

# PRICE모델을 利用한 適定 獲得費用 推定 方案 ( A Study on Proper Acquisition Cost Estimation Using the PRICE Model)

한현진\* , 강성진\*\*

## Abstract

This paper deals with the application of PRICE model in estimating the proper acquisition cost for weapon budgeting phase. The PRICE(Parametric Review of Information for Costing and Evaluation) Hardware model is a computerized method for deriving cost estimates of electronic and mechanical hardware assemblies and systems. The model can be used in obtaining not only initial cost estimates in conceptual phase, but also detailed cost estimates in budgeting phase depending on available historical and empirical data. We analyzed first step cost estimate parameters and derived cost equations using PRICE output data. Using weight and complexity, We can find cost variation. Sensitivity analysis shows that cost increases exponentially as complexity increases.

We estimated KAAV's(Korea Amphibious Assault Vehicle) production cost using the PRICE model and compare with engineering cost estimates which is based on actual production data submitted by the production company. The result shows that two estimates are close within  $\pm 2\%$  differences.

\* 육군본부 무기체계사업단

\*\* 국방대학교

# 1. 서 론

우리 군은 지금 선진국형 군 구조로 가기 위해 인력집약형 군 구조에서 기술집약적 군 구조로 방위력을 개선하여야 하며, 이를 위해 첨단 기술 무기체계 및 운영 시스템 확보를 위해 막대한 투자를 하여야 하는 상황에 직면해 있다. 하지만 1980년대 이후 국방비 규모는 매년 감소 추세에 있으며, 남북 화해무드 및 사회복지, 경제분야의 국민적 욕구를 충족시키기 위해 국방예산의 안정적인 확보 분위기가 점점 퇴색되어 가고 있는 실정이다[8].

이러한 시대적 상황에 부응하기 위해 국방부 및 각 군에서는 비용분석을 전담으로 하는 기구를 설립하여 사업에 대한 비용분석을 사업 관리 부서에서 주체가 되어 실시하도록 하되 전산모델에 의한 방법을 포함하여 2가지 이상의 방법으로 비용추정을 실시, 이를 비교 분석하고 있다.[6]

1999년 이전에 국내에서 사용하던 비용분석 방법은 단순 과거 비용자료의 산술합계, 또는 비용에 영향을 주는 몇 가지 변수와의 관계를 설명한 추정관계식에 의존하던 상태였다. 이러한 가운데 비용자료가 불충분한 사업초기에 신속하고 정확한 비용추정을 위해 과거경험자료나 통계적 기법을 이용한 모수 추정기법에 대한 관심이 고조되고 있다. 미 국방성에서 사용토록 규정한 컴퓨터보조변수추정(CAPE ; Computer Aided Parametric Estimating)기법 중 대표적인 것이 PRICE 모델이다.

본 연구에서는 현재 국방부 및 각 기관에서 널리 사용중인 PRICE 모델의 비용추정 이론에 대해 알아보고, 비용추정시 가장 민감한 변수인 중량과 기술난이도와 비용과의 상관관계를 파악함은 물론 비용추정시 변수의 변화에 따른 비용의 민감도를 분석하

였다.

그리고 무기체계 획득단계별로 비용분석 방안에 대해 고찰하여, 무기체계 획득 단계별로 PRICE 모델을 운용할 경우에 있어서의 적절한 비용추정 방안을 제시하고 한국형 상륙돌격장갑차(KAAV ; Korea Amphibious Assault Vehicle) 비용추정 결과를 통해 예산/집행 단계의 비용분석 방안을 제시하고자 한다.

## 2. PRICE 모델 分析

### 2.1 開發/生産費 推定 理論

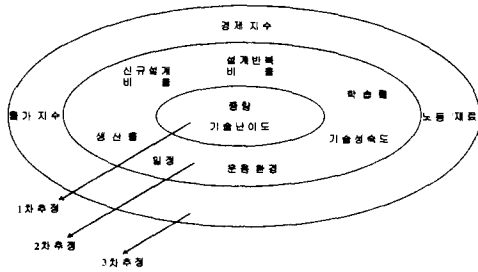
PRICE 모델은 1975년 미국에서 상용으로 개발된 모수를 이용한 비용추정 기법이다. 전체 체계를 하위 체계, 모듈, 부품 등의 분해가 가능한 구조로 분해한 후 각 요소별로 과거의 경험자료를 바탕으로 구성된 비용관계식(CER)에 따라 비용을 추정하도록 되어 있으며, PRICE - H, HL, S, M의 4가지 종류로 되어 있다. 모델은 회귀분석 및 학습곡선 이론을 적용한 모수 추정법을 기본으로 하며, 비용추정의 정확성을 기하기 위해 작업세부구조 (WBS : Work Breakdown Structure)에 의한 전통적인 비용 추정법과 과거 경험자료를 비용 추정시에 반영할 수 있도록 구성되어 있다[5][9].

PRICE 모델은 3단계의 개발 및 생산 비용추정 과정으로 구성되어 있다. 비용추정 단계는 <그림 1>과 같은 양과 꺾질구조의 그림을 통해서 설명될 수 있는데, 이를 통해 PRICE 모델을 이용한 비용추정과정이다. 다른 설명변수와 비용간의 단순한 관계식에 의해서가 아니라 많은 고려요소와 복잡한 상황을 컴퓨터를 활용하여 분석이 가능하도록 개발한 모델이라는 것을 알 수 있다. 비용을 추정하는데 사용되는 변수는 중앙

을 중심으로 3개의 층으로 구성되어 있는데 이 3개의 층은 비용 추정단계를 의미한다.

1차 추정은 핵심적인 비용추정 관계식 개발에서 시작되는데 이는 비용을 생산품의 크기, 기술과 관련하여 생각하는 것이다. 이때 추정된 비용은 복잡한 일정 계획이나, 숙련수준의 변경 등과 같은 상황을 고려하지 않은 정규성을 갖는 비용을 의미한다.

2차 추정은 정규성을 갖는 비용 추정값에 현실여건을 반영하는 과정으로 다시 설계를 한다거나, 운용환경, 기술수준 등이 변하는 경우에 비용-비용간 관계나 추가적인 비용관계식이 채택되는 경우를 말한다.



<그림 1> PRICE 비용추정 단계

3차 추정은 추정된 비용을 노동력, 재료, 기타 직접 비용요소로 분배하고, 경제여건, 인플레이션, 사업제반 조건 등을 고려하여 비용을 추정하는 마지막 단계를 말한다.

### 2.1.1 1차 비용추정

1차 비용추정 과정에서는 획득 가능한 최소한의 하드웨어 정보만을 가지고도 비용 및 일정 추정이 가능하도록 설계되어 있으며 중량과 기술적 난이도를 획득 가능한 중요한 설명변수로 취급해서 비용을 추정한다.

생산단계의 제조비용은 재료비, 노무비, 간접비용을 포함하는 제품생산비용과 치공구 및 시험장비 지

원비용으로 나누어진다. 모델 내에서 생산단계 제품 생산비용은 기본적으로 단품비용(OPC : Only Piece Cost)함수로 표현한다. 생산단계 제조활동 비용을 계산하는 절차는 다음과 같다[10].

첫째, 생산량과 일정에 따른 생산율을 계산한다.

$$rate_i = \frac{QTY_i - 1}{PENDING_i - PFAD_i} \quad (2-1)$$

단,  $QTY_i$ 는 생산량,  $PENDING_i$ 는 생산종료시기,  $PFAD_i$ 는 생산개시시기

둘째, 계산된 생산율을 기초로 학습효과를 반영한다. 학습률(LC : Learning Curve)은 생산율이 낮은 경우 급격히 증가하다가 자동화 등의 영향으로 생산율이 높을 때 완만하게 증가된다. 대량생산, 반복작업을 할 때 학습효과가 높아지고 자동화 수준을 나타내는 제조과정지수(MPI:Manufacturing Process Index)값이 낮을 때 학습효과가 떨어진다.

