nỗ lực được

chia thành các đơn vị hàng tuần để phân tích. Đối với các báo cáo sự cố vẫn mở trong hơn một tuần (7 ngày), tác giả giả định rằng lượng nỗ lực được phân bổ đồng đều giữa các ngày làm việc khác nhau. Do đó, tác giả đã tính toán nỗ lực có trọng số cho các tuần, trong đó trọng số được xác định bằng số ngày mà báo cáo sự cố vẫn mở trong tuần tương ứng. Khi số lượng làm lại tăng lên trong thời gian kiểm tra và thử nghiệm, sự thay đổi đối với các điểm khác nhau trong vòng đời có thể được coi là tự nhiên. Để làm rõ tác động của biến thể tự nhiên này, tác giả đã thực hiện phân tích SPC trong khoảng thời gian bốn tuần, qua đó tỷ lệ làm lại được giả định nằm trong giới hạn nhất định. Do đó, bốn lần làm lại hàng tuần liên tiếp và tổng số nỗ lực được tổng hợp riêng biệt và số phần trăm làm lại được tính cho mỗi khoảng thời gian bốn tuần này. Việc phân tích được thực hiện riêng biệt đối với tài liệu và việc mã hóa lại vì chúng sẽ có các xu hướng khác nhau. Để tìm ra giới hạn kiểm soát cấp độ tổ chức, số phần trăm làm lại hàng tháng trên toàn công ty được tính toán kết hợp dữ liệu từ tất cả các dự án. Hơn nữa, dữ liệu làm lại cho các giai đoạn trước giai đoạn thực hiện để làm lại mã sẽ bị bỏ qua mặc dù một số mã đã được thực hiện trong quá trình tạo mẫu vứt bỏ trong một số dự án. Cuối cùng, các biểu đồ XmR được vẽ để phân tích từng dự án riêng biệt với các giới hạn kiểm soát cấp trên và cấp dưới của tổ chức.

Phân tích SPC cho tỷ lệ làm lại đã chứng minh rằng biểu đồ kiểm soát hoạt động như một phương tiện để xem các hoạt động của quy trình và phát hiện các tình huống bất thường khác nhau trong các dự án. Vì nghiên cứu dựa trên dữ liệu lịch sử và các sự kiện trong quá khứ, nên thường rất khó nhận xét về lý do của sự sai lệch trong quá trình mà không có cơ hội thực hiện các hành động sửa chữa kịp thời. Tuy nhiên, nghiên cứu này đã tạo cơ hội để quan sát các vấn đề trong quá trình dẫn đến việc công ty có những hành động cải tiến hơn nữa. Mặc dù các phát hiện không phải là một số sự kiện ẩn hoặc những suy luận đáng ngạc nhiên, nhưng kết quả cho thấy sự thành công của biểu đồ kiểm soát trong việc phát hiện các tình huống ngoài tầm kiểm soát gây ra nhiều công việc phải làm lại trong các dự án. Có thể đạt được kết quả này bất chấp giới hạn của nghiên cứu điển hình là một lời hứa cho giá trị của việc triển khai SPC trong một tổ chức phần mềm.

3.3. Hiệu suất kiểm tra

Trong công ty, quá trình kiểm tra được thực hiện bởi những người đánh giá độc lập và một báo cáo tóm tắt được lập vào cuối mỗi cuộc đánh giá. Các tài liệu quan trọng như SRS, SDD, IRS, IDD và mã được kiểm tra trong quá trình đánh giá đồng cấp. Báo cáo tóm tắt cho một cuộc đánh giá ngang hàng bao gồm các chi tiết như tên của những người đánh giá, thời gian đánh giá và chuẩn bị của họ, số lượng vấn đề được tìm thấy và kết quả đánh giá. Có ba loại đánh giá ngang hàng: bản nháp, cuối cùng và thay đổi. Đánh giá đồng cấp dự thảo được thực hiện như một lần kiểm tra đầu tiên trước khi sản phẩm sẵn sàng để đánh giá ngang hàng lần cuối. Mục đích của việc thực hiện đánh giá sớm này là để giảm thiểu số lượng các khuyết tật trước khi sản phẩm được giao cho khách hàng. Đánh giá ngang hàng cuối cùng được thực hiện với khách hàng ngay trước khi phát hành để xác minh tính phù hợp của sản phẩm. Nếu không có khiếm khuyết nào được tìm thấy trong quá trình đánh giá này, sản phẩm sẽ được phát hành. Đánh giá ngang hàng thay đổi được thực hiện để xác minh tính phù hợp của các thay đổi được đề xuất đối với một sản phẩm được phát hành trước đó.

