

## Design of Advanced Planning System for Supply Chain Management Supporting ATP(Available To Promise)

Joonsoo Bae\*, Jake Han\*

\*Sungkyul University

### 납기 회답 지원 SCM 을 위한 생산 계획 모델의 설계 (조립/가공 산업 중심)

배준수\*, 한종길\*

\*성결대학교

#### 초 록

근래 정보 시스템의 흐름은 생산 분야의 관리 뿐만 아니라, 고객과의 관계를 중시하는 CRM(Customer Relation Management)과 공급업체와의 협업 관계를 유지하는 eProcurement 시스템에 초점을 맞추고 있다. 즉, 기존에는 단위 생산 시스템의 관리에 중점을 두었지만 최근에는 그 외부 요소들에 대한 관리의 중요성을 인식하게 되었고 이를 통칭하여 공급망 관리(SCM: Supply Chain Management)라고 한다. 본 논문에서는 공급망 관리에서 필요한 생산 계획 수립 문제에 대해서 살펴 본다. 특히 고객과의 관계에서 중요한 기능인 납기 회답을 지원하는 생산 계획 수립의 실행 주기에 대해서 살펴 본다. 첫째, 단위 생산 시스템에서 사용하는 작업 지시(Work Order)와 구매 지시(Purchase Order)를 생성하는 정규계획 모델에 대해서 설명한다. 정규계획 모델에서 필요로 하는 정적 정보와 동적 정보의 수집 및 계획의 실행을 담당하는 ERP 시스템과의 관계에 대해서 정의하고 정규 계획 모델의 운영 주기를 정의한다. 둘째, 정규 계획 모델과 상호 협조하면서 납기 회답을 지원하는 납기회답 모델의 설계에 대해서 살펴본

다. 정규계획 모델과 달라지는 입력 부분의 정의와 정규계획 모델과의 상호 관계를 정의한다. 다음으로, 정해진 납기를 지키기 위해서 정규 계획 모델에서 고려해야 하는 요소에 대해서 알아본다. 가장 중요한 것으로 작업 부하와 생산 용량을 고려한 계획 일자(PST)와 고객 납기와 제조 공정 LT를 고려한 계획 일자(LPST) 중 최소값을 원자재의 납기 일자로 사용하는 것을 제안한다. 동시에 신규 구매 지시 계획을 생성하기 보다는 기존에 발행된 구매 지시의 우선적 사용과 기존 구매 지시의 납기 일자를 고객 납기에 가장 잘 맞출 수 있도록 변경하는 방안을 제시한다. 이렇게 함으로써 최대한 고객 납기를 만족하도록 계획을 수립할 수 있게 된다. 본 논문에서 제시하는 계획 모델을 사용함으로써 고객 주문에 대한 대응력을 높일 수 있고, 계획의 투명성으로 인한 전체 공급망의 Bullwhip effect를 감소시킬 수 있는 장점이 있다. 동시에 이것은 향후 e-Business 시스템 구축을 위한 기본 인프라 역할을 수행할 수 있게 된다.

#### 1. 서론

제조 산업의 운영 시스템은 기업의 운

영체제(operating system) 역할을 수행하는 것으로, 기술적인 환경 특히 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 많은 변화와 성장을 거듭해 왔다. 운영 시스템의 발전 단계는 MRP -> MRP II -> CIM -> ERP -> CALS -> SCM, CRM -> e-Business로 크게 나눌 수 있다(강석호, 1998). 각 시스템이 모두 성공적인 것은 아니었으나 새로운 운영 시스템은 기업 관리 체제의 새로운 패러다임을 요구함으로써 지속적인 개선의 기회로서 역할을 수행하였다.

현재 기업의 관리 수준은 이러한 지속적인 개선의 결과로 더 이상 기업 내부의 조직과 프로세스를 개선하는데 한계에 도달하였다. 따라서 고객과의 밀접한 관계 유지, 내부 생산 운영의 예측 가능성 및 투명성 향상, 협력 업체 및 조달 업체와의 정보 공유 및 안정된 관계 유지 등이 필요하다.