셋째, 기술수준과 자동화 정도에 따라 MPI값을 계산한다.

$$MPI = f(LC) \quad (2-2)$$

넷째, 중량(WT : total weight)과 기술난이도(MCPLX : manufacturing complexity)의 함수로 단품비용(OPC)을 계산한다.

$$OPC = f(WT, MCPLX) \quad (2-3)$$

다섯째, 제조과정지수와 단품비용의 함수로 표현되는 최초생산비용( $fpc_i$ ; First Production Cost) 함수를 추정한다.

$$fpc_i = f(OPC, MPI) \quad (2-4)$$

여섯째,  $fpc_i$ , 학습률, 수량의 함수로 ( $prdAU_i$ : Production Average Unit cost)를 추정한다.

$$prdAU_i = fpc_i \sum_{j=1}^{QTY_i} QTY_j \frac{\ln(LC_j)}{\ln(2)} \quad (2-5)$$

### 2.1.2 2차 비용추정

2차 비용추정 과정은 운용환경, 신규설계비율, 설계반복비율, 기술개발률, 기술수준, 각종 일정변수, 개발 변경 사항 등을 고려해서 1차 추정에서 계산된 비용합수를 수정하는 과정이다. 이때 고려되는 변수들은 PRICE-H 모델의 개별 입력 변수들로써 비용 추정시 변화에 직접적인 영향을 준다.

#### 2.1.2.1 운용환경(PLTFM: platform)

운용환경은 장비의 운용환경이나 특성수준을 나타내고 그 값은 다음의 <표 1>과 같다.

PLTFM 값은 운용환경을 반영함으로써 생산 및 운영유지비 결정에 영향을 준다. 엔지니어링 활동에서의 PLTFM의 효과는 장비운용 환경이 특수환경이거나 복잡하고 전문적인 체계일수록 비용이 더 많이 든다는 것을 나타낸다[12].

<표 1>운용환경에 따른 PLTFM값

운 용 환 경		PLTFM
지상장비	상용	0.6~0.8
	특수용	0.9
	군용	1.0
지상기동 장비	상용	1.2
	군용	1.4
	미사일(지대공, 지대지)	1.4
해상기동 장비	컨테이너선	0.9
	여객선	1.0
	어뢰	1.4
항공기	군함, 잠수함	1.6
	상용	1.7
	군용	1.8
우주선	미사일(공대공, 공대지)	1.8
	무인	2.0
	유인	2.5

#### 2.1.2.2 설계비율 변수

새로운 설계비율 ( NEWEL/ST: new electronic/structure)은 기존에 동일한 설계를 사용한 적이 없는 유일한 하드웨어를 나타낸

다. 신규설계비율은 제도, 설계, 시스템 엔지니어링, 사업관리, 자료관리비용 등에 영향을 주는데 이들과 비용과의 관계는 선형으로 나타난다.

설계반복 비율(DESREP/S : design repeat of electronic/structure)은 전자 및 기계제품의 설계 반복비율을 의미한다. 각 전자 및 기계제품의 동일 설계반복 횟수로서 설계내용을 반복 사용할 경우 새로운 설계 횟수를 감소하고 비용을 감소시킨다.

#### 2.1.2.3. 기술 관련 변수

PRICE 모델에는 난이도(MCPLXE/S), 기술년도(YRETCH : year of technology), 기술개발률, 교차점등을 이용해서 기술변화에 따른 비용증가를 계산한다. 새로운 기술이 도입될 때에는 비용이 증가하고 기술이 일반화되었을 때에는 비용이 감소한다. 모델에서는 기술이 발전함에 따라서 비용과 일정이 감소하도록 구성되어 있다.

기술수준(ECMPLX: Engineering Complexity)은 기술자들의 기술 숙련도를 말하는 것으로 정규값(1.0)은 기술수준과 업무난이도가 일치한다는 것을 의미한다. 기술수준(ECMPLX)이 높아질수록 설계팀이 덜 숙련되고 많은 인원이 업무에 미숙하다는 것을 의미한다.

#### 2.1.2.4 시제품 관련 변수

시제품지원비율(PROSUP: Prototype Support)은 시제품을 개발할 때의 가능한 설계 및 조립 허용한도를 말한다. 초기값은 1.0으로 되어있고 시제품지원비율(PROSUP)값이 2.0이라는 것은 시제품제작에 설계가 2번 사용된다는 것을 의미하며 이 때 비용이 증가한다.

시제품일정요소(PSF: Prototype Schedule Factor)

는 시제품이 완성되는 주기를 의미한다. 초기값 0.25는 첫 번째 시제품의 25%가 다음 작업이 시작되기 전에 완성된다는 것을 의미한다. 시제품 일정요소(PSF)는 시제품 제작일정에도 영향을 준다.

#### 2.1.2.5 시제품 제작 일정 관련 변수

PRICE 모델의 설계일정은 개발시작시점, 최초 시제품 생산시점, 최종 시제품 생산시점등의 3가지 중요한 값을 갖는데 최초 시제품 생산시점과 최종 시제품 생산시점이 같다는 가정 하에서 결과를 산출한다.

#### 2.1.2.6 엔지니어링 변경비율지수(ECN's)

엔지니어링 변경비율지수(ECN's: Engineering Change Notices)는 난이도, 일정의 함수이다. ECN수준이 증가하면 학습효과는 작아진다.

이 밖에도 2차 비용추정 단계에서는 밀도, 변경횟수(NGHTF: Number of Shift), 시설 수(NFAC: Number of Facilities) 등이 고려된다.

### 2.1.3 3차 비용추정

3차 비용추정단계에서는 추정된 여러 개의 비용추정 관계식에 전체적인 영향을 줄 수 있는 승수를 부여하는 과정이다. 이 승수는 전체 체계에 영향을 준다. 사업일반변수, 경제지수 그리고 재정요소로 구성된다.

#### 2.1.3.1 사업일반변수(Globals)

1차 및 2차 추정단계를 거친 비용은 전체 체계에 영향을 주는 승수를 반영해서 체계, 조립체, 구성요소 수준의 비용 및 일정관리를 하게 된다.

##### 2.1.3.1.1 기술관련 변수

기술발전곡선(ZTECH ; Z curve for Technology Improvement)은 기술개발률을 조정하기 위한 값

으로 초기값은 1.0으로 주어진다. ZTECH값이 0 이 되면 모든 조건에서의 기술개발은 없는 것으로 된다.

기술지연승수(TECDEL; Technology Delay)는 기술개발 교차점을 조정하기 위해 사용 된다. TECDEL이 양의 값이면 기술개발 교차점이 앞으로 이동하고 음의 값이면 뒤로 이동한다.

##### 2.1.3.1.2 비용 / 일정 관련 변수

개발비용승수(DMULT: Development Cost Multiplier)와 생산비용승수(PMULT : Production Cost Multiplier)는 각 과정에서의 모든 비용요소에 맞는 값을 부여하기 위해 사용된다.

개발일정 조정승수(TCALD: Time Calibrate Development)와 생산일정 조정승수(CALP : Time Calibrate Production)는 실제 사용된 비용과 모델에서 계산된 값을 비교하여 이를 적용하게 되는데 이때 조정 순서는 치공구 및 검사비용, 제도비용, 설계비용, 체계제작, 사업관리, 기술료 순이다.

##### 2.1.3.2 경제 승수(Escalation Factor)

PRICE H 모델은 1972년 1월의 미국 달러화를 기준으로 모든 비용을 계산하기 위해 국가별 통화가치와 인플레이션 등의 경제 여건에 맞추는 과정을 거치게 된다.

