
위험요인과 R&D성과 간의 관계: 신제품개발단계별 접근

한상록* · 조근태**

<목 차>

- I. 서 론
- II. 이론적 배경 및 문제제기
- III. 연구방법론
- IV. 연구결과
- V. 결 론

국문초록 : 본 연구의 목적은 R&D성과를 높이기 위해 신제품개발프로세스 단계별로 연구 개발을 수행하면서 고려되어야 할 위험요인을 식별하고, 위험요인의 영향을 분석하기 위한 것이다. 이를 위하여 본 논문은 대한민국의 대표 IT 기업인 삼성 및 LG전자의 계열사가 최근 5년 이내 개발한 IT 신제품에 대한 설문조사를 기반으로 하였다. 연구는 우선적으로 신제품개발프로세스에 따라서 위험요인을 식별하였고, 설문지를 통해 식별된 위험요인을 평가하였다. 위험의 영향을 분석하기 위해 R&D 성과를 기반으로 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 위험요인의 영향은 저 성과 그룹에서 높게 나타남을 알 수 있었다. 고 성과 그룹은 R&D 성과를 높이기 위해 프로젝트를 관리하는데 있어서 위험을 중요한 일로 간주하고 있었으며, 효과적으로 위험요인을 잘 관리하였다. 결론적으로 R&D 성과를 높이기 위해 신제품개발프로세스 단계별로 위험요인을 식별하고 분석한 후, 영향력이 큰 위험을 집중적으로 관리하는 위험관리활동이 필요함을 알 수 있었다.

* 성균관대학교 기술경영학과 박사과정 (sangrog.han@lignex1.com)

** 성균관대학교 기술경영학과 교수 (ktcho@mail.skku.edu_)

주제어 : 위험관리, 위험식별, 위험분석, 신제품개발프로세스

Relationships Between Risk Factors and R&D Output: Approach to New Product Development process

Han, Sang Rog · Cho, Kuen Tae

Abstract : The purpose of the study is to identify risk factors and analyze risk impacts to increase R&D outcome by taking into consideration the activities undertaken in each phase of New Product Development(NPD) process. The paper builds on survey research that has been developed new IT products within the past 5 years at SAMSUNG and LG subsidiaries in the Republic of Korea. This study identified risk factors in accordance with NPD process and evaluated the identified risk factors with survey questionnaires. To analyze the risk impacts were used to perform a logistic regression analysis based on R&D output. The impact of risk factors were higher for the low-output group. High-output group took a risk into consideration unique undertakings in project management and managed risk factors effectively in order to increase R&D output. Consequently, with the aim of improving output of R&D, a risk management is necessary to identify the risk factors for each phase of NPD and focus on managing risk factors with great effect.

Key Words : Risk Management, Risk Identification, Risk Analysis, New Product Development process

I. 서론

사업전략과 연계된 연구개발(Research and Development : R&D)을 강조하는 1980년대부터 1990년대 중반까지의 제3세대 R&D는 시장 및 고객의 요구사항을 R&D 프로세스에 반영하고자 하였다. 1990년대 후반 이후에 등장한 제4세대 R&D는 급변하는 환경 속에서 내부 조직뿐만 아니라 공급자, 고객, 외부 파트너들과의 지식공유 및 협력 등을 통해 R&D 활동에 필요한 지식들을 체계적으로 획득하고, 시장 및 고객의 요구사항과 기술역량은 상호 의존적 학습을 통해 통합 하는데 초점을 두고 있다(Miller and Morris, 1999). 기업들은 이러한 환경변화에 맞추어 품질/비용/개발기간 측면에서 프로젝트관리를 더욱 강화하고 있으며, 실패비용을 줄이기 위해 R&D의 성공요인 및 실패원인에 관한 연구도 활발히 진행하고 있다(Pinto and Slevin, 1989; 한상록, 2006). 특히, 불확실성 하에서 R&D의 성공률을 제고시키기 위해 잠재적인 위험을 사전에 파악하여 관리하기 위한 위험관리(Olsson, 2007; Zwikael and Ahn, 2011; Bakker et al., 2012)와 신제품개발 프로세스(New Product Development process : NPD_P)를 확대 적용해 나가고 있다(한상록, 2007; Matt, 2010).