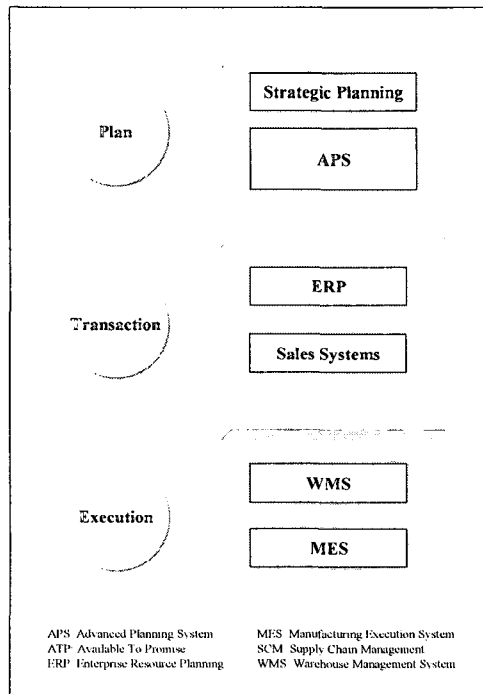


그림 1 SCM의 구성 요소

본 논문에서는 위와 같은 기업 환경의 변화가 실제 기업에서 어떻게 받아 들여지고,

대처 방안으로 ERP 시스템과 APS 시스템을 구현한 사례를 소개한다. 대상 분야는 대표적인 첨단 전자기기 제조 조립 기업인 LG전자이다.

## 2. 배경 연구

본 장에서는 SCM 솔루션으로 사용되고 있는 제품군과 그 서브모듈에 대해서 설명하고, 계획에서 중요한 남기를 고객의 입장에서 바라보는 고객납기와 생산의 입장에서 바라보는 계획납기로 나누어서 살펴본다.

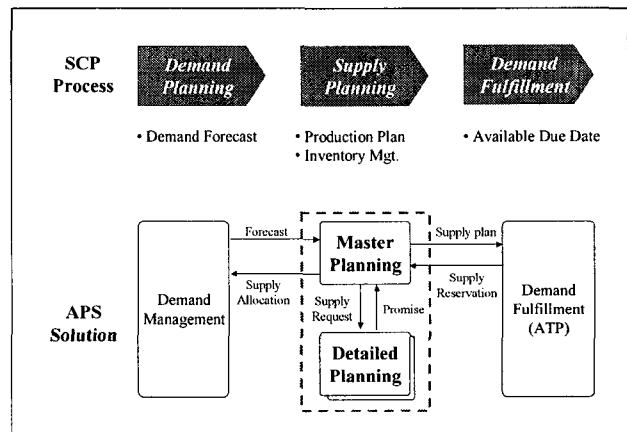


그림 2 SCM의 주요 의사결정과 APS Solution

### 2.1 SCM 도구

인터넷의 급속한 발전과 경쟁의 가속화로 인하여 기업마다 독자적인 운영보다는 기업이 속한 공급망 전체의 관리가 필요함을 느끼고, 또한 e-Business 구현의 전제 조건으로서 SCM이 각 기업마다 도입을 시도하고 있다. 이러한 요구 사항에 부응하여 전 세계적으로 많은 SCM 솔루션들이 쏟아져 나왔는데, 대표적인 것으로 아래와 같은 제품군을 들 수 있다.

- 2의 Tradematrix 제품군
- SAP의 APO 제품군
- Oracle의 APS 제품군
- 기타 : Aspentec, Manugistics

이러한 제품군은 대개가 공급망 전체의 계획을 수립하는 Advanced Planning System(APS) 형태로 이루어져 있는데, 그 역할에 따라서 4개의 서브 모듈로 있다. 1) 생산의 시발점이 되는 수요 예측을 수행하는 Demand Planning 모듈, 2) 공급망의 요소별로 물량을 할당하고 이동계획 수립을 담당하는 Supply Planning 모듈, 3) 할당된 물량을 생산할 수 있도록 작업지시(Work Order)와 구매지시(Purchase Order)와 같은 상세계획을 수립하는 Factory Planning 모듈, 4) 공급망 전체의 계획과 공급망 요소별 계획을 고려하여 고객의 주문에 대한 납기 회답 기능을 제공하는 Demand Fulfillment 모듈로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 주로 상세계획을 수립하는 Factory Planning 모듈을 이용하여 고객에 대한 납기회답을 수행하는 것에 관해서 다룬다.