국내의 인플레이션과 화폐가치를 고려해서 1972년 화폐가치를 현가로 계산하기 위한 내부 계산 요소를 갖는데 계산과정은 다음과 같다.

$$1972(\$) \times \text{HWFAC}(00) = 2000(\$)$$

$$\text{HWFAC} = \{(1+r72) \times (1+r73) \times \dots \times (1+r00)\}$$

이때, HWFAC는 내부계산요소,

r(XX)은 XX년의 이자율

경제승수는 각 국가의 인플레이션이나, 통화가

치 등에 대해 매년 국제 통계자료를 참고하여 작성, 항상 최신자료를 활용하여 모델을 운영하게 구성되어 있다.

### 2.1.3.3 재정 요소 (Financial Factors)

재정 요소는 각 국가별 임금수준과 초과근무수당 (OT: overtime cost), 간접노무비(OH: overhead cost), 기타 간접비(ODC : other direct cost) 등의 구성비율을 결정하고 사업에 관련된 제반 재무 비율을 결정하는 요소이다. 재정 요소중 <표 2>와 같은 요소들은 자동으로 계산이 되며 일반관리비, 이윤, 화폐이자율(CoM: Cost of Money)비율은 각 사업별로 특정치를 입력하도록 구성되어 있다[9][12].

<표 2> 노무비/재료비(LM Sheet)의 자동계산 항목

개 발			생 산		
ODC(%)	재료(%)	노동(%)	ODC(%)	재료(%)	노동(%)
사업 관리	자 료 시 제 품 치 공 구 & 시 험 장 비		사업 관리	자 료 생 산 치 공 구 & 시 험 장 비	

### 2.1.4 비용요소조정(Calibration)

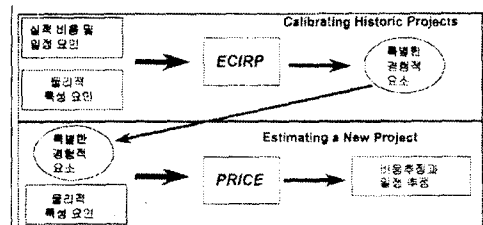
PRICE 모델은 비용요소조정(Calibration)이라는 과정을 통해 기술여건과 상황이 다양한 국가와 기업에 적합한 비용추정을 가능하게 해 준다.

비용요소조정과정은 기 산출된 비용 추정값을 기준에 존재하는 획득 가능한 실적자료를 입력하여 이를 통해 현실에 맞는 비용 자료를 산출하는 것이다. PRICE 모델은 장비의 기계, 전자적 구조를 묘사하는데 중량과 기술적 난이도라는 중요한 두 가지 변수를 사용한다. 중량은 총중량, 기계제품중량, 전자제품중량 등을 뜻하고, 기술적 난이

도는 경험값인 전자/기계제품 제조난이도(MCPLXE/S ; Manufacturing Complexity of Electronics / Structure)로 표현된다. 변수추정모델 운용을 위해서는 특정장비나 부품의 경험값인 전자/기계제품 제조난이도의 실제값을 얻어야 하지만 중량 자료를 구하는 것과 달리 전자/기계제품 제조난이도를 구하는데는 정확한 구조적 특성이나 기술수준 등 고려해야할 요소가 많아 현실적으로 어려운 실정이다.

전자/기계제품 제조난이도를 구하는 방법에는 테이블을 이용하는 방법과 제조난이도 생성기를 이용하는 방법, 그리고 비용요소조정과정을 거치는 방법이 있다. 테이블을 이용하는 방법과 제조난이도 생성기를 이용한 방법은 추정단계 초기에 체계에 대해 알고있는 정보를 통해 가장 근사한 값을 구하는 추정 방법이며, 비용요소조정방법은 아래와 같이 비용을 알고 있을 때 이를 통해 난이도를 역추정하는 수식을 이용하는 방법으로 절차는 <그림 2>와 같다[5][10][11].

- Cost= f (weight, Complexity)
- Complexity =  $f^{-1}(\text{Cost}, \text{Weight})$



<그림 2> 비용요소조정 과정

## 2.2 PRICE 모델의 1차 費用 推定 變數에 대한 費用의 敏感度 分析

본 절에서는 PRICE 모델의 1차 비용추정 관계식

을 이용하여 1차 비용 추정변수인 중량과 제조난이도의 변화에 따른 비용의 민감도를 분석한다.

PRICE 모델의 비용추정 방법은 앞에서 언급한 것처럼 수많은 관계식이 관련이 되어 비용이 산출된다. 따라서 1차비용을 추정하는 것도 운용하는 모델의 환경이나 Global 변수의 상태에 따라 제한이 될 수밖에 없다. 따라서 아래에서 제시한 것은 "PRICE 2000" 모델을 이용하여 Global Factor는 모델의 내장값을 이용하고, 중량 및 제조난이도만의 관계식을 추정하여 민감도를 분석한 것이다.

PRICE 모델을 이용하여 비용추정 관계식을 산출하는 방법은 1절에서 제시한 것과 같이 먼저 중량과 기술난이도의 함수로 FPC를 먼저 계산한 다음 이를 기준으로 하여 학습률(LC: Learning Curve)이론을 적용시켜 평균단위 비용을 산정하는 방법이다.

모델의 비용추정 관계식을 구하는 것은 크게 기계 구조인 품목과 전자구조인 품목으로 나누어 생각해 볼 수가 있다.

## 2.2.1 기계 구조인 품목

### 2.2.1.1 중량과 제조난이도 관계 함수 구성

적정 비용 추정 관계식을 도출하기 위해 PRICE 모델을 운용한다. 1차 비용추정 관계식은 중량 및 기술난이도의 함수로 표현된다.

$$1차\ 비용\ 추정값 = f(\text{중량}, \text{기술난이도})$$

비용추정 관계식을 계산하기 위한 대상 장비는 군용 지상 기동 장비로 하였으며, 비용추정시 다른 변수에 의한 비용 추정값 변동을 방지하고 학습효과에 의한 비용의 감소를 방지하기 위해 생산시작은 2000년 7월로, 생산수량은 1대로 입력하였으며 최초 학습률은 90%를 적용하여 MPI는 1.0으로 입력하였다. 그리고 기타 관련변수는 모델의 내장값을 사용

하였다.

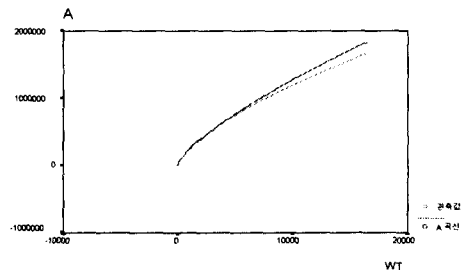
**1단계** 다양한 제조난이도와 중량을 기준으로 하여 단품비용을 계산한다. 계산을 할 경우에 학습효과에 의한 비용의 변동을 방지하기 위해 제조과정지수(MPI)를 1로 고정하여 계산한다. 비용 추정 관계식을 구하기 위한 기초 자료를 구하기 위해 중량은 1~16,384Kg까지 28단계로, 기술난이도는 2.3~9.1까지 0.2단위로 나누어 비용을 산출하였다.

