

# VSM 설계와 운영방안

## -Design and Operation of Value Stream Mapping-

최 성 운 \*

Choi Sung Woon

이 창 호 \*\*

Lee Chang Ho

### Abstract

This paper suggests the design and operation of value stream mapping (VSM) applied to project management, such as R&D, IT Investment. First this study represents design methodology of VSM process using SIPOC(Supplier, Input, Process, Output, Customer). Second, this paper considers the identification and improvement plan about non-added value time for VSM using FPC(Flow Process Chart) and PERT/CPM. Last, this paper proposes VSM scheduling method using PERT/CPM and CCPM(Critical Chain Project Management)

**Keywords : VSM, SIPOC, FPC, PERT/CPM, CCPM**

## 1. 서 론

최근 스피드(Speed)와 결함변동(Defects Variation)을 동시에 감소하여 프로세스 개선을 추구하는 LSS(Lean Six Sigma, 린 식스 시그마)의 관심이 증대되고 있다. LSS에서 Lean은 '여윈', '마른' 이라는 뜻으로 낭비제거를 목표로 하는 일본의 TPS(Toyota Production System, 토요타 프로덕션 시스템)를 벤치마킹하여 미국에서 LPS(Lean Production System, 린 프로덕션 시스템)로 사용되고 있다. LPS는 JIT(Just In Time),

---

\* 경원대학교 산업공학과 교수

\*\* 인하대학교 아태물류학부 교수

2006년 11월접수; 2006년 12월 수정본 접수; 2006년 12월 게재확정

내 준비작업의 외준비 작업화, 유인 자동화, U자 라인을 이용한 흐름생산, 작업지침서(Work Instruction)에 의한 다공정담당(Multitasking), 연속형 조정(Adjustment)을 배제하고 이산형 세팅(Setting)에 의한 교체준비작업시간 최소화, 정원제가 아닌 소인화(소진카), 지도카, 유인자동화(Autonomation), 감지자동화, 실수 방지 장치(Fool-Proof, Mistake-Proof, Poka-Yoke) 등에 의한 무결점(ZD:Zero Defect), 풀 간판(Pull Kanban) 평준화 혼류 생산, 무재고, 가시관리, 5S(행), 예방보전 철저, 라인 스톱장치에 의한 전사적 품질보증, 아침 조례 및 체조, 3불(불필요, 불합리, 불균일) 추방 운동 진도상자(Heijunka Box)이용 등의 TPS 원리와 도구를 미국 생산 시스템에 적용한 것이다. 즉 LPS는 시스템 및 프로세스의 스피드를 향상하는 도구이다.

LSS에서 식스 시그마는 DMAIC(Define, Measure, Analyze, Improve, Control)의 5단계 개선 프로세스를 이용한 프로젝트 수행에 의해 시스템 및 프로세스 결함 변동을 감소하는 도구이다. LSS에서 스피드향상, 결함변동 감소 등의 고객 가치(Costumer Value)를 프로세스 흐름의 전 과정을 통해 VA(Value-Add 부가가치), NVA(Non-Value Add 비 부가가치), NNVA(Necessary but Non-Value Add 필요하지만 비부가가치) 등으로 파악한다. 이와 같이 파악된 비 부가가치 프로세스를 제거하고 부가가치 있는 프로세스로 고객가치를 향상하기 위해서 사용되는 도구가 VSM(Value Stream Mapping:가치 흐름 지도)이다. VSM에서는 제품 또는 프로세스 산출물이 1개당 일정 간격으로 흘러 나오는 실제 시간 간격인 사이클 타임(Cycle Time:목표 사이클 타임인 Pitch Time 과 구별됨)을 대상으로 스피드 향상을 추구하고 있으며 중간 재공품(WIP:Work In Process)을 제로(Zero)로 하는 또는 고객 수요를 고려하는 택트 작업을 목표로 택트 타임(Tact Time 또는 Takt Time)으로 사용하는 경우도 있다.