## 2.2 고객납기와 계획납기

모든 고객 주문에는 요청하는 납기일자가 존재하는데 이것을 고객납기(Customer Due Date)라고 부른다. 이에 비해 계획을 수립하여 생성되는 납품 가능한 일자를 계획납기(Plan Completion Date)라고 부른다. 즉, 고객납기는 특정 회사의 고객 입장에서 요청하는 것이고, 계획납기는 특정 회사 자신의 상황을 고려한 가능 납기이다. 여기서 두 납기가 항상 동일하면 아무 문제가 없지만, 자재와 용량을 고려한 현실의 제약과 경제성의 원리에 의해서 항상 같을 수는 없게 된다. SCM 이라고 하는 것도 결국 이 상이한 두 값을 공급망에서 어떻게 조정하여 맞추어 나갈 것인가를 결정하는 것이다.

상세계획을 수립한다는 것은 고객의 주문에 대해서 제품과 반제품을 생산하기 위한 작업지시(Work Order)와 필요한 원자재를 구매하는 구매지시(Purchase Order)를 생성하는 것과 동일하다. 이 때, 작업지시의 작업 시작 시간을

구하는데 있어서 다른 요소는 무시하고 무조건 고객납기와 가공 시간 기준에 맞추어 계획을 수립할 수가 있고, 또한 자재 제약과 생산 용량과 같은 현실적인 제약사항을 고려한 계획을 수립할 수가 있다. 전자의 경우를 그 작업지시의 LPST(Latest Possible Start Time)이라고 하고, 후자를 PST(Planned Start Time)이라고 한다. 예를 들어 제품 A를 원하는 고객 주문 DO-01의 납기가 3/10이라고 하고, 이것의 작업지시 WO-01의 가공 시간이 2일이라고 한다면 작업지시 WO-01의 LPST는 3/8이 된다. 또한 만약 자재가 가용한 시간이 3/13이라면 WO-01의 PST는 3/13이 된다.

## 3. 설계

본 장에서는 고객의 요구 납기일을 최대한 만족시켜 주기 위한 SCM 시스템의 운영 모델을 소개한다. 먼저 제조품의 생산을 지시하는 제조지시(Manufacturing Order)와 구매품의 구매를 지시하는 구매지시(Purchase Order)를 생성해 내는 정규계획 모델에 대해서 설명하고, 다음으로 고객의 요구 납기일에 대해 향후 생산 부하와 원자재 가용성을 고려한 가능 납기일을 제시하며 문제 현황을 생성해 주는 납기회답 모델의 특성을 살펴본다. 마지막으로 정규계획 생성시 고객납기를 최대한 맞추기 위해서 고려해야 하는 요소를 제시한다.

### 3.1 정규계획 모델

정규계획 모델이란 ERP 시스템과 연동하여 영업부서에서 고객 주문과 예측 물량을 입력 받아서 수요 정보를 형성한 다음 제조 부서에서 실행할 구체적인 일정을 생성시켜주는 기능을 담당하는 것을 일컫는다. 즉 이것은 기업의 향후 운영 계획을 수립해 주는 일종의 의사결정 시스템이라고 할 수 있다. 이것은 크게 고객 주문과 같은 수요 자체의 편중과 능력 대

비 수요의 불균형을 조정하는 이동계획(Master Planning)과 이것의 결과인 조정된 수요를 이용하여 상세 일정 계획을 생성 시켜 주는 상세계획(Detail Scheduling)으로 나눌 수 있다. 먼저 이동계획은 영업부서에서 고객의 실제 주문을 확정된 판매 주문(Sales Order)과 미래 수요를 대비하여 미리 생산을 수행하도록 수요 예측(Forecast)을 입력으로 받아 들인다. 물론 이 때 수요 예측 물량 중에 실제로 판매 주문이 실현되어 입력되는 물량을 빼는 수요 예측 차감(Forecast Consumption) 단계가 미리 진행되어야 한다. 이 결과가 정규계획의 총 수요 정보로 입력된다. 또한 기존에 이미 생성되어 진행중인 생산 지시 정보(Open W/O)와 구매 지시 정보(Open P/O)가 이동계획의 입력으로 투입된다. 이러한 입력 정보를 이용하여 주간 혹은 월간 단위의 개략적인 계획을 수립한다. 이 때는 주간 혹은 월간 생산 능력을 반영하고 가장 문제를 많이 일으키는 핵심 자재에 대한 제약을 반영하여 계획을 수립한다.