**2단계** 기술난이도와 단품비용을 근거로 하여 비용추정 관계식을 구한다. 비용추정 관계식을 구하는 방법은 회귀분석을 사용하여 곡선방정식을 추정하는 방법을 택하였다. 회귀분석을 이용하여 산출된 각 중량별 비용추정 관계식은 아래와 같으며 A와B의 값은 <표 3>과 같다.

$$OPC = A \times e^{B(MCPLXS)} \quad (2-6)$$

**3단계** 중량별 A의 추정관계식을 도출한다. 방법은 회귀분석을 사용하여 중량을 독립변수로 두고 2단계에서 구한 A값을 종속변수로 하여 관계식을 계산한다. 이를 계산하면 (2-7)과 같은 식이 도출되는데 이를 회귀분석으로 검증하면 적합도는 99%가 되어 관측값과 추정관계식은 거의 일치하게 된다. <그림 3>은 A와 중량의 관계를 보여주는 것이다.

$$A = 1463.94 (wt)^{0.7353} \quad (2-7)$$



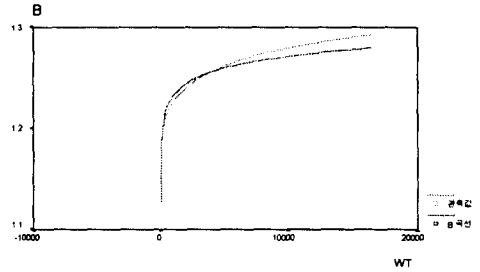
<그림 3> A와 중량과의 관계

<표 3> 기술난이도별 비용추정 관계식

중량(Kg)	A	B	적합도(%)
1	1399.9	1.1300	0.948
2	2352.89	1.1397	0.956
3	3188.57	1.1453	0.96
4	3956.72	1.1493	0.963
6	5362.77	1.1549	0.967
8	6656.14	1.1588	0.969
12	9024.76	1.1644	0.973
16	11199.6	1.1683	0.975
24	15186.2	1.1739	0.978
32	18849.2	1.1778	0.980
48	25564.2	1.1834	0.983
64	31736.7	1.1873	0.984
96	43043.0	1.1928	0.986
128	53440.5	1.1967	0.988
192	72484.6	1.2022	0.99
256	90010	1.2061	0.991
384	122102	1.2116	0.992
512	151457	1.2156	0.993
768	203391	1.2226	0.994
1024	250296	1.2278	0.995
1536	334246	1.2355	0.996
2048	409982	1.2412	0.996
3072	542292	1.2503	0.997
4096	658130	1.2575	0.997
6144	864239	1.2677	0.998
8192	1048281	1.2750	0.998
12288	1375555	1.2853	0.998
16384	1667673	1.2926	0.998

**4단계** 3단계와 마찬가지로 중량을 독립변수로 두고 B를 종속변수로 하여 회귀분석을 실시하면 B의 추정 관계식을 도출할 수 있다. B의 추정관계식은 <그림 4>의 그래프와 같은 (2-8)식을 구할 수 있다

$$B = 1.1255 \times (wt)^{0.0132} \quad (2-8)$$



<그림 4> B와 중량과의 관계

따라서 3단계와 4단계를 종합해 보면 비용추정 관계식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$OPC = 1463.94 (wt)^{0.7353} e^{1.1255 wt^{0.0132} MCLPLXS} \quad (2-9)$$

**5단계** MPI 지수를 적용하여 FPC를 구한다.

$$FPC = 1463.94 (wt)^{0.7353} e^{1.1255 wt^{0.0132} MCLPLXS} \times MPI \quad (2-10)$$

(2-10)의 MPI지수는 학습률을 기준으로 하여 근거로 <표 4>와 같이 6개 구간으로 구분하여 적용한다[10].

<표 4> MPI지수 계산방법

학 습 율	계 산 방 법
0.773이하	$1.263 \times (LC)^{-4}$ $0.8052 \times (LC)^{-5.75}$
0.806이하	$0.5888 \times (LC)^{-7.2}$
0.84이하	$0.330944 \times (LC)^{-10.49545}$
0.9이하	$0.623 - 15.40378 \ln(LC)$
0.935이하	$0.0284 \times (LC)^{-38.9}$
0.96이하	$0.05 \times (LC)^{-25.96}$

**6단계** 단위 학습 곡선 방법을 적용한 생산수량별 평균단위 비용(UPC: Unit Production Cost)을 추정한다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다

$$UPC = \frac{FPC \times \sum_{i=1}^{QTY} i^{\frac{\log LC}{\log 2}}}{QTY} \quad (2-11)$$



이때 장비나 부품을 제작하는데 적용시킬 학습곡선은 해당 국가나 업체의 기술수준과 자동화 정도에 따라 구성된 모델내에 입력되어 있는 <표 5>를 참고하거나 국내에서 생산성 향상 지표로 사용되는 생산성 향상률을 학습률로 환산 적용하였다[12].

<표 5> 학습률 적용 기준

자동화 정도 공정숙련도	수동	반자동	자동공정 수동검사	완전자동
비숙련 과정	0.8	0.86	0.92	0.93
숙련된 유사 공정	0.83	0.9	0.93	0.91
숙련된 동일 공정	0.7	0.91	0.94	0.95

예를 들어 학습률을 80% 적용하고 생산수량을 20대로 할 때의 평균 단위 비용은 식(2-12)와 같이 구할 수 있다.

$$UPC = \frac{1463.94 (wt)^{0.7353} e^{1.1255 wt^{0.0132} MCPLXS} \times 2.94 \times \sum_{i=1}^{20} i^{-0.322}}{20} \quad (2-12)$$

위에서

$$MPI = (LC)^{-7.2} \times 0.5888 = (0.8)^{-7.2} \times 0.5888 = 2.94$$

$$\frac{\log LC}{\log 2} = \frac{\log 0.8}{\log 2} = -0.322$$

### 2.2.1.2 민감도 분석

기계 구조인 품목은 중량과 제조난이도(MCPLXS), 그리고 학습률의 함수로 다음과 같이 1차 단품 비용을 추정한다.

$$1463.94 (wt)^{0.7353} e^{1.1255 wt^{0.0132} MCPLXS} \times MPI$$

위 식을 이용하여 학습률이 80%이고 중량이 8Kg인 군용 기동장비의 제조난이도의 변동에 따른 비용의 민감도를 구해보면 제조난이도가 1.0변화할

경우 비용은 약 3.2배 가장 변하는 것을 알 수 있다.

이를 실제 추정시의 경우를 확인하기 위해 비호체계 및 상륙돌격장갑차(KAAV) 체계에 대해 제조난이도 변동에 따른 비용의 민감도를 분석해 본 결과 제조난이도 지수가 “1”이 증가할 경우에 약 3.2배 정도의 비용증가가 있는 것으로 확인되었으며, 제조난이도 지수가 낮을수록 비용의 변동폭이 크음을 알 수 있었다.

<표 6> 실제 비용추정시 제조난이도 증가에 따른 비용변동률

체계명	부품명	제조난이도		비용 변동율	비고
		기존	수정		
비호	체계결합	6.645	7.645	291	평균 3.2배 증가
	포탑	4.754	5.754	312	
	차체	4.206	5.206	347	
KAAV	그릴딜개	4.671	5.671	321	

## 2.2.2 전자 부품

### 2.2.2.1 제조난이도 관계 함수 구성

전자부품은 기계 구조품목의 비용 추정에 비해 훨씬 복잡하다. 1차비용 추정시에 영향을 미치는 필수 입력 요소는 전자제품 밀도(WECDM ; Weight of Electronic per Cubic Decimeter), 전자제품 제조난이도(MCPLXE), 전자제품 중량(WE), 총중량(WT), 기계제품 제조난이도(MCPLXS)등이 있는데 그중 가장 크게 영향을 미치는 전자제품 제조난이도의 변동에 대해 비용이 어떠한 함수 관계를 가지면서 변하는지 알아보았다.

비용 추정 관계를 추정하기 위해 기계제품과 동일하게 군용지상 기동장비를 대상으로 하여 기계적인 변수는 기계품목과 동일하게 입력하였으며, 전자제품 제조난이도(MCPLXE)변동에 따른 비용의 변화추세를 파악하기 위해 전자제품밀도(WECDM)과 전자

제품중량(WE)은 동일하게 입력을 하였다. 그 절차는 다음과 같다.