R&D 성과를 높이기 위한 핵심활동의 하나인 위험관리에 대해서는 위험의 정의 및 위험요인의 식별, 분석, 관리에 이르기 까지 국내·외적으로 다양하게 연구되어 오고 있다. 위험관리는 프로젝트 전반에 걸쳐 부정적인 영향을 미칠 수 있는 불확실한 위험요인을 식별한 후 이를 분석하고 대처하는 체계적인 프로세스로서, 프로젝트의 성공에 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 확인되고 있다(Chapman and Ward, 2002;2003, Raz et al., 2002; Pinto, 2007; Moeller, 2011). 프로젝트 위험관리는 특히, 위험요인을 프로젝트 초기 단계에 식별하여 관리하는 것이 비용을 최소화할 수 있다는 측면에서 기획단계에서의 위험관리활동을 강조하고 있다(Barber, 2005). 그러나 제품개발기간 중 사업의 환경이 변화될 수 있고, 고객의 요구사항이 변경될 수 있어 위험요인을 프로젝트 초기에 모두 식별하여 관리하기란 쉬운 일이 아니다(Andersen, 1996). 따라서 혁신적인 R&D 프로젝트의 성공률을 향상시키기 위해서는 모든 개발단계별로 위험을 관리하는 것이 중요하며(Smith and Merritt, 2002; Keizer et al., 2002; Bush et al., 2005; Pisano, 2006), 위험관리는 프로젝트 각 단계마다 반복 적용되어야 하고, 프로젝트 수명주기 전반에 걸쳐 다루어져야 함을 강조하고 있으나 잘 지켜지지 않고 있는 것이 현실이다(Perminova et al., 2008; Gajewska and Ropel, 2011). 따라서, 본 연구에서는 NPD_P 단계별로 위험요인을

식별하고, R&D 성공에 영향을 미치는 위험요인을 찾아 내 보고자 한다. 즉, R&D의 성공률을 제고시키는 NPD_p와 연계시켜 위험요인을 식별한 후 첫째, NPD_p 단계별로 잠재되어 있는 위험요인은 무엇인가? 둘째, NPD_p 단계별로 업무를 수행하면서 R&D 성과를 높이기 위해 중점적으로 관리하여야 할 위험요인은 무엇인가? 에 대한 분석을 수행한다. NPD_p 단계별 위험요인은 제품개발 수행 시 발생 가능한 위험요소를 전문가 및 체크리스트를 활용하여 식별한 후 위험요인에 대한 발생빈도나 영향은 설문을 통해 분석하였다. 또한, R&D 성과를 저 성과와 고 성과로 구분한 후 고 성과를 내기 위해 집중적으로 관리하여야 할 위험요인을 도출하고자 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 대한민국의 대표 IT 기업인 삼성 및 LG전자의 계열사가 최근 5년 이내 수행한 신제품 개발경험을 기반으로 하였다. 이들 기업은 세계시장에서의 경쟁력 확보 및 신제품의 성공적 개발을 위해 위험관리와 고객중심의 경영을 강화해 나가고 있으며, R&D 성과를 높이기 위해 제품개발프로세스를 프로젝트관리의 도구로 널리 활용하는 한국의 대표 IT 기업으로 볼 수 있다(정원일 · 한상록 · 이정원, 2007).

II. 이론적 배경 및 문제제기

1. 위험관리 목적

위험(Risk)에 대해 연구자 및 연구기관들은 다음과 같이 다양하지만 유사하게 정의하고 있다. PMI(2008)에서는 위험을 프로젝트를 수행하는데 있어서 프로젝트에 부정적 또는 긍정적인 영향을 줄 수 있는 불확실한 사건 또는 상태로 정의하고 있으며, Standards Australia(2004)에서는 우연히 발생하여 목표에 영향을 끼칠 수 있는 불확실성으로 정의하고 있다. Wang et al.(2010)는 위험을 프로젝트 성과에 부정적인 영향을 미치는 사건으로 정의하고 있다. Perminova et al.(2008)는 불확실성을 프로젝트를 관리하는데 있어서 중대한 요인으로 정의하고, 이는 R&D 성과와 밀접한 관계가 있기 때문에 프로젝트를 관리하는데 있어서 필수적이라고 언급하고 있다. Barber(2005)는 위험을 프로젝트의 성공을 확신하지 못한다는 점에서 최후의 충격으로 정의하고 있다. 위험에 대한 이러한 다양한 견해들을 종합하면 위험은 프로젝트에 영향을 미치는 불확실성으로 정의할 수 있다.