LSS의 VSM 도구를 이용할 경우 과거 스피드 경영이라는 이름으로 고객과 관련이 없고 전달되지도 않는 비 부가가치 시간을 줄이기 위해 전 부서가 헛된 시간과 노력을 낭비하여 조직의 저항과 고객불만 실패를 경험했던 문제를 극복할 수 있다.

Hines et al.[11]는 7가지 VSM 도구를 제시하였으며 Alves et al.[9]은 주문식 생산에 VSM을 적용하였다. 이 외에 VSM은 유통분야[12], 의료분야[10,13] 등 전 산업분야에 광범위하게 적용되어 오고 있다. 본 연구에서는 대규모이면서 장기간의 불확실한 특성을 갖는 R&D 및 엔지니어링 프로젝트 매니지먼트(PM), 네트워크형 IT 프로세스 등에 적용할 수 있는 VSM 설계와 운영방안 3단계를 제안한다.

제 1단계에서는 프로세스 인터페이스를 효과적으로 표현할 수 있는 SIPOC(Supplier, Input, Process, Output, Customer) 다이어그램 및 전후방 업무를 동시에 표현이 가능한 서비스 블루 프린트를 이용한 VSM프로세스 설계 방안을 제시한다. 제 2단계에서는 부가가치와 비 부가가치 프로세스가 흐름에 따라 구분되는 FPC(Flow Process Chart), 시간중심의 PERT(Program Evaluation Review Technique), 비용중심의 CPM(Critical Path Method)를 이용한 VSM 비 부가가치 시간 파악 및 개선방안을 제안한다. 제 3단계에서는 부가가치 시간을 대상으로 프로세스 순서 중심형 PERT, CPM, 자원 제약형(TOC:Theory of Constraints)의 CCPM(Critical Chain Project Management)등을 이용한 VSM 일정계획 방안을 제시한다.

## 2. VSM 프로세스 설계

### 2.1 SIPOC을 이용한 PM 적용

SIPOC(Supplier, Input, Process, Output, Customer) 모형은 고 수준의 프로세스 맵핑에 사용되는 도구이다.[14]

PM(Project Management)은 일상의 업무를 반복하여 수행하는 운영과는 달리 한시적인 1회성의 대규모 장기간의 불확실한 프로젝트를 효과적으로 수행하기 위한 방법이다. 여러개의 프로젝트를 통합,관리할 경우 프로그램 매니지먼트라고 하며 조직 전체 차원에서 프로그램과 프로젝트를 최적으로 통합, 운영, 관리하는 포트폴리오 매니지먼트가 중요한 역할을 하게 된다.

이 경우 개별 프로젝트를 담당하는 프로젝트 매니저보다 여러 프로그램과 포트폴리오를 통합, 관리하는 PMO(Project Management Office)는 프로젝트를 성공적으로 수행해야 할 프로세스 활동을 서로 중복되지 않으면서 모든 내용이 포함되어야 하는 프로세스 체계를 설계할 수 있는 능력이 있어야 한다.

PMBOK(A Guide To Project Management Body of Knowledge)는 9개의 지식영역(Knowledge Area)과 5개의 프로세스 그룹(Process Group)등의 두 조합에 의해 44개의 프로세스 활동으로 구성된다. 지식 영역은 통합(Integration), 범위(Scope), 시간(Time), 비용(Cost), 품질(Quality), 인력(Human Resource), 의사소통(Communication), 위험(Risk), 조달(Procurement) 등이며 프로세스 그룹은 착수(Initiating), 계획(Planning), 실행(Executing), 모니터링 및 통제(Monitoring and Control), 종료(Closing) 등으로 구성된다.