**제1단계** 전자제품 제조난이도(MCPLXE)의 변동에 대한 비용변화추세를 파악하기 위해 기계제품 비용 추정 관계식을 산출하기 위한 자료를 무작위로 추출하여 이를 기초로 기본비용을 산출하였으며 전자제품 비용추정시에 반드시 입력하여야 하는 전자제품 밀도(WECMD)는 100% 디지털장비 기준인 0.6087로 임의로 입력하였고, 전자제품중량(WE)은 4Kg으로 입력하였다. <표 7, 8>는 전자제품에 대한 비용추정 관계식을 구하기 위한 기본 자료를 구하기 위한 기초자료이다.

<표 7> 전자제품 비용관계식 추정을 위한 WT/MCPLXS 구성

중량 (Kg)	MCPLXS			비고
	1차	2차	3차	
8	4.1	5.3	7.3	MCPLXE는 2.5 ~ 13까지 22개 단계로 구분
24	3.3	4.9	8.1	
128	2.9	6.1	7.9	
384	3.7	5.9	7.7	
1024	2.5	3.9	6.5	
6144	4.5	5.7	6.9	

<표 8> 기계제품 추정비용

중량 (Kg)	MCPLXS	기계제품 추정비용 (천원)	중량 (Kg)	MCPLXS	기계제품 추정비용 (천원)
8	4.1	1,114	384	3.7	12,359
	5.3	3,744		5.9	169,509
	7.3	27,757		7.7	1,222,889
24	3.3	1,026	1024	2.5	5,063
	4.9	6,010		3.9	33,361
	8.1	172,160		6.5	750,682
128	2.9	1,736	6144	4.5	292,979
	6.1	84,350		5.7	1,335,255
	7.9	589,371		6.9	5,417,500

**제2단계** 주어진 조건에서 MCPLXE값을 변경시키며 비용자료를 구한다.

**제3단계** MCPLXE의 변화에 따른 비용의 변동관계식을 도출한다. 이때 MCPLXS와 MCPLXE가 같은 시점을 기준으로  $MCPLXS \geq MCPLXE$ 인 경우와  $MCPLXS < MCPLXE$ 인 경우를 구분하여 비용관계식을 구한다. 회귀분석을 사용하여 제2단계에서 구한 비용과 MCPLXE와의 상관관계를 구해보면 다음과 같은 형태의 함수관계로 추정할 수 있다.

$$Y = A \times e^{BX} \quad MCPLXS \leq MCPLXE \text{일때}$$

$$Y = C + DX + E X^2 + F X^3$$

$$MCPLXS \geq MCPLXE \text{일때}$$

이때, A, B, C, D, E, F : 상수, Y : 비용,

X : MCPLXE

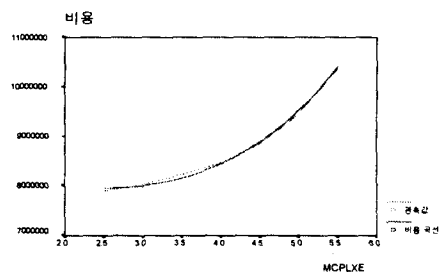
예를 들어 중량이 24kg이고 MCPLXS를 5.3인 전자제품인 경우 MCPLXE를 변경시키면서 비용자료를 구하여 관계식을 구하면 다음과 같다.

$$Y = 25188.6 \times e^{0.9235X} \quad 5.3 \leq MCPLXE \text{일때}$$

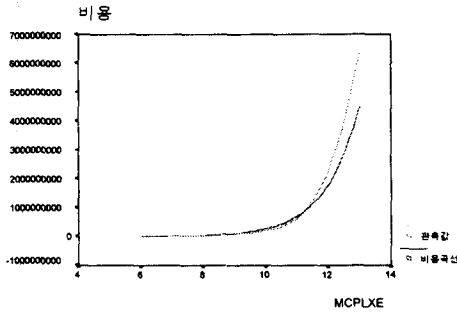
$$Y = 8202834 - 134148 X^2 + 37400.8 X^3$$

$$5.3 \geq MCPLXE \text{일때}$$

따라서 전자제품의 제조난이도는 기계제품의 제조난이도와 밀접한 관련이 있으며 기계제품 제조난이도보다 높을 경우 민감도가 아주 높게 나타난다는 것을 알 수 있다. 이는 다음의 <그림 5, 6>에 잘 나타나 있다.



<그림 5>  $MCPLXS \geq MCPLXE$ 일 경우



<그림 6> MCPLXS ≤ MCPLXE일 경우

### 2.2.2.2 민감도 분석

전자부품인 경우에 MCPLXE의 변동은 MCPLXS와 밀접한 연관이 있다. 즉 MCPLXS ≤ MCPLXE일 때 비용은 지수분포를 따르므로 MCPLXE가 증가함에 따라 비용이 급격한 증가를 보이는데 반해 MCPLXS ≥ MCPLXE일 때는 비용곡선은 3차곡선의 형태를 가지므로 비교적 증가추세가 완만하다.

실 비용 추정시 MCPLXE의 변동에 따른 비용의 민감도를 파악하기 위해 MCPLXS를 고정시킨 상태에서 MCPLXE를 22단계로 구분하여 비용의 변동을 분석해 보았다. 이때 입력 자료는 아래의 <표 9>와 같다.

<표 9> MCPLXE 변화에 따른 비용 민감도 분석 입력자료

구분	총 중량	기계제품 중량	전자제품 밀도	기계제품 제조난이도
내용	24Kg	20Kg	0.6087	4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5

분석결과 <표 10>과 같이 MCPLXS와 MCPLXE의 값이 같은 점을 기준으로 하여 MCPLXE를 '1' 감소시에는 비용은 약 88.17%가 감소하며, '1' 증가

시에는 비용은 약 130.6%가 증가되는 것으로 확인되었고, MCPLXS의 값이 클수록 비용의 변동폭이 작아지는 것을 알 수 있다.

<표 10> MCPLXE 변화에 따른 비용의 민감도 단위 : %

MCPLXS \ MCPLXE		MCPLXS					평균
		4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	
증감	-1	86	87	88	89	91	88.2
	-2	79	82	83	85	87	83.1
	+1	135.8	132.6	130.5	129.2	110.2	130.6
	+2	227	215.9	211.2	207.7	196.6	211.68

위 두가지의 경우에서 알 수 있는 것처럼 제조난이도와 비용의 관계는 상호 밀접하게 관계되어 있다. 이를 실 비용추정시에 적용함으로써 난이도가 변함에 따른 비용의 변화를 추정하여 효과적인 비용 분석이 가능하도록 하는 지표를 제공할 수 있을 것이다.

## 3. 武器體系 獲得段階別 適定 獲得 費用 推定 方法

### 3.1 所要提起 및 企劃段階 費用分析

무기체계 획득단계중 소요제거나 개념형성 단계에서는 충분한 비용자료가 확보되지 않은 상태이기 때문에 정확한 비용추정은 곤란하다. 그러나 이 단계에서 개략적으로 판단된 비용에 따라 사업추진여부가 결정되기 때문에 이 단계에서의 비용추정은 매우 중요하다고 할 수 있다.

현행제도에서는 각 군 및 기관은 신규 사업을 소요제기할 경우 총 사업판단을 한 후 매년 8월까지 합참에 소요를 제기하도록 되어 있다. 이때 소요제기 부서는 제기된 소요의 타당성 검토를 위해 비용

대 효과분석을 실시하도록 되어 있고 합참 전력분석실에서도 주요 사업에 대한 비용 대 효과분석을 실시하고 있다. 그러나 지금까지 이 단계에서는 기획관리제도 순기상 충분한 사전분석이 이루어지지 못해 왔고 각 군 및 기관에서도 분석평가기능이 제대로 갖추지 못한 상태였다.