이러한 위험에 대해 그 관리의 필요성과 목적에 대해서도 연구자들이 다양한 측면에

서 주장하고 하고 있다. Ghosh and Jintanapakanont(2004)은 위험관리를 프로젝트 수명 주기 전반에 걸쳐 프로젝트를 효율적으로 관리하기 위한 도구로 파악하고 있으며, Turner(1995)는 위험관리를 위험의 발생확률 또는 프로젝트에 미치는 영향을 줄이는 프로세스라고 하였다. Aven and Vinnem(2007)는 위험관리의 목적은 위험의 발생을 피하고 일어날 수 있는 위험을 줄이는 것으로, 높은 성과를 얻기 위해서, 지연을 방지하기 위해서 프로젝트의 모든 단계에 적용되어야 한다고 주장하고 있다. Redmill(2002)은 위험관리의 목적은 안전을 침해하거나 상태를 악화시킬 수 있는 사건을 방지하기 위한 것으로 보고 있다. Atkinson et al.(2006)은 불확실성의 관리는 효과적인 프로젝트관리를 위해 반드시 필요하고, 불확실성의 출처는 아주 폭 넓게 분포되어 있으며, 이는 프로젝트 및 프로젝트관리에 영향을 끼친다고 하였다. 위험관리에 대한 이러한 다양한 견해들을 종합하면, 위험관리의 목적은 프로젝트 수행 시 잠재적인 문제점이 발생하기 이전에 위험을 사전에 파악하고, 필요한 경우 제품 또는 프로젝트 수명주기 전반에 걸쳐 프로젝트 목표 달성에 미치는 악영향을 제거하거나 완화할 수 있도록 위험을 관리하는 활동으로 볼 수 있다(정원일 · 한상록 · 이정원, 2007).

2. 위험식별 및 분석방법

위험의 개념연구를 기반으로 위험요인을 도출하기 위한 위험의 식별 및 분석방법에 대해서도 다양한 연구가 진행되어 오고 있다. 위험의 식별은 프로젝트와 관련된 위험을 파악하여 체계적으로 분류한 후 중점적으로 관리해야 할 위험요인을 선정하는 과정이다(PMI, 2008). Shen(1997)은 위험식별의 목적은 위험요인의 목록을 식별하는 것뿐만 아니라 위험요인의 중요도를 식별하기 위한 것이라 하였다. Chapman and Ward(2002)는 위험의 식별은 매우 중요하고 어려워 창조력, 상상력을 필요로 한다고 언급하였다. 프로젝트 위험요인의 식별은 일반적으로 브레인스토밍, 델파이기법, 체크리스트, 설문조사, 인터뷰, 유사 프로젝트 검토 등을 통해 실시하는 것이 일반적이다(Chapman, 2001; Chapman and ward, 2003).

위험의 식별과 함께 위험분석의 방법에 대해서도 다양하게 연구되어 오고 있다. Grey(1995)는 위험분석을 식별된 위험이 ‘프로젝트에 얼마만큼의 영향을 미칠 것인가?’에 대한 평가로, 프로젝트의 일정 · 예산 · 품질에 미치는 영향을 분석하는 것으로 정의하였다. 위험분석은 일반적으로 위험의 발생확률과 위험에 대한 잠재적인 영향을 평가한

후 이들의 선형 또는 가중치 결합을 통해 위험에 대한 우선순위를 설정하고 있다(Baccarini and Archer, 2001; Klinke and Renn, 2002; Chapman and Ward, 2004). 위험을 식별하고 평가한 후 위험변수로부터 위험요인의 의미와 연관성을 얻기 위해 요인분석 방법을 많이 활용하고 있으며, 이는 중대한 위험요인을 분석하는데 있어 아주 유용한 것으로 알려지고 있다(Ghosh and Jintanapakanont, 2004).