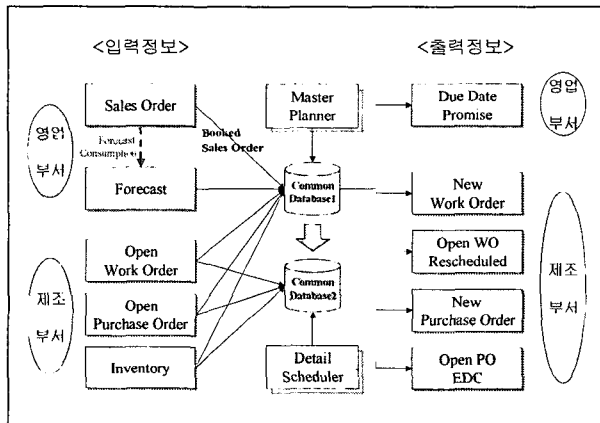


그림 3 정규 계획 모델 데이터 흐름도

이렇게 수립된 이동계획의 결과는 고객주문의 수량과 일정이 어느 정도 조정된 것으로, 상세계획의 주문으로 입력된다. 또한 기존에 이미 생성되어 진행중인 생산 지시 정보(Open W/O)와 구매 지시 정보(Open P/O)가 이동계획의 입력으로 투입되고 모든 재고 정보가

입력된다. 이러한 입력 정보를 바탕으로 상세 계획은 고객 주문의 예상 완료 일자를 제공할 수 있고, 필요한 신규 작업지시와 구매지시를 생성한다. 동시에 기존의 작업지시와 구매지시에 대해서는 변경된 사항을 반영하여 조정해야 하는 정보를 생성한다. 이러한 계획 정보를 이용하여 영업 부서에서는 판매 전략과 고객 관리에 활용할 수 있고 제조 부서에서는 작업지시와 구매지시를 이용하여 생산을 진행할 수 있다.

### 3.2 납기회답 모델

납기회답 모델은 신규 고객 주문에 대해서 예상 완료 가능 일자를 산출하여 영업부서 혹은 고객에게 전달하기 위한 것이다. 이렇게 함으로써 고객의 신뢰 향상과 생산의 안정을 가져올 수 있을 것이고 따라서 판매 증진과 이익의 극대화를 기대할 수 있다. 또한 이 모델에서 생성되는 정보를 영업과 생산의 생산 일정 협의에도 활용할 수 있다.

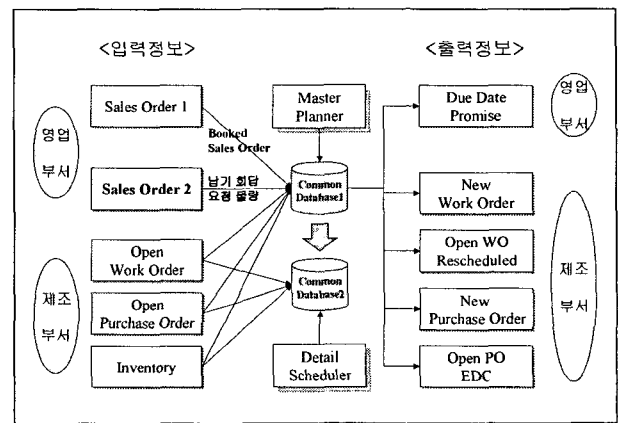


그림 4 납기회답 모델 데이터 흐름도

납기회답 모델의 데이터 흐름은 정규 계획 모델과 거의 동일하지만, 입력 데이터 중에서 수요 정보가 달라진다. 확정된 고객 주문(Booked Sales Order)은 그대로 동일하게 입력되지만, 수요예측 물량은 받아들이지 않는다. 대신에 납기회답을 하려고 하는 영업주문 물량을

수요로서 입력 받는다. 이렇게 함으로써 정규 계획 모델에서 수요예측 물량에 의해서 이미 생성된 기존 작업지시나 구매지시가 있으면 납기회답 대상 영업주문이 이용할 수 있도록 한다. 만약 동일한 제품을 이미 수요예측으로 작업지시와 구매지시를 생성하여 생산 진행 중이면 그것을 이용하므로 예상 납기가 상당히 당겨질 것이고, 아예 수요예측이 되어있지 않으면 처음 구매부터 진행하여 생산 완료까지 걸리는 모든 처리 시간을 고려하여 예상 납기가 늦어질 것이다.

이 모델의 출력 정보 중에서 의미 있게 사용되는 정보는 고객 주문의 예상 완료 일자이다. 즉 납기회답 대상 주문별로 예상 완료 일자가 이 모델의 결과물이 된다.

### 3.3 납기 고려 요소

정규계획 모델과 납기회답 모델에서 고객의 납기에 충실히 맞는 계획을 생성하기 위하여 고려한 요소들을 살펴본다.