Vì một số lỗi được sửa trong quá trình đánh giá đồng cấp dự thảo, sản phẩm dự kiến sẽ có ít khuyết tật hơn trước khi bước vào cuộc đánh giá đồng cấp cuối cùng. Do đó, những người đánh giá có thể sẽ tìm thấy ít khiếm khuyết hơn trong một cuộc tổng kết trái ngược với một bản đánh giá đồng cấp dự thảo và đánh giá hiệu quả sẽ có vẻ kém hơn. Mặt khác, các báo cáo sự cố khác nhau được sử dụng để ghi lại các khiếm khuyết được tìm thấy trong quá trình đánh giá bản nháp và cuối cùng. Vì các khiếm khuyết được tìm thấy trong quá trình đánh giá bản thảo không được phân loại theo mức độ ưu tiên của chúng, nên phân tích được tách riêng cho bản thảo và đánh giá đồng cấp cuối cùng.

Tương tự, người đánh giá có xu hướng tập trung vào các phần đã thay đổi hơn là toàn bộ sản phẩm khi đánh giá được thực hiện để xác minh các thay đổi. Mặc dù nỗ lực cũng sẽ thấp, nhưng không có đủ bằng chứng để cho rằng sự giảm số lượng khuyết tật được tìm thấy tỷ lệ thuận với sự giảm sút của nỗ lực. Hơn nữa, những người đánh giá sẽ không tìm thấy dù chỉ một khiếm khuyết trong hầu hết các đánh giá của đồng nghiệp thay đổi. Do đó, sẽ không hợp lý nếu đánh giá đồng đẳng thay đổi là không hiệu quả mặc dù không phát

hiện ra khiếm khuyết nào. Vì mục đích của việc sử dụng thước đo này không phải để đánh giá sản phẩm mà là quá trình đánh giá, đánh giá đồng cấp thay đổi được gạt sang một bên trong phân tích của tác giả.

Các đánh giá được thực hiện bởi các cá nhân độc lập trong một dự án. Ngay sau khi tính độc lập được cung cấp, bất kỳ nhân sự sẵn có và có kỹ năng nào cũng có thể được đưa vào nhóm đánh giá. Cấu trúc này khiến việc hạn chế phân tích ở mức CSCI là không thích hợp vì hiệu quả của một cuộc đánh giá cụ thể sẽ không chỉ ra CSCI mà việc đánh giá được thực hiện. Vì vậy, tác giả đã làm việc trên dữ liệu đánh giá riêng lẻ trong toàn bộ dự án. Vì cấu trúc và định hướng xem xét khác nhau đối với thành phần mã và tài liệu, nên có thể tự nhiên khi quan sát các bản phân phối khác nhau để biết hiệu quả xem xét đối với các sản phẩm này. Vì lý do này, các đánh giá cho mã và các loại tài liệu khác nhau được phân tích riêng biệt. Theo các quyết định này, dữ liệu đánh giá được sắp xếp theo thứ tự thời gian cho từng tổ hợp sản phẩm-loại đánh giá. Sau đó, các giá trị hiệu quả xem xét được tính bằng cách chia số khuyết tật cho thời gian xem xét (phút) cho mỗi lần xem xét. Để điều tra xem liệu số liệu có liên quan về mặt thống kê với số lượng người đánh giá hay không, một phân tích hồi quy được thực hiện. Tuy nhiên, hầu hết các đánh giá chỉ được thực hiện bởi một người đánh giá và dữ liệu còn lại không thể nắm bắt được bất kỳ mối quan hệ nào.