3. 위험요인 사례연구

위험요인에 대한 사례연구를 살펴보면, 연구자들이 프로젝트의 위험식별 및 분석을 통해 프로젝트를 수행하면서 집중적으로 관리하여야 할 위험요인을 다양하게 제시하고 있다. Atkinson et al.(2006)은 프로젝트를 수행하는데 있어서 위험요인이 평가, 프로젝트 조직, 프로젝트 수명주기 전반에 걸쳐 폭 넓게 분포되어 있으나, 프로젝트관리 시 이를 간과하고 있음을 지적하고 있다. Chapman and Ward(2003)는 위험에 대한 관리문제를 ‘팀원이 누구인가?’ ‘팀이 달성하고자 하는 것이 무엇인가?’ ‘각 팀의 관심이 무엇인가?’ ‘각 팀은 어떤 방법으로 일을 하는가?’ ‘필요한 자원은 무엇인가?’ ‘언제 종료할 것인가?’를 기반으로 제품착상, 전략적인 제품설계, 전략적인 실행계획, 기술적인 자원할당, 생산실행, 제품인도, 프로세스 검토 및 제품지원 등 프로젝트 수명주기의 단계별로 위험요인에 대한 관리문제를 정의하고 있다. Miller and Lessard(2001)는 위험의 본질을 시장관련, 목표달성 및 제도관련 등 3가지로 구분하여 위험요인을 식별한 후, 위험의 형태에 따라 위험을 대응하기 위한 경영전략의 필요성을 강조하고 있다. Olsson(2007)은 사례연구, 위험관리경험 및 통찰력을 갖고 있는 위험관리전문가와의 인터뷰를 통해 위험을 프로젝트 내부요인(능력, 팀 정신, 내부 소통) 및 외부요인(고객과의 소통능력, 고객관점에서의 이해력)으로 분류하여 이에 대한 관리를 강조하고 있으며, Barber(2005)는 위험을 내부위험(규칙, 정책, 프로세스, 구조, 조치, 판단, 행동 또는 문화) 및 고유/외부위험(신기술)으로 위험요인으로 구분하고 있다. Ghosh and Jintanapakanont(2004)는 위험관리를 프로젝트 수명주기 전반에 걸쳐 프로젝트를 효율적으로 관리하기 위한 도구로 정의한 후, 위험의 변수를 요인분석 및 중요지표를 통해 최종적으로 일정지연 위험, 재무적 및 경제적 위험, 설계 위험, 계약적 및 법적인 위험, 부계약자와 관련된 위험, 자연재해와 관련된 위험, 안전 및 사회적 위험, 자연환경에 관한 위험, 운영상의 위험 등 9개의 위험요인과 35개의 위험변수를 식별하고자 하였다.

4. 문제제기

위험관리에 대한 연구는 위험관리의 목적에 관련된 이론 연구부터, 위험요인의 식별, 분석 및 관리를 위한 사례연구까지 다양하게 수행되어 오고 있다. 그러나 R&D 성과를 높이기 위해 신제품개발프로세스와 연계된 연구는 매우 부족한 형편이다(Matt, 2010). 위험관리는 잠재하는 프로젝트의 위험요인을 사전에 식별하고 분석한 후 대응해 나가는 하나의 프로세스로서 위험요인을 프로젝트 특성에 맞게 명확히 파악하여 대응해 나가는 것이 중요하다고 본다. 이에 대해 본 연구에서는 다음과 같은 연구문제를 설정한다.

1. R&D 수행 시 제품개발프로세스별로 잠재되어 있는 위험요인은 무엇인가?
2. 위험요인에 따라 R&D 성과 집단(저성과, 고성과)이 달라지는가?
그렇다면 위험요인의 영향은 어떠한가?

Ⅲ. 연구방법론

1. 자료수집

본 연구에서의 조사대상은 대기업이면서 IT 분야를 선도하는 삼성 및 LG전자의 연구소를 비롯하여 이들 기업의 계열사 9개 연구소를 대상으로 하였으며, 샘플링 표본의 대표성과 적합성을 유지하기 위해 전기·전자분야를 중심으로 최근 5년 이내 제품개발에 참여한 기업의 엔지니어와 프로젝트관리자를 대상으로 하였다. R&D 성과와 기획부터 생산이관단계까지 식별된 위험변수의 분석에 대한 자료 수집은 2011년 11월부터 2012년 4월까지 6개월 동안 이메일, 우편 및 면담을 통하여 이루어졌다. 또한, NPD_p 단계별 수행업무의 이해 및 위험관리를 적용할 수 있는 책임연구원(부장) 이상을 대상으로 하였다. 총 300개의 설문서 중 180개가 회수되어 60%의 회수율을 보였다. 응답에 참여한 연구소의 분포를 살펴보면, LG전자계열이 98개(54%), 삼성전자계열이 82개(46%)로 나타났다.