#### 1) 작업지시의 시작시간(ST: Start Time)

작업지시는 반제품과 완제품을 포함하는 모든 가공품에 대해서 생산을 하도록 명령하는 정보이다. 따라서, 작업지시에는 생산품목, 수량, 시작시간, 종료시간, 작업장 등과 같은 정보가 포함되어 있다. 여기서 시작시간은 후행 공정과 자신의 공정의 가공시간을 고려하여 결정된다. 그러나, 2.2절에서 간단히 설명한 바와 같이 산출 기준을 고객납기에 두느냐 계획 납기에 두느냐에 따라서 두 가지로 나눌 수가 있다.

$LPST(WO-01) = (\text{최종 고객 주문의 납기}) - (\text{선행 공정 및 자신의 공정의 가공시간의 합})$

$PST(WO-01) = \text{자재 제약 고려, 생산}$

용량 및 부하 고려, 가공시간 고려

고객의 납기를 최대한 지키기 위해서 본 논문에서 제안하는 시작 시간은 위 두 시작시간의 최소값을 가지는 것을 제안한다.

$$ST(WO-01) = \text{Min}\{LPST(WO-01), PST(WO-01)\}$$

이렇게 함으로써 납기회답 모델에서 결정된 고객 납기를 최대한 지킬 수 있는 실행 계획을 생성할 수 있게 된다.

#### 2) 구매지시의 필요시간(NT: Needed Time)

구매지시는 작업지시에서 소요하는 원자재를 외부 업체로부터 대금을 지불하고 구매하도록 하는 정보이다. 따라서 구매지시는 구매품목, 수량, 필요시간, 발주시간, 업체 등과 같은 정보가 포함되어 있다. 여기서 필요시간은 이 구매품을 소요하는 작업지시의 시작시간과 동일하게 된다. 만약 구매지시 PO-01이 작업지시 WO-01에 사용되어진다고 가정하면

$$NT(PO-01) = \text{Min}\{LPST(WO-01), PST(WO-01)\}$$

이 된다. 이렇게 함으로써, 원자재의 재고는 증가하지만 자재 부족으로 인해 고객 납기를 지키지 못하는 것은 예방할 수 있다.

#### 3) 자재 할당 우선순위

동일 자재를 소진하는 여러 작업지시가 있을 경우 어느 작업지시에 자재를 할당해야 하는지의 문제가 생긴다. 자재가 충분하다면 문제가 발생하지 않으나, 자재가 부족한 경우에는 더 긴급한 작업지시가 자재를 먼저 할당 받는 것이 필요하다. 따라서 긴급성을 결정하는 기준이 정해져야 하는데, 본 논문에서는 이것을 고객납기로 결정한다. 각 작업지시에서 고객납기를 기준으로 계산된 시작시간이 LPST

이므로 자재 할당 우선순위는 그 자재를 필요로 하는 작업지시들 중 LPST가 빠른 순으로 할당하면 전체 납기를 가장 잘 지킬 수 있게 된다.

#### 4) 주문(Demand)의 우선순위

주문의 종류에는 확정된 고객 주문, 미확정된 납기 회답 대상 주문, 수요 예측 주문 등으로 나눌 수 있다. 가장 중요한 우선순위 기준은 각 주문의 납기가 된다. 가까운 미래의 경우는 확정된 고객 주문이 대부분이고, 먼 미래의 경우는 수요 예측 주문이 주를 이룰 것이므로 납기를 가장 중요한 우선 순위 기준으로 정하였다. 만약 동일한 납기인 경우에는 위 네 가지 주문 유형별로 각기 다른 사용자 정의 우선순위를 순서별로 1000, 500, 500, 100으로 지정하여 확정된 고객 주문이 우선적으로 자재를 할당 받도록 하여 납기 준수를 잘 할 수 있도록 만든다.

#### 5) 기존 구매 주문 활용

핵심 자재이면서 세계적으로 구하기 힘든 자재의 경우는 전체 생산 용량과 직결되므로 이러한 자재의 수급은 중요한 문제이다. 이것을 해결하기 위해서 중요한 자재의 경우 전략적으로 연간 단위의 계약을 체결하여 구매 지시와는 상관없이 공급되는 것이 많다. 따라서 이것을 해결하기 위하여 향후 6개월 이내에 전략 구매 자재가 공급되기로 예정되어 있으면, 신규 구매 지시를 생성하는 것이 아니라 공급 예정인 물량을 사용하도록 한다. 이렇게 운용하는 것이 납기를 맞추는데 더 도움을 줄 수 있다.