Cuối cùng, các biểu đồ Cá nhân được vẽ cho các tài liệu SDD, SRS, UITD (mô tả kiểm tra tích hợp đơn vị), UTD (mô tả kiểm tra đơn vị) và cho mã. Việc điều tra báo cáo tóm tắt đánh giá tương ứng và biểu mẫu DCR đã mô tả một số vấn đề quan trọng về CSCI này. Trước hết, hai CSCI đã được kết hợp thành một trong CSCI 3 vài tháng trước. Sự thay đổi lớn này gây ra nhiều cập nhật về yêu cầu cũng như thiết kế. Biểu đồ mật độ khuyết tật cũng cho thấy một đỉnh tương tự cho CSCI này và hỗ trợ suy luận của tác giả. Hơn nữa, bản cập nhật này gây ra CSCI khá lớn và điều này gây ra các sửa đổi quan trọng trong quá trình triển khai các bản dựng tiếp theo. Cuối cùng, thiết kế được cho là kém hơn so với các CSCI khác và nhiều thay đổi được coi là loại bỏ khuyết tật đáng kể. Một số nguyên nhân được đưa ra cho xu hướng này và một trong những nguyên nhân quan trọng nhất được cho là do tỷ lệ luân chuyển nhân viên cao.

4. Thảo luận

Nghiên cứu điển hình này đã cho chúng ta cái nhìn sâu sắc về những khó khăn và nỗ lực cần thiết để triển khai SPC trong một tổ chức phần mềm. Một trong những quan sát ban đầu của chúng ta là tầm quan trọng của các hoạt động thực hiện. Một lượng lớn nỗ lực được dành cho việc xây dựng một nền tảng cụ thể của công ty trước khi thực sự bắt đầu sử dụng SPC. Các hạng mục công việc cơ bản trong giai đoạn này bao gồm chẩn đoán trạng thái hiện tại của tổ chức, lập kế hoạch chương trình cải tiến, lựa chọn chỉ số, xác định quy trình mới, tổ chức cơ sở dữ liệu chỉ số để xác định đường cơ sở hiệu suất quy trình ban đầu và chuẩn hóa dữ liệu chỉ số. Chúng ta thấy rằng sự tồn tại của tài liệu quy trình và báo cáo tình trạng định kỳ đã giúp dễ dàng hơn trong việc chẩn đoán trạng thái công ty, xác định các quy trình cần kiểm soát chặt chẽ và chọn các chỉ số phù hợp để phân tích. Vì dữ liệu số liệu đã được thu thập và lưu trữ trong hơn 4 năm, và có một cơ sở dữ liệu thuận tiện. Tuy nhiên, việc có các mô tả quy trình được xác định rõ ràng và tập hợp các dữ liệu chỉ số là không đủ để áp dụng thành công các kỹ thuật SPC. Không phải tất cả dữ liệu đều được lưu trữ trong hệ thống máy tính và một số dữ liệu liên quan các mục đã được lưu trữ trong các trang tính độc lập. Vì lý do này, chúng ta phải cấu hình lại cơ sở dữ liệu và thu thập thủ công một số thông tin từ các biểu dữ liệu. Hơn nữa, chúng ta cần một số biện pháp khác để chuẩn hóa dữ liệu chỉ số. Vì vậy, phải nỗ lực nhiều hơn trong việc thu thập các biện pháp đó. Sau khi nghiên cứu sơ bộ này kết thúc và một nền tảng được thiết lập, phần còn lại của công việc là vẽ biểu đồ kiểm soát và phân tích kết quả. Xem xét thực tế là công ty đã thu thập và phân tích dữ liệu chỉ số, nỗ lực bổ sung của việc thực hiện SPC, ngoài công việc ban đầu, không đáng kể.