2. 변수

본 연구에 사용된 척도는 기획, 개념개발, 시스템설계, 상세설계, 시험 및 개선, 생산이관의 NPD_p에서 식별되는 위험요인이며, R&D성과에 대한 인식은 품질, 비용, 개발기간의 만족도를 사용하였다. 이들 척도에 대해 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

2.1 위험요인

성공하는 기술혁신 기업들은 제품개발프로세스를 구축하여 일관성 있게 운영하고 있으며, 각 하위 프로세스와 원활한 상호작용을 하도록 체계화하고 있다. 프로젝트의 규모가 크고 이를 수행하기 위한 관련 조직이 큰 경우 프로젝트와 직·간접적으로 연관된 기능이 제대로 발휘되기 위해서는 정형화된 프로세스가 필요하다(한상록, 2006). Cooper(1993) 및 Tessarolo(2007)는 제품개발프로세스가 신제품 개발 및 서비스를 성공적으로 관리하기 위한 것으로 개발리드타임과 개발일정을 준수하게 하여 회사의 경쟁력을 유지 또는 증가시킨다고 하였다. 일반적으로 NPD_p는 기획, 개념개발, 시스템설계, 상세설계, 시험 및 개선, 생산이관 단계로 구분하고 있다(Ulrich and Eppinger, 2007). NPD_p 단계별 위험요인의 식별은 2단계 과정을 거쳐 도출하였다. 1단계는 관련문헌 및 Chapman and Ward(2002)가 추천한 직접접근방식(Direct-thinking approach)을 적용하여 프로젝트팀원과 함께 NPD_p 단계별로 R&D를 수행하면서 발생할 수 있는 위험요인을 식별하였다. 2단계는 체크리스트를 작성한 후 R&D경력 20년 이상의 엔지니어 및 프로젝트관리자에게 심층 검토를 거쳤다. 이를 통해 성공적인 프로젝트관리를 수행하기 위해 NPD_p 단계별로 공통적으로 고려되어야 할 위험요인을 정리하여 측정도구로 사용하였다. NPD_p 단계별로 위험요인은 기획 17, 개념개발 37, 시스템설계 5, 상세설계 26, 시험 및 개선 12, 생산 11개로 총 108개가 식별되었다. 위험요인은 발생빈도와 영향도로 측정하였다. 발생빈도는 9점 척도를 사용하여 1점은 매우 적게 발생(10% 이하), 3점은 적게 발생(20~30%), 5점은 보통(40~60%), 7점은 자주 발생(70~80%), 9점은 매우 자주 발생(90% 이상)으로 측정하였다. 위험요인의 영향은 5점 척도로 1점은 매우 낮음, 2점 낮음, 3점 보통, 4점 높음, 5점 매우 높음으로 측정하였다. NPD_p 단계별 수행업무 및 위험요인은 다음과 같다.

2.1.1 기획단계

기획단계는 제품개발에 대한 승인 및 착수시점의 바로 전단계로 사업기회의 발굴을 위해 현재 시점부터 수년 내에 어떠한 모습을 띄고 있을지에 대한 소비자의 메가트렌드를 분석한 후 프로젝트를 기획하는 단계이다. 프로젝트기획은 일반적으로 경영전략을 기반으로 시장 및 기술개발에 대한 평가를 통해 수립하고 있다. 즉, 시장규모 및 성장률, 경쟁사, 특히, 기술개발·제조공정·제품판매·서비스에 대한 자사의 역량분석 등을 통해 사업의 착수여부 및 우선순위를 결정하고 있다. 이를 통해 제품에 대한 목표시장, 사업목적, 시나리오 및 제약조건 등을 명확히 하는 단계이다. 기획단계의 프로세스 및 위험요인은 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 기획단계의 프로세스 및 위험요인