소요제거나 개념형성단계에서 비용분석은 새로운 체계의 개발이나 생산, 운영에 필요한 정확한 비용을 추정하는 것보다 대략적인 요구성능과 이를 충족시킬 수 있는 비용목표를 제시하여 필요한 운곽을 설정하는 것이 필요하다. 이런 관점에서 볼 때 비용 추정의 정확성 못지 않게 신속성이 필요한 시기라고 할 수 있다.

초기단계의 비용추정을 위해서는 PRICE 모델과 같은 전산비용모델을 사용하여 개략적인 비용을 추정하고 가능한 범위 내에서 WBS를 개발하여 경쟁되는 대안들 상호간에 비교가 용이하도록 하여야 한다. PRICE 모델을 이용할 경우 중량, 부피, 기술난이도와 같은 핵심변수만 가지고 쉽게 개략적인 비용은 추정할 수 있으며, 또한 개략적 분석방법(ROM: Rough Order Magnitude) 방법을 이용하여 다양한 대안에 대한 비용을 제시함으로써 의사결정에 적극적으로 활용할 수 있다.

PRICE 모델을 이용하여 개념형성단계의 비용을 추정한 사례로는 1999년 국방대학교에서 K-1전차 주포개량 사업에 대한 개략적인 비용변화를 판단한 사례가 있다. 현재 육군에서 사용중인 K-1 전차의 주포를 105밀리에서 120밀리로 바꿀 때의 개략적인 비용변화추세를 판단하기 위해 PRICE 모델을 이용할 경우에는 <표 11>과 같은 기본자료만 입력시키면 비용추정이 가능해 진다.

<표 11> 개량전차 비용분석을 위한 입력변수

구분	중량	생산 수량	제조 난이도	운영 환경	개발 시점	생산 시점
K-1 전차	51톤	200	5.762	1.4	97년 1월	99년 1월
개량 전차	54.5톤	100	5.762	1.4	97년 1월	99년 1월

모델운용결과 100대 생산기준일 때는 대당 35억원, 200대 생산시에는 대당 30억원 정도로 비용이 추정되었다. 이 단계에서는 단순히 주포만 성능개량하는 것으로 간주하였고 PRICE 모델의 비용추정시 가장 민감하게 영향을 미치는 기술난이도는 K-1 전차와 동일하다는 전제하에서 판단된 것이다[2][5].

### 3.2 計劃段階 費用分析

계획단계는 소요제기단계와 예산편성단계를 연결시키는 단계이면서 향후 5년간의 국방중기계획을 구체화하는 단계이다. 이 단계가 이르기 전에 각 군 및 기관에서 제기된 주요사업들에 대한 사전분석결과가 검증되고, 전체 사업에 대한 종합적인 분석과 검토가 이루어져야 한다. 또한 무기체계 획득사업의 경우 획득방법과 기종결정이 이루어져야 계획에 편성될 수 있다.

중기계획도 F+2년부터 F+7년까지 5년간을 계획하기 때문에 이 단계에서 정확한 비용추정은 곤란하다. 그러나 계획단계에서 최초 반영된 예산은 장차 그 사업이 추진되는 과정에서는 하나의 기준으로 작용하기 때문에 중요한 의미가 있다.

계획단계에서는 대상사업에 대해 가능하다면 세부 구성품 수준인 Level 3까지 WBS를 구체화해서 비용분석이 이루어져야 한다. 체계별로 WBS구조는 각

종 출처로부터 자료가 확보되는 대로 지속적으로 보완되어 예산편성단계, 집행단계에까지 적용되어야 할 것이다.

PRICE 모델을 이용하여 계획단계의 비용을 추정하는 경우는 1999년말 국방대학교에서 01~05년 국방중기 계획에 반영하기 위한 비호사업 양산단가를 추정한 사례가 있다. 비호체계의 구성은 업체조달부분과 관급조달 부분으로 크게 구분이 되며, 비용분석은 주로 업체조달부분에 중점을 두고 실시하였다.

모델 적용시 업체조달품목은 1998년도 업체 견적가를 적용하고, 관급품목은 국방부 안을 적용시켰다. 그리고 모델운영을 위한 세부 제원은 업체로부터 제출받았으며, 각 구성품별로 학습률을 86 ~ 90%를 적용하였다.

비용분석결과 최초 업체에서 대당 58.4억원을 계약가로 요구하였으나 PRICE 모델을 이용하여 비용분석을 실시한 결과 대당 39.5억으로 중기계획에 반영하게 되었다[6].

### 3.3 豫算 / 執行段階 費用分析

예산편성단계의 비용분석 중점은 각 군 및 기관에서 요구한 예산규모의 타당성을 검토하여 불필요한 예산낭비를 차단하고 계획에 반영된 예산이 실현성이 있는가를 분석한다. 계획단계에서 판단한 비용중에서 물가변동이나 기술수준의 변화 등으로 인해 비용추정치의 변화요인을 식별하여 수정, 보완하는 절차가 필요하다. 특히, WBS 세부 항목들의 신규 추가나 수정사항을 반영해야 한다.

장기간에 걸쳐 진행되는 사업은 예산편성 방법에 따라 사업기간이나 예산추가 소요가 발생할 수 있으므로 가장 경제적인 방법을 예산을 할당하여 총 사

업비를 최소화하면서 주어진 기간 내에 사업을 완료할 수 있도록 해야 한다.

집행단계는 협상 및 계약지원을 위한 비용분석이 이루어져야 한다. 사업주관부서나 조달본부는 사업추진과 관련된 광범위한 비용자료를 확보하여 비용절감요소를 발굴해야 한다. 특히 조달본부는 지금까지 구축된 통합가격정보체계에 의해 조달정보를 체계적으로 관리, 유지하며 각 군 및 기관에서 요청시 제공해 주는 체계를 발전시켜야 한다.

이러한 가격정보는 조달본부에서 D/B화하여 1998년 9월부터 정상 가동되고 있으며 소요군에서 필요시 On-Line 망을 이용해서 활용할 수 있도록 되어 있다. 각 군이나 사업부서에서 구매방법(FMS/상업) 결정시 비교 검토자료로 활용가능하며 계획작성이나 예산편성, 계약문서 작성시에 필요한 가격정보를 활용할 수 있다[1][3].

이 단계의 비용추정 사례로 2000년 5월 국방대학교 비용분석팀에서 실시한 상륙돌격장갑차(KAAV) 2차 사업 적정 양산비용분석을 예로 들 수 있다. 예산 / 집행단계에서의 비용분석을 위해서 PRICE 모델을 이용하여 적정획득 비용을 추정하고 공학적 방법에 의한 원가분석으로 산정된 비용과 비교하여 목표가를 산정하는 방법을 사용하였다[4][6].

## 4. KAAV 費用推定 事例分析

### 4.1 分析 概要

KAAV 비용분석은 1차 사업 종료후 추가 계약시 적정 비용을 판단하는 개념이었으므로 1차 사업 자료를 확인하여 이를 분석/추정하는 것이 가장 타당한 방법으로 판단이 된다. 따라서 모델입력 제반 사

항은 조달본부의 정산자료와 이를 근거로 한 생산업체의 세부자료를 수집하였다. 즉 병력용의 경우 1998년 1차 정산한 28대에 대한 국방부 정산가를 기준으로 하였으며, 지휘용/구난용은 비용분석 기간중 정산이 완료된 2000년 4월의 1차 정산가 자료를 기준으로 하였다.

비용분석은 가장 획득 수량이 많은 병력용을 먼저 분석하여 비용 기준을 판단하고, 지휘용 / 구난용에 대해서는 병력용을 기준으로 하여 변경 사항 위주로 분석을 실시하여 적정 획득 비용을 판단하였다.