Trong quá trình nghiên cứu điển hình, chúng ta cũng đã đạt được những lợi ích của việc triển khai SPC. Đáng kể nhất, nó cho phép chúng ta phát hiện các trường hợp ngoại lệ cụ thể hơn cùng với việc sử dụng các giới hạn kiểm soát. Trước đây, dữ liệu được đặt dưới dạng bảng và được hiển thị bằng biểu đồ cột hay biểu đồ Pareto. Các diễn giải dựa trên tiêu chí chủ quan của các nhà quản lý, những người xác định hành động của họ dựa trên trực giác của họ. Do đó, các chỉ số thường được sử dụng để xác thực các quyết định hơn là để

xác định chúng. Sau khi triển khai SPC, các chỉ số trở nên hỗ trợ và hỗ trợ nhiều hơn cho việc ra quyết định. Hơn nữa, nghiên cứu sơ bộ đã giúp phát hiện ra các vấn đề trong các quy trình liên quan và các chỉ số đo lường. Do đó, các quy trình như đo lường, quản lý dự án, giải quyết vấn đề và đánh giá đồng cấp được tinh chỉnh. Tương tự, dữ liệu chỉ số hiện tại được định cấu hình lại, các thiếu sót hiện có được loại bỏ và dữ liệu trở nên nhiều hơn có ý nghĩa đối với việc diễn giải. Nghiên cứu này cho thấy rằng số lượng (số lượng mục dữ liệu) và chất lượng (mức độ chính xác và chi tiết) của dữ liệu số liệu là rất quan trọng đối với độ tin cậy của các giới hạn kiểm soát. Có nghĩa là, định nghĩa của các chỉ số nên xem xét mục đích áp dụng các kỹ thuật SPC và số lượng các dự án mà các chỉ số này được áp dụng phải đủ lớn. Mặc dù có sẵn các giá trị trung bình công nghiệp cho các số liệu khác nhau, nhưng không thể tính toán các giới hạn kiểm soát mà không có dữ liệu. Ngay cả khi dữ liệu có sẵn, các giá trị khả năng xử lý của các tổ chức khác không thể xây dựng đường cơ sở cho một tổ chức cụ thể vì nó phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như thủ tục, định nghĩa số liệu và phương pháp phân tích. Dữ liệu đo lường ẩn một số đặc điểm vốn có của các quá trình là duy nhất cho mỗi tổ chức phần mềm. Vì lý do này, số lượng dữ liệu số liệu trở thành một trong những vấn đề lớn đối với các tổ chức quy mô nhỏ và có thể giới hạn việc sử dụng các kỹ thuật SPC ở một vài số liệu. Tác giả cũng nhận thấy rằng mỗi chỉ số có những đặc điểm và sự phức tạp cụ thể liên quan đến định nghĩa, thu thập và giải thích của nó. Khó khăn càng tăng thêm khi dữ liệu chỉ số hiện có được sử dụng để triển khai SPC. Hầu hết những khó khăn này phát sinh do sự không phù hợp của các định nghĩa số liệu để phân tích thống kê chi tiết. Mặc dù các quy trình ổn định và các số liệu khác nhau được thu thập, việc thiếu nhận thức về các thuộc tính cụ thể của các số liệu quan trọng đối với việc so sánh chi tiết và phân tích thống kê sẽ gây khó khăn cho việc sử dụng SPC.

Một phát hiện khác của nghiên cứu này là có thể khó xây dựng một logic chung sử dụng làm hướng dẫn tiêu chuẩn để triển khai SPC cho các biện pháp phần mềm. Mỗi số liệu có đặc điểm vốn có và kỹ thuật chuẩn hóa riêng. Dữ liệu được thu thập trong các khoảng thời gian khác nhau, các phân tích được thực hiện ở các điểm khác nhau trong vòng đời và các

biểu đồ khác nhau nên được sử dụng để mô tả. Do đó, các phương pháp tiếp cận riêng biệt có thể được yêu cầu cho mỗi chỉ số được phân tích.

Trong quá trình nghiên cứu đã gặp phải nhiều khó khăn khác nhau trong khi cố gắng sử dụng dữ liệu chỉ số hiện có. Chúng ta đã xem xét một số dữ liệu sẽ hữu ích cho phân tích SPC; nhưng chúng không được thu thập như đã giả định. Khoảng thời gian thu thập của một số dữ liệu khác với nhu cầu; vì vậy phải phân loại và sắp xếp lại dữ liệu theo cách thủ công. Mức độ chi tiết của một số chỉ số không đủ để phân loại dữ liệu như mong đợi và thực hiện phân tích chuyên sâu. Nó cho thấy tầm quan trọng của việc xác định các chỉ số và các quá trình đo lường khi xem xét các nhu cầu trong tương lai.