프로세스	위험요인	
사업기회식별 ↓ 프로젝트평가 및 우선순위결정 ↓ 자원할당 및 일정계획수립 ↓ 예비프로젝트 기획종료	PIR1	부적절한 시장세분화 분류
	PIR2	시장에서 최고급만을 추구한 과장된 시장조사 또는 벤치마킹
	PIR3	포트폴리오상의 너무 많은 프로젝트
	PIR4	경영자의 일방적인 프로젝트선정
	PIR5	시장규모, 시장성장율, 경쟁강도에 대한 부적절한 예측
	PIR6	기술 및 시장에 대한 불충분한 정보
	PIR7	일부 시장에만 국한된 사업성 평가
	PIR8	생산, 서비스, 환경에 대한 대응전략 간과
	PIR9	자사의 제품 및 사업수행역량과의 부적합성(기술, 인력, 인프라)
	PIR10	경쟁사의 특허침해 또는 기업비밀위배
	PIR11	자원할당의 부정확성(일부 프로젝트 과대할당 또는 과소할당)
	PIR12	부적절한 프로젝트의 착수 시기
	PIR13	불명확한 프로젝트의 목적 및 목표
	PIR14	프로젝트 목표설정의 빈번한 변경
	PIR15	이해관계자와의 불충분한 교류 및 이해부족
	PIR16	차별화된 경쟁우위요소의 부재 (기술/인력)
	PIR17	사업제함에 따른 혁신적인 사업아이디어의 간과(무시)

2.1.2 개념개발단계

개념개발은 고객의 요구사항을 조사하여 개발제품에 대한 설계의 사양을 설정하고, 이에 대한 구조나 기능 등을 검토한 후 운용개념을 설계도면에 구현하는 단계이다. 즉, 표적시장의 Needs를 이해한 후 그에 대한 제품개념을 생성하고 평가하여 시험을 위해

몇 가지 개념을 선택하는 단계이다. 개념이란 상품의 형태, 기능, 특징에 대한 설명으로 제품의 규격, 경쟁사 제품 분석, 프로젝트의 경제적 타당성 등을 포함하고 있다. 개념개발단계는 크게 고객요구사항 식별, 제품명세서작성, 개념생성 및 선택, 개념시험단계로 구분한다. ①고객요구사항식별은 고객의 Needs를 파악하고 고객의 요구사항에 대한 우선순위를 설정하는 단계로 ‘사명선언문(Mission Statement)’을 기반으로 고객의 요구사항을 수집하고 분석한다. 고객요구사항의 식별은 요구사항수집, 요구사항분석, 요구사항분류, 요구사항에 대한 우선순위결정의 프로세스로 구성된다. ②제품명세서작성은 고객의 Needs를 기반으로 개발하고자 하는 제품의 목표 값을 설정한 후 이를 달성하기 위한 규격을 설정하는 단계이다. 기업은 고객의 요구사항 및 벤치마킹 결과를 기반으로 이상적이고 수용 가능한 목표규격을 수립한 후 타당성 시험, 기술적인 모델링, 기술·가격·성능간의 균형을 통해 설계규격을 확정한다. 제품명세서작성은 목표규격수립 및 최종규격설정의 프로세스로 구성된다. ③개념생성 및 선택은 설계개념을 전개한 후 내·외부의 검토를 통해 특허 및 문제점에 대한 해결방안을 찾는 단계이다. 선도 소비자 및 전문가의 의견을 듣고, 특허조사, 문헌조사, 벤치마킹 등의 외부검색을 실시하며 내부적으로도 문제점을 조사하여 문제점에 대한 해결방안을 찾는다. 개념생성은 개념전개 및 주요 문제점 명확화, 외부검색, 내부검색, 해결방안종합의 프로세스로 구성된다. 또한, 생성된 개념을 근거로 개념을 심사하고 평가하여 최종적으로 1~2개의 개념을 선택하는 단계이다. 즉, 선정항목을 기준으로 개념을 등급화하고 평가한 후 최종적으로 개념을 선정한다. 개념의 조합 및 선정 시 나쁜 특성은 제거하고 좋은 특징으로 개념을 조합하여 개념을 선택한다. ④개념시험은 설계개념의 진행 또는 중단여부 결정, 대체 설계안의 선정, 개념선택의 기준 확정, 개선 아이디어의 요청, 수요예측 및 제품출시의 준비상태 등을 점검하기 위한 목적으로 수행한다. 개념시험은 시험목적의 정의, 표본조사 인원선정, 조사양식 선정, 제품개념 전달, 고객응답 측정 및 결과해석의 프로세스로 구성된다. 개념개발단계의 프로세스 및 위험요인은 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 개념개발단계의 프로세스 및 위험요인