이 경우 44개의 프로세스 활동은 고유번호를 가지며 SIPOC 모형을 통해 하나의 시스템으로 통합, 연계될 수 있다. [1,4] 예를 들어 프로세스 활동 6.2 활동 순서(Activity Sequencing)를 SIPOC의 Process로 가정할 경우 Suppliers는 6.1 활동 정의(Activity Definition)와 4.6 통합 변경 통제(Integrated Change Control)가 되며 Inputs는 활동 리스트(Activity List), 활동 속성(Activity Attributes), 승인 변경 요청(Approved Change Requests)이 된다. Process는 앞에서 가정한 바와 같이 6.2 활동 순서로 활동사이의 종속 관계(Dependency)를 논리적으로 결정하여 Outputs인 프로젝트 일정 네트워크 다이어그램(Project Schedule Network Diagram)과 요청변경(Request Changes)과 업데이트된 활동 리스트와 속성을 산출하여, Customers인 6.5 일정개발(Schedule Development), 4.6 통합 변경 통제로 연계된다.

PMBOK를 구성하는 44가지 프로세스 활동은 고유번호 순서와 SIPOC의 연계관계에 의해 하나의 시스템으로 구성되어 합리적인 체계에 의해 역동적으로 수행될 수 있다. SIPOC을 이용한 VSM 설계는 PM 적용시 고객의 가치를 증진시킬 수 있다.

## 2.2 SIPOC을 이용한 SOA 적용

SOA(Service Oriented Architecture)는 네트워크 이 기종 하드웨어 환경을 재사용과 조립이 가능한 입도(Granularity)를 식별할 수 있는 약 결합 방식의 새로운 소프트웨어 설계방식이다. 웹서비스의 SOA 아키텍처는 서비스 리퀘스터(Requester), 서비스 프로바이더(Provider), 서비스 레지스트리(Registry)등의 3가지로 구성되어 있다. 리퀘스터와 프로바이더의 바인드(Bind)기능, 프로바이더와 레지스트리의 퍼블리시(Publish)기능, 리퀘스터와 레지스트리의 파인드(Find) 기능을 위해 SOAP(Simple Object Access Protocol), WSDL(Web Service Description Language), UDDI(Universal Description Discovery and Integration)등의 분산 컴포넌트 공개 표준기술을 사용하고 있다.

윤[6]은 SOA구현을 위한 서비스 개발 방법론 M4SOD(Methodology for Service Oriented Development)를 제시하였다. M4SOD는 SDP(Service Development Planning), BDM(Business Domain Modeling), RRE(Reuse Resources Extracting), SIM(Service Identification and Modeling), SDM(Service Decision Making), SDC(Service Development Composition) 등의 6단계 프로세스와 19개 세부 프로세스로 구성된다.

SIPOC의 적용예를 들면 세부 프로세스 SDM010 단위 서비스 분석을 Process로 가정할 경우 Supplier는 세부 프로세스 SIM020 단위 서비스 식별이 되며 Inputs는 단위 서비스목록, 서비스 인터페이스 명세서가 된다. Process인 세부 프로세스 SDM010 단위 서비스 분석은 Output인 서비스 평가기준서를 산출하며 Customer인 세부 프로세스 SDM020 단위 서비스 평가로 연계된다.

기존의 소프트웨어 중심, IT부서 중심의 컴퓨팅 환경에서 벗어나 업무를 구성하는 여러 요소들이 공통의 목표를 위해 분해가능한 통합 비즈니스 기술을 구축하는 SOA 웹 서비스 시스템 구축 시 SIPOC을 이용할 경우 고객의 가치를 향상시킬 수 있다.