Cuối cùng, chúng ta nhận thấy rằng sự phức tạp của các quy trình và sự tồn tại của một số lượng lớn các tham số bên ngoài đối với giá trị của dữ liệu số liệu đã làm tăng sự biến động và gây khó khăn cho việc áp dụng SPC vào sản xuất phần mềm. Nếu phân tích được thực hiện cho các quá trình cụ thể, thì cần nhiều thời gian hơn để thu thập, chuẩn hóa và phân tích dữ liệu. Hơn nữa, tập dữ liệu có thể không có ý nghĩa vì kích thước mẫu nhỏ được sử dụng. Mặt khác, nếu SPC được áp dụng cho dữ liệu quy trình chung, dữ liệu hóa ra không đủ cho việc phân tích, độ biến thiên tăng lên và khó phát hiện ra các ngoại lệ. Do đó, mức độ chi tiết cần được xác định rất cẩn thận dựa trên số lượng và chất lượng của dữ liệu số liệu có trong tay cũng như mức độ quan trọng của quy trình.

5. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy nhiều vấn đề sơ bộ cần được giải quyết trước khi thực sự sử dụng SPC. Có các thủ tục được lập thành văn bản, duy trì một cơ sở dữ liệu số liệu lớn, sử dụng các quy trình đo lường được xác định rõ ràng là những khía cạnh tích cực giúp giảm lượng công việc trong giai đoạn này. Ngược lại, việc thiếu một số mục dữ liệu, tổ chức dữ liệu không phù hợp, không đủ chi tiết và số lượng dữ liệu gây ra công việc bổ sung để cung cấp các cài đặt cần thiết. Do đó, chúng ta có thể kết luận rằng mức độ trưởng thành của quy trình là một yếu tố ảnh hưởng đến lượng nỗ lực đã bỏ ra trước khi sử dụng SPC. Tuy nhiên, nỗ lực này không chỉ mang lại hiệu quả sử dụng SPC mà còn cải thiện tất cả các quy trình liên quan.

Mặt khác, chi phí sử dụng SPC có thể được coi là không đáng kể sau nỗ lực ban đầu này. Nỗ lực bổ sung duy nhất là vẽ và phân tích các biểu đồ kiểm soát. Trên thực tế, các lợi ích là kiểm soát quá trình tốt hơn, phát hiện hiệu quả hơn các ngoại lệ và theo dõi quá trình các hành động cải tiến. Do đó, lợi nhuận thu được là cao, đặc biệt là trong dài hạn.

Sau nghiên cứu điển hình này, ban lãnh đạo công ty đã quyết định chuẩn hóa phân tích SPC để ra quyết định về mặt kỹ thuật và quản lý. Theo đó, các định nghĩa quy trình cho các quy trình đo lường, giải quyết vấn đề, hành động phòng ngừa và quản lý dự án được cập nhật để kết hợp việc triển khai SPC cho các chỉ số về tỷ lệ làm lại, mật độ lỗi và hiệu suất kiểm tra. Các biểu mẫu thu thập dữ liệu liên quan cũng được tinh chỉnh để thu thập một số dữ liệu bổ sung để sử dụng trong SPC. Hơn nữa, các định nghĩa quy trình mới được viết để mô tả chi tiết SPC (chuẩn hóa dữ liệu, tạo và giải thích các biểu đồ kiểm soát, v.v.) và các hành động cần thực hiện trong các tình huống khác nhau. Ở một bước tiếp theo, một nghiên cứu mới đã được khởi tạo để mở rộng phân tích SPC để bao gồm một số số liệu khác (những số liệu này được tổ chức giữ bí mật).