또한 비용분석을 위한 기본 자료는 현재 조달본부의 원가계산 방법과 일치하지 않으므로 조달본부에서 획득하기는 불가능하기 때문에 업체에서 제시하는 자료를 100% 인정하였으며, 자료수집간의 불확실한 사항은 모델내의 내장값을 사용하였다. 비용분석 자료를 검토한 결과 KAAV의 경우 수입부품비가 전체재료비의 약 72% ~ 91% 차지하고 있기 때문에 환율이 가격 결정에 매우 지대한 영향을 미치므로 환율을 2차 계약을 위한 원가 계산서 기준인 1126원/\$를 기준으로 입력하였고, 일반관리비 및 이윤은 한국화 된 경제지수로 반영하여 입력하였다.

## 4.2 EBS 構成

비용 분석을 위한 체계 구조인 EBS 구성은 부대의 장비 구조도를 기준으로 하고 업체에서 제시한 장비 WBS를 참고로 하여 제작 공정을 고려하여 구성하였다. 업체에서 제시한 장비 WBS는 장비의 제작공정만을 분류해 놓은 것으로써 운용시 적절한 임무효과를 달성하기 위한 구조로 통합시켜 재구성하여야 하기 때문이다.

병력용의 경우 2단계로 분류하였을 때 업체에서

제시한 장비구조는 총 21개이나, 부대의 장비 구조도에는 12개로 구성되어 있어 <표 12>와 같이 EBS는 총 13개로 구성하였다[7].

<표 12> 병력용 EBS 구성 요소

EBS구성(13)	장비 WBS(21)	장비구조도(12)
동력발생장치	동력, 연료시스템	동력발생장치
차체/내외장품	차체내외장, 의자장치, 적재장치, 보호물장치 등화관제대개, 선수익, 부가장갑킷	차체/내외장품, 부수품목
현수장치	현수장치	현수장치
유압장치	유압시스템	유압장치
제어장치	제어장치	조종장치
통신장치	통신시스템	통신장치
해수추진장치	추진장치, 항법시스템	해수추진장치
포탑	포탑조립체	포탑
소화장치	자동소화, 수동소화	소화장치
통풍장치	통풍시스템	통풍장치
전기시스템	전기시스템	전기장치
화생방장치	여과기장치	-
통합장치	-	-

PRICE 모델로 구성한 병력용 EBS 구조는 <그림 7>과 같다.

<그림 7> 병력용 EBS 구성 화면

그림에서 00+로 나타난 것은 하위 Level에 구성되어 있는 구성자료의 수를 나타낸다. 구성된 체계구조의 종류는 장비전체 구조인 시스템(System), 결합체(Assembly), 국내외에서 구매한 부품인 구매품(Purchased), 업체에서 제작한 기계구조물(Structure), 그리고 구입한 부품이나 제작한 부품을 상위단계로 결합하여 통합기능을 발휘할 수 있도록 해주는 요소인 결합 및 검사(Integ&Test)구조이다. 이때 구입부품은 국내의 구매를 막론하고 구매품으로 입력하였다.

지휘용과 구난용은 병력용의 EBS구성을 근거로 하여 변동사항 위주로 수정하여 구성하였으며, 지휘용은 병력용 EBS에서 포탑을 제외하고 통신장치 및 차체의 무장장치를 보강하여 12개로, 구난용은 포탑을 제외하고 통신장비, 파워스스장치, 윈치, 용접기, 공기압축기등 구매품을 추가하여 16개로 구성하였다.

### 4.3 入力 資料

#### 4.3.1 개별 EBS Input Sheet

개별 구성 요소에 대한 세부 입력 자료를 업체로부터 제시받아 이에 대한 타당성을 업체 방문을 통해 검증하고, 또한 세부 자료에 대한 제조난이도를 참고문헌이나 모델내의 내장값을 이용하여 입력함으로써 각 개 구성품의 비용을 더욱 구체화 시켰다. 개별 구성품들에 대한 입력 자료는 필수 입력자료로서 총중량, 1차 정산시 재료비, 부품 구매품인 경우에는 부품 구매비, 기계 구조 자작품인 경우에는 세부 제작 요소를 입력하였고, 1차 사업 과정에서 유사장비를 많이 만들어 본 경험이 있으므로 이를 입력요소로 반영시켰다. 아울러 각 부품을 결합하는 정도도 보통의 난이도를 기준으로 하여 입력하였다.

각 장비의 개별 입력 창의 공통입력 자료는 다음의 <표 13>과 같다.

<표 13> 개별 입력창 공통 입력 변수

구 분	병력용	지휘용	구난용
개발시작	1994. 10	좌동	좌동
생산시작	2000. 7	2004. 1	2004. 1
생산수량	59대	5대	3대
첫번째 생산	2001. 10	2004. 1	2004. 1
마지막 생산	2005. 12	2004. 10	2004. 10
기술기준년도	1998년	1998년	1998년
경제기준년도	2000년	2000년	2000년

#### 4.3.2 재정요소(Financial Factor)

개발 및 생산 공정에 대한 노무비는 PRICE 모델 내의 내장값을 사용하였고, 이중 노동력에 대한 기준시점은 2000년 7월로 입력하였으며, 일반관리비는 원가의 4.9%로, 이윤은 총 원가의 9%로 두어 원가 계산서에서 제시한 내용과 일치시켰다.

#### 4.3.3 경제지수(Escalation Factor)

경제지수는 국내외 물가인상률을 감안하여 일부 조정하였다. 즉 생산 기간중 모델 내장 물가 인상률을 국내 상황과 여건에 맞추어 조정함으로써 추정한 비용의 신뢰도 향상을 추진하였다.

경제지수 적용공식은  $0.6 \times (CPI+PPI)/2 + 0.4 \times (DR + 1)$ 로서 CPI (Consumer Price Index: 소비자 물가 지수)를 30%, PPI(Producer Price Index: 생산자 물가 지수)를 30%, DR(Adjusted Discount Rate ; 정부 은행 금리)을 40% 반영하여 지수를 계산하는데 한국은행 조사부 자료와 통계청의

경제통제국 물가통제과 자료를 확인하여 계산하면 <표 14>와 같이 계산이 된다.

<표 14> 경제지수 조정결과

구 분	97년	98년	99년	00년	01년
계 산 값	5.0	8.8	2.0	5.0	5.0
내 장 값	4.9	4.9	9.5	9.0	7.3

또한 재료비중 수입재료비의 비중이 크고, 또한 장기간 생산이므로 이를 미국의 물가 인상율과 국내의 물가 인상율을 고르게 반영시키기 위해 재료비 비율로 이를 조정하였다. 즉 <표 15>와 같이 각 장비의 재료비를 국내재료비와 수입재료비로 분리한 다음 구성비율에 따라 생산기간중의 각국의 물가 인상율을 조정하면 <표 16>과 같은 인상율이 산출된다.

<표 15> 재료비 비율

구 분	병력용	지휘용	구난용
국 내	13 %	28 %	9 %
수 입	87 %	72 %	91 %

<표 16> 재료비 비율 적용결과

년 도	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
병력용	0.034	0.037	0.028	0.040	0.039	0.037	0.038	0.037	0.037
지휘용	0.036	0.046	0.026	0.041	0.041	0.039	0.039	0.038	0.039
구난용	0.033	0.034	0.028	0.039	0.038	0.036	0.037	0.036	0.037

#### 4.4 分析 結果

위와 같은 자료를 입력하여 KAAV의 적정 획득 비용을 분석해 본 결과 아래 <표 17>에서 보는 것과 같이 병력용은 대당 약 27억 6천만원, 지휘용은

약 32억 7천만원, 그리고 구난용은 약 42억 9천만원으로 분석되었다.