## 2.3 SB를 이용한 서비스 적용

SB(Service Blueprint)는 고객과의 접점(MOT: Moment of Truth)에 의해 무형적인 서비스의 실패 발생점(Failing Point) 및 과도한 대기시간(Waiting Time)을 예측, 개선하여 고객의 가치를 증진시키는 도구이다. SB는 고객의 가시선(Line of Visibility)에 따라 프론트 스테이지와 백스테이지로 나눌 수 있다. 프론트 스테이지는 고객의 행동시간 흐름순서, 서비스 표준, 물적증거 및 고객과의 접촉이 되는 상호 작용선(Line of Interaction)이 정의되며 백스테이지는 프론트 스테이지를 위한 지원과정이 기술된다.[5]

SB에서 고객의 가치를 증진시키는 흐름을 기준으로 서비스 접점(Service Encounter)에서 실패 발생점(Defect)과 불필요한 대기시간(Cycle Time, Takt Time)을 줄일 수 있는 서비스 설계를 할 경우 고객의 가치를 증진시키는 VSM의 역할을 하게 된다.

### 3. VSM 비부가가치시간 파악 및 개선

#### 3.1 FPC를 이용한 비부가가치시간 파악

FPC(Flow Process Char)[2.8]는 프로세스를 처리(가공, 작업)시간, 검사(확인)시간, 이동(운반)시간, 대기(지연)시간, 보관(저장)시간등으로 파악하여 NVA시간인 대기 및 보관 시간을 제거하고 NNVA인 검사 및 이동시간을 줄이려는 경우 사용된다.

FPC에서 처리, 검사, 이동, 대기, 보관등의 모든시간이 포함된 총 작업 완료시간(Throughput Time)과 VA시간인 처리시간(Processing Time)의 비율을 MCE(Manufacturing Cycle Effectiveness)라고 정의 하며 JIT를 지향하는 프로세스 측정지표로 사용된다.[3]

FPC에 의해 NVA, NNVA 시간이 파악되어 제거되고 VA 시간인 처리시간에 의해 프로세스가 수행될때 MCE비율은 1에 가까워지며 고객의 가치가 증진된다.

#### 3.2 PERT/Time을 이용한 비부가가치 시간 개선

대기 및 보관시간인 NVA시간과 검사 및 이동시간인 NNVA시간을 개선하기 위해서는 합리적인 시간산정(Time Estimation)이 요구된다.

특히 R&D, IT/엔지니어링 등의 PM에서 경험이 없는 새로운 비즈니스인 경우 베타 분포의 3점시간 견적법을 이용하는 PERT/Time방법이 유용하다. 베타 분포는 상한, 하한값이 정해진(Binding) 경우 사용되는 분포로 낙관시간값(OT : Optimistic Time)와 비관시간값(PT:Pessimistic Time)이 상한, 하한에 해당한다. 정상시간값(NT : Normal Time)과 함께 PERT/Time의 3점 견적법에 의한 기대시간값(ET:Expected Time)은  $ET = \frac{OT + 4NT + PT}{6}$  이며 그때의 분산(위험도)는  $\sigma^2 = \left(\frac{PT - OT}{6}\right)^2$  이 된다.

FPC와 PERT/Time을 이용한 비부가가치 시간 파악 및 개선단계는 다음과 같다.

단계1: FPC에 의해 NVA인 대기 및 보관시간, NNVA인 검사 및 이동시간, VA인 처리시간을 파악한다.

단계2: NVA인 대기 및 보관시간을 대상으로 PERT/Time에 의한 3점 시간견적으로 기대시간치 ET를 계산한다.

단, 시간의 분산이 클 경우 OT, NT, PT의 시간값을 재산정 한다.

단계3: ET가 가장 큰 NVA인 대기 및 보관시간을 대상으로 프로세스 개선을 실시한다.

### 3.3 CPM/Cost를 이용한 비부가가치 시간 개선

경험이 있는 비즈니스를 수행하는 경우 시간은 알려져 있어 비용이 중요한 역할을 하게 된다. CPM/Cost에서 단위 프로세스 기간당 단축하는데 추가로 발생하는 비용을 비용구배 (CG: Cost Gradient)라 하며  $CG = \frac{\text{특급비용} - \text{정상비용}}{\text{정상기간} - \text{특급기간}}$ 로 정의한다. NVA인 대기 및 보관시간을 대상으로 CG가 가장 적게 드는 프로세스를 우선적으로 선정하여 기간을 단축할 경우 효과성과 효율성을 동시에 추구할 수 있다.