Tóm lại, chúng ta thấy rằng việc triển khai SPC không phải là một nhiệm vụ đơn giản trong một tổ chức phần mềm mới nổi. Các quy trình có độ chín tương đối thấp có thể cần thêm một số nỗ lực trước khi triển khai thực tế. Tuy nhiên, những chi phí này có thể được biện minh bằng những cải tiến liên quan trong quá trình. Hơn nữa, với việc triển khai phù hợp, biểu đồ kiểm soát đóng vai trò như một người đánh giá bằng cách chứng minh những điểm không phù hợp hiện có về một quá trình / sản phẩm với điều kiện phải thực hiện các hành động sơ bộ cần thiết. Nó tạo cơ hội để phát hiện các vấn đề và cải thiện quy trình phần mềm. Nó cũng là một công cụ hiệu quả vì nó cung cấp một giao diện trực quan với nền tảng khoa học. Do đó, chúng ta có bằng chứng cho thấy có thể triển khai và hưởng lợi từ SPC trong một tổ chức phần mềm mới nổi. Nghiên cứu có một số hạn chế do hạn chế về thời gian và dữ liệu. Tuy nhiên, nghiên cứu này là một bước tiến nhằm hiểu được những ý nghĩa thực tế của SPC trong một tổ chức phần mềm. Một phần mở rộng có thể thực hiện là điều tra ảnh hưởng của các tham số khác nhau (như ngôn ngữ lập trình, mức độ ưu tiên khuyết tật, định nghĩa SLOC cho mật độ khuyết tật; loại đánh giá ngang hàng, loại khuyết

tật, số người trong cuộc đánh giá để đánh giá hiệu suất) đối với kết quả SPC. Việc phân loại các điểm dữ liệu đối với các tham số liên quan mang lại kết quả nhạy và hiệu quả hơn. Tương tự, việc thu thập đủ số điểm dữ liệu có thể dễ dàng hơn bằng cách tránh phân loại quá mức. Một hướng khác cho công việc trong tương lai là thử các thay đổi trong việc triển khai SPC liên quan đến các biện pháp được sử dụng, biểu đồ được vẽ và các giới hạn kiểm soát được áp dụng. Kết quả tốt hơn có thể đạt được bằng cách sử dụng các định nghĩa số liệu khác nhau (tức là cho kích thước sản phẩm, SLOC, v.v.), vẽ các biểu đồ thống kê khác nhau và áp dụng các giới hạn khác ngoài 3-sigma cho một số dữ liệu nhất định. Các nghiên cứu sâu hơn cũng cần thiết để so sánh việc triển khai SPC cho các số liệu khác nhau giữa các tổ chức phần mềm khác nhau với các đặc điểm khác nhau về mức độ trưởng thành và quy mô. Điều này sẽ giúp tác giả có thêm kiến thức chuyên môn về triển khai SPC trong miền phần mềm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Barnard, J. and Carleton, A.D. 1999. Analyzing Mature Software Inspection Process Using Statistical Process Control (SPC), *The European SEPG Conference*.
2. Brooks, F.P. 1987. No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering, *IEEE Computer Magazine*.
3. Burr, A. and Owen, M. 1996. *Statistical Methods for Software Quality*. Thomson Publishing Company. ISBN 1-85032-171-X.
4. Card, D. 1994. Statistical Process Control for Software? *IEEE Software* pp. 95–97.
5. Carleton, A.D. and Florac, A.W. 1999. *Statistically Controlling the Software Process*, *The 99 SEI Software Engineering Symposium*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
6. CMMI Product Team 2001. *CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, and Integrated Product and Process Development (CMMI-SE/SW/IPPD, V1.1)*, *Continuous Representation*, Carnegie Mellon University.
7. Crosby, P.B. 1980. *Quality is Free: The Art of Making Quality Certain*. Penguin Book USA Inc. ISBN: 0-451-62585-4.

8. Florac, A.W. and Carleton, A.D. 1999. *Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement*. Pearson Education. ISBN 0-201-60444-2.
9. Florac, A.W., Carleton, A.D., and Barnard, J.R. 2000. Statistical Process Control: Analyzing a Space Shuttle Onboard Software Process, *IEEE Software*, pp. 97–106.
10. Sargut, K.U. 2003. *Application of Statistical Process Control to Software Development Processes via Control Charts*, Middle East Technical University (Master's Thesis).