#### 4. 구현

본 연구에서 구현한 것은 i2 Technology 사의 Supply Chain Planner와 Factory Planner를 이용하였다. 계획에 필요한 기본 정

보(Demand, Item, Bill Of Material, Routing, Resource, Vendor, etc)와 동적 정보(Work In Process, Open Purchase Order, Inventory, etc)는 Oracle ERP와의 연동을 통하여 정보를 가져오고, 계획 결과도 Oracle ERP로 전달하여 계획을 실행하도록 하였다. 사용자의 간섭 없이 일괄적으로 실행된다고 가정할 때, 입력 데이터를 ERP로부터 받아 내리는데 15분, 계획 실행 시간 20분, 계획 결과를 ERP로 전달하는데 10분 정도의 시간이 소요되므로, 전체 소요 시간은 45분 정도가 소요된다.

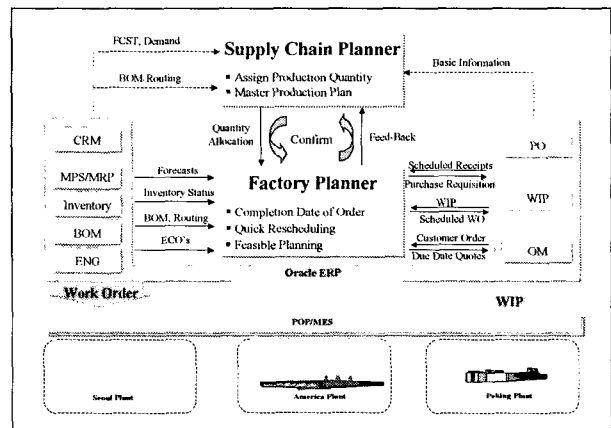


그림 5 SCP와 FP의 구현 모습

### 5. 결론 및 기대 효과

본 논문에서는 공급망 관리에서 필요한 생산 계획 수립 문제에 대해서 살펴 보았다. 특히 고객과의 관계에서 중요한 기능인 납기 회답을 지원하는 생산 계획 수립의 실행 주기에 대해서 살펴 보았다. 첫째, 단위 생산 시스템에서 사용하는 작업 지시(Work Order)와 구매 지시(Purchase Order)를 생성하는 정규계획 모델에 대해서 설명하였다. 둘째, 정규 계획 모델과 상호 협조하면서 납기 회답을 지원하는 납기회답 모델의 설계에 대해서 살펴보았다. 다음으로, 정해진 납기를 지키기 위해서 정규계획 모델에서 고려해야 하는 요소에 대해서 정의하였다. 가장 중요한 것으로 작업 부하와 생산 용

량을 고려한 계획 일자(PST)와 고객 납기와 제조 공정 LT를 고려한 계획 일자(LPST) 중 최소값을 원자재의 납기 일자로 사용하는 것을 제안하였다. 동시에 신규 구매 지시 계획을 생성하기 보다는 기존에 발행된 구매 지시의 우선적 사용과 기존 구매 지시의 납기 일자를 고객 납기에 가장 잘 맞출 수 있도록 변경하는 방안을 제시하였다. 이렇게 함으로써 최대한 고객 납기를 만족하도록 계획을 수립할 수 있게 된다. 본 논문에서 제시하는 계획 모델을 사용함으로써 고객 주문에 대한 대응력을 높일 수 있고, 계획의 투명성으로 인한 전체 공급망의 Bullwhip effect를 감소시킬 수 있는 장점이 있다. 동시에 이것은 향후 e-Business 시스템 구축을 위한 기본 인프라 역할을 수행할 수 있게 된다.

## 참고문헌

- 강석호 (1998), 생산운영관리, 경세원
- 안경태 (2000), B2B (기업간 전자상거래 혁명), 한국경제신문
- 윤재봉, 김명식, 권태경 (1998), ERP, 경영혁신의 새로운 패러다임, 대청미디어.
- 후쿠시마 요시아키 (1999), SCM 경영혁명, 21세기북스.
- i2 Technologies Inc. (2002), i2 Factory Planner User Guide Release 5.2.1
- Joseph G. Monks (1987), Operations Management, McGraw-Hill
- Kalakota, R., Robinson, M. and Tapscott, D. (1999), E-Business: Roadmap for success, Addison-Wesley