## 4. VSM 일정계획

### 4.1 VSM/PERT 일정계획

3절의 VSM 비 부가가치 시간을 파악하고 개선한 후 VA인 처리시간을 대상으로 일정달성을 수행하는 VSM/PERT 일정계획 단계는 다음과 같다.

단계 1 : VSM 프로세스를 설계하고(2절), 비 부가가치 시간을 파악하고 개선한 후 (3절)부가가치 시간을 대상으로 기대시간 ET와 분산  $\sigma^2$ 을 구한다.

단계 2 : 부가가치 프로세스를 네트워크 화살 공정표로 작성하고 단계별 여유 (Slack)가 제로인 주경로 (CP : Critical Path)를 구한다.

단계 3 : 주경로의 프로세스 분산의 합을 구하고 고객의 납기(목표달성기일)를 달성할 수 있는 확률  $P(Z) = P(Z \leq \frac{\text{고객의납기} - \text{정상달성기일}}{\sqrt{\text{주경로의분산합계}}})$ 에 따라 개선 활동을 실시한다.

### 4.2 VSM/CPM 일정계획

3절의 VSM 비 부가가치 시간을 파악하고 개선한 후 VA인 처리시간을 대상으로 비용절감을 중심으로 일정단축을 실시하는 VSM/CPM 일정계획은 다음과 같다.

단계 1 : VSM 프로세스를 설계하고 (2절), 비 부가가치 시간을 파악하고 개선한 후 (3절) 부가가치 시간을 대상으로 경험하여 알려진 프로세스 시간으로 주공정 (CP)을 구한다. 이 경우 활동별 여유(Float) 즉 TF(Total Float), FF(Free Float), IF(Interference Float), INDF(Independent Float)등이 제로가 되는 프로세스가 주경로가 된다.

단계 2 : 주 경로의 프로세스별 비용구배(CG)를 구하고 고객의 납기를 단축시키기 위해 비용구배가 가장 작은 프로세스를 선택하여 개선을 실시한다.

### 4.3 VSM/CCPM 일정 계획

자원의 능력을 무제한으로 고려하고 프로세스의 순서에 의존하여 일정계획을 수립하는 PERT/CPM의 대안으로 TOC(Theory of Constraints)를 기반으로 하는 CCPM(Critical Chain Project Management)방법이 있다.[7] PERT/CPM의 주 경로(CP : Critical Path)는 프로세스 순서만을 고려하나 CCPM의 주 사슬(CC : Critical Chain)은 프로세스 순서를 만족하며 자원이 중복되어 사용하지 않는 프로세스이다.

VSM/CCPM 일정계획은 다음과 같다.

단계 1 : VSM 프로세스를 설계하고 (2절), 비 부가가치시간을 파악하고 개선한 후 (3절), 부가가치 시간과 사용자원(Resource)을 고려하여 주사슬(CC)를 구한다.

단계 2 : 주사슬(CC)을 포함한 모든 프로세스는 학생중후군(학생들 당일치기 공부형), Parkinson 법칙(부서에서 주어진 1년 예산은 무조건 써야 다음해에 예산을 더 많이 받을 수 있다고 믿는 법칙)에 따라 프로세스 시간을 절반 할애하여 3가지 버퍼(Buffer)로 사용한다. 주사슬(CC)앞에 자원 버퍼(Resource Buffer), 주사슬(CC)뒤에 프로젝트 버퍼(Project Buffer), 주사슬이 아닌 프로세스 뒤에는 피딩 버퍼(Feeding Buffer)등을 배치한다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 고객의 가치를 증진시키기 위한 방안으로 최근 린 식스 시그마(LSS)에서 사용되고 있는 고객흐름매핑 즉 VSM의 3단계 설계와 운영 방안을 제안하였다.