<표 17> PRICE 모델에 의한 KAAV 비용 추정 결과

단위 : 백만원

구 분		병력용	지휘용	구난용
직접 경비	연구 개발	1.38	5.01	8.11
	사업 관리	42.18	48.29	63.05
	기술료	15.22	16.10	21.08
	시험 검사비	1.25	12.92	12.15
	소 계	60.03	82.32	104.39
노무비		125.63	221.37	274.21
재료비		2,231.44	2,558.74	3,373.20
일반 관리비		118.44	140.26	183.84
이윤/기타		228.20	270.24	354.21
계		2,763.74	3,272.93	4,289.85

위에서 추정된 비용의 타당성을 검증하기 위해 공학적 추정법을 사용하여 장비의 적정획득 비용을 추정된 결과 적정비용은 <표18>과 같다.

항목 구조 중에서 직접재료비 비용산출 기준은 국제적인 지표를 사용하였으며, 국내재료비는 1차사업 기간인 '96-'00년간의 연평균 물가상승률인 8.04%를 적용하였으며, 수입재료비는 기간중 연평균 물가상승율의 4년치인 7.04%를 적용하였다. 이는 업체에서 2차사업 원가계산서 제출시 실제적으로 제출한 기준이다.



<표 18> 공학적 비용추정 결과

단위 : 천원

구분	병력용	지휘용	구난용	
재료비	국내재료비	316,815	717,671	309,836
	수입재료비	1,702,885	1,719,063	2,950,851
	간접재료비	12,783	16,094	17,373
	계	2,032,483	2,452,828	3,278,060
노무비	직접노무비	31,592	39,845	45,274
	간접노무비	56,970	71,852	81,643
	계	88,562	111,697	126,917
경비	감가상각비	23,718	27,874	20,025
	시험검사비	1,000	1,000	1,000
	기술료	37,522	47,088	47,088
	기술도입비	25,250	25,570	25,570
	외주가공비	5,567	5,886	4,937
	공익/임차료	24,948	31,406	33,902
	간접경비	54,953	69,308	78,752
	계	172,958	208,132	211,274
제조원가	2,294,002	2,772,658	3,616,250	
일반관리비	112,406	135,860	177,196	
총원가	2,406,408	2,908,518	3,793,446	
이윤	216,577	261,767	341,410	
제세	25,085	22,604	68,384	
B. I. I	49,824	53,516	53,516	
계산가격	2,697,894	3,246,405	4,256,756	

노무비는 1차사업과 동일한 장비를 생산하므로 이에 따른 적정 학습 효과를 적용하였으며, 업체가 자체 분석하여 제시한 생산성 향상 비율인 10 ~ 15%의 평균값인 12.5%를 학습율로 적용하였다. 임율은 2000년도 정산시점의 임율에 물가상승율을 적용시켰으며 직접 노무시간 이외의 교육, 회의 등 여유시간을 고려한 노무 공수 여유율은 2000년도 정산비율인 25.02%를 적용하였다.

경비는 업체에서 제시한 비율을 적용하였으며 특히 감가상각비의 경우는 자산평가의 타당성을 고려

하여 재평가 입력하였다.

PRICE 모델과 공학적 추정법으로 비용추정을 실시한 결과 2.3%에서 0.7%의 오차만이 발생하였다. 이를 통해 PRICE 모델을 이용하여 비용분석을 실시하는 것이 다른 어떠한 방법을 이용해서 비용분석을 하는 것보다 더 신속하고 정확하게 현실을 반영한 비용분석 방법이라는 것을 알 수 있다.

생산수량의 변동에 대한 비용의 민감도 분석을 실시해보면 지휘용과 구난용에 대해 59대 수준으로 수량을 증가시킬 경우에는 약 3.6억 ~ 5.0억 가량의 비용이 감소하는 결과가 나타나며, 병력용의 경우도 생산기간을 2002년 10월 정도로 절반이상 단축하면 26억 9천만을 목표비용으로 제시할 수 있다.

## 5. 結 論

PRICE 모델의 1차비용 추정 함수를 연구한 결과 제조난이도와 비용과의 관계는 지수함수 곡선을 따르며, 중량과 비용과의 관계는 선형 관계를 갖는 것으로 파악되었는데, 이는 비용이 제조난이도가 변함에 따라 아주 민감하게 변화한다는 것을 보여주는 것이다. 전자 제조난이도(MCPLXE)와 기계 제조난이도(MCPLXS)와의 관계는  $MCPLXE \leq MCPLXS$ 일 경우에는 비교적 비용이 완만한 증가를,  $MCPLXE \geq MCPLXS$ 일 경우에는 아주 급격한 경사를 가지며 비용이 증가하는 것으로 확인되었다.

무기체계 획득 단계별 비용분석 방안을 보면 개념형성 단계의 비용분석은 충분한 비용자료가 확보되지 않은 상태이므로 정확한 비용추정이 곤란하므로 PRICE 모델과 같은 전산비용 추정 모델을 사용하여 개략적인 비용을 추정하고 가능한 범위 내에서

WBS를 개발하여 대안 비교가 용이하도록 하여야 한다. 계획단계에서는 세부 구성품 수준으로 WBS를 구체화하여 비용분석을 실시하되 불확실한 부분은 전산모델을 이용하여 비용을 분석한다. 예산/집행 단계에서는 구체화된 비용자료가 존재하므로 공학적 추정법등을 이용하여 분석하며 전산모델은 이를 검증하는 수준으로 운용되어야 한다.

본 연구에서 제시한 KAAV 2차 생산단계 비용추정 내용은 예산 / 집행 단계에서 전산모델을 이용하여 비용을 추정한 결과이다. 이를 공학적 추정법으로 산출한 결과와 비교해보면 모델을 이용한 추정값이 현실을 잘 반영한 것임을 알 수 있었다. 그러나 모델에 의한 비용분석 결과는 오차범위 내에서 개략적으로 추정된 결과이므로 장비가 개발완료되어 실발생 비용이 존재할 경우에는 공학적 분석을 실시하여 실발생 비용을 집계하는 것이 가장 효과적인 비용분석 방법이므로 가능한한 이러한 방법론을 적용하여 적정비용을 분석하는 것이 객관 타당하다. 다만 분석시간이 제한되고 신속하게 결과를 도출하여야 할 경우에는 모델을 운용하여 개략적인 비용을 추정하는 것이 지금까지의 비용분석방법을 고려해볼 때 현실값을 반영한 비용이라는 것을 본 연구를 통해 알 수 있다..

## 참 고 문 헌

- [1] 강성진, 비용추정 및 사례연구, 국방대학원, 1999, pp.76-111.
- [2] 강성진, 방위력 개선사업 분석평가 모델, 국방대학원, 1999, pp.32-56.
- [3] 강성진, 이상현, 강창호, 미래 예측가 판단중심의 비용분석 기법 개발, 국방대학원, 1999, pp.82-99.
- [4] 강성진, 이재영, 한현진. 상륙 돌격 장갑차 2차사업 비용분석, 국방대학교, 2000. 8. 31, pp.41-106.
- [5] 강창호, PRICE 모델을 이용한 K-1 전차 수명주기 비용 추정에 관한 연구, 국방대학원, 1999, pp.13- 33.
- [6] 국방부, 비용분석업무 실무참고서, 2000. 6, pp.213-222.
- [7] 기술교범 6-7-18, KAAVP7A1 차체 정비/보급 교범(1), 해군본부, 1998.
- [8] 이재영, 21세기 국방분석 평가제도, 국방경영정책 연구 제5호, pp 141-205, 한국 군사운영분석학회, 1999. 5
- [9] Ascent Logic Korea Corporation, System Engineering & Parametric Cost Estimation, 1999, pp.121-159.
- [10] Ascent Logic Korea Corporation, PRICE Parametric Cost Models (PRICE Hardware, Software Model White Paper), 1999, pp.7-25.
- [11] PRICE Systems, L.L.C., PRICE Workbook For ALK PRICE H/HL Orientation Class, 1999. pp.1-122.
- [12] Lockheed Martin Corporation, PRICE H Reference Manual, 1998.