첫 번째 단계에서는 대규모, 장기간의 프로젝트 매니지먼트 프로세스와 최신 웹 기술인 SOA 개발 프로세스를 대상으로 SIPOC을 이용한 VSM설계 방안을 제시하였다.

두 번째 단계에서는 흐름 프로세스 차트(FPC)를 이용한 비 부가가치 시간의 파악 및 시간 중심의 PERT/Time, 비용중심의 CPM/Cost 기법을 이용하여 비 부가가치 시간 개선 방안을 구축하였다. 마지막 단계에서는 자원을 고려하지 않는 PERT/CPM 과 자원을 고려하는 CCPM을 VSM과 연계한 일정계획 단계를 설정하였다.

그러나 린 식스시그마에서 사용되고 있는 VSM이 기업에서 적용될 경우 비 부가가치 프로세스의 명확한 구분에 의한 관련조직의 저항에 부딪힐 수 있다는 것을 염두에 두어야 한다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1] 김병호외, PM+P 2005, 소동 2005.
- [2] 김태웅, 서비스 기업의 운영관리, 신영사, 2005.
- [3] 송경근 옮김, Kaplan R.S. , Norton D.P. , Balanced Scorecard, 한언, 1998
- [4] 안재성, PMP 실전문제, 제이에스 컨텐츠 팩토리, 2006.

- 
- [5] 유명목, 서비스 품질경영, 양서각, 2005.
- [6] 윤홍란, "M4SOD : SOA를 위한 서비스 지향 개발 방법론", 숙명여자대학교 박사 학위 논문, 2005.
- [7] 이동근, "CCPM에서의 버퍼관리에 관한 연구", 울산대학교 석사학위 논문, 2002.
- [8] 이순요, 신공정관리, 박영사, 1978.
- [9] Alves T.D.C. , Tommelein I.D. , Ballard G. "Value Stream Mapping for Make-To-Order Products in a Job Shop Environment", Construction Research Congress, (2005)1-10.
- [10] Endsley S. , Magill M.K. , Godfrey M.M. , "Creating a Lean Practice", Family Practice Management, 13(2006)34-38.
- [11] Hines P. , Rich N. , "The Seven Value Stream Mapping Tool", International Journal of Operations & Production Management, 17(1997)46-64.
- [12] Hines P. , Rich N. , Esain A. "Value Stream Mapping : A Distribution Industry Application", Benchmarking : An International Journal, 6(1999) 60-77.
- [13] Kocakulah M.C. , Upson J. , "Cost Analysis of Computerized Physician Order Entry Using Value Stream Analysis : A Case Study", Research in Healthcare Financial Management, 10(2005)13-25.
- [14] Monroe D.J. , "Analyzing Value Streams", Quality January(2006)50-57.



## 저 자 소 개

**최 성 운** : 현 경원대학교 산업공학과 교수 재직 중. 한양 대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 취득하고, 1994년 한국과학재단 지원으로 University of Minnesota에서 1년간 Post-Doc을 수행하였으며, 2002년부터 1년 8개월 동안 University of Washinton에서 Visiting Professor를 역임하였음. 주요 관심분야는 경영품질시스템, 서비스 사이언스, 자동화 생산 및 장치 산업에서의 품질관리이며, 컴퓨터 · 정보통신시스템의 신뢰성 설계 및 분석, RFID시스템에도 관심을 가지고 있음.

**이 창 호** : 현재 인하대학교 아태물류학부 교수로 재직중. 인하대학교 산업공학과학사, 한국과학기술원 산업공학과석사, 한국과학기술원 경영학과 공학박사취득, 주요관심분야는 인천항의 물류관리, RFID를 활용한 응용시스템, 항공산업관련 스케줄링과 중소기업의 ERP 개발 등. lch5601@inha.ac.kr

## 저 자 주 소

**최 성 운** : 경기도 성남시 수정구 복정동 산 65번지 경원대학교 산업공학과

**이 창 호** : 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 아태물류학부