프로세스	위험요인	
① [고객요구사항식별] 요구사항수집 ↓ 요구사항분석 ↓ 요구사항분류 ↓ 요구사항 우선순위설정	P2R1	부적절한 고객선정 및 부정확한 정보
	P2R2	고객의 잠재요구사항 및 비언어적인 의사표시 간과(무시)
	P2R3	제품기술에 대한 고객의 잘못된 추측
	P2R4	불명확한 고객의 요구사항
	P2R5	빈번한 고객요구사항의 변경
	P2R6	고객요구사항에 대한 다른 해석 또는 견해
	P2R7	고객요구사항의 우선순위에 대한 팀 내 상호교류 및 이해부족
	P2R8	과다한 고객의 요구사항 (모든 요구사항 수용불가)
② [제품명세서작성] 목표규격수립 ↓ 최종규격설정	P2R9	불명확한 목표규격의 수립
	P2R10	부정확한 경쟁사의 제품정보
	P2R11	자사제품과 경쟁사 제품의 잘못된 비교 및 가정
	P2R12	과도하거나 낮은 목표규격의 수립
	P2R13	목표규격에 대한 상호교류 및 이해부족
	P2R14	기술성과와 가격간의 불균형 (과도한 성능은 가격상승의 요인이 될 수 있고, 저렴한 비용은 성능의 저하를 가져올 수 있음)
	P2R15	재료비 및 제조비용에 대한 부적절한 예측 (모든 부품 및 제조공정을 알 수 없음)
	P2R16	시스템과 서브시스템간의 설계규격 차이(GAP)
	P2R17	공정능력 및 생산 Infra를 고려하지 않은 최종설계 규격의 설정
③ [개념생성/선택] 개념진개 및 주요 문제점 명확화 ↓ 외부검토 ↓ 내부검토 ↓ 해결방안종합 ↓ 개념 심사 ↓ 개념 접수화	P2R18	불명확한 개념진개
	P2R19	부적절한 문제점의 선정
	P2R20	부적절한 외부검토자 선정 및 부정확한 정보 (일부 영역에만 국한된 외부 검토자의 선정)
	P2R21	일시적인(단편적인) 문제해결 방안
	P2R22	특허권을 침해하는 설계개념
	P2R23	팀 내부 상호의견 교류 및 이해부족 (문제해결에 대한 일방적인 의사소통)
	P2R24	경영자의 편향된 문제제시
	P2R25	문제를 총체적으로 바라볼 수 있는 전문가의 부족 (System Engineer의 부족)
	P2R26	개념 선택 시 편향된 의사결정
	P2R27	제조비용 또는 제조기술의 간과
	P2R28	주관적인 심사 또는 점수 부여

④ [개념시험] 시험목적 정의 ↓ 표본조사 인원선정 ↓ 조사양식 선정 ↓ 제품개념 전달 ↓ 고객응답 측정 ↓ 결과해석	P2R29	불명확한 개념시험의 정의
	P2R30	과다한 시험비용 및 기간
	P2R31	특정개념에 대한 편향된 의사소통
	P2R32	제품개념과 현물과의 차이(GAP)
	P2R33	부정확한 고객의 기대비용 예측
	P2R34	부적절한 표본조사 인원선정
	P2R35	예상치 못한 비용발생 및 시간지연
	P2R36	부적절한 조사방법의 선정 및 어느 한쪽으로 편향된 표본조사방법 (전화/우편/인터넷/대면 등)
P2R37	표본조사에 대한 예측 에러의 간과(무시)	

2.1.3 시스템설계단계

시스템설계는 개념개발단계의 결과를 기준으로 제품의 구조를 설정하는 단계이다. 우선적으로 제품의 구조에 대해 정의한 후 제품을 서브시스템과 구성요소로 구분한다. 다음으로 시스템을 구성하는 각 서브시스템 및 구성요소의 기능을 정의하고 배치도를 작성한다. 또한, 생산을 위한 개략적인 조립도를 작성한다. 시스템의 구조를 설계하기 위한 프로세스는 개략도 작성, 시스템을 구성하는 구성요소의 분류, 각 구성요소에 대한 배치도 작성 및 구성요소간의 상호영향을 식별하는 순으로 진행된다. 시스템설계단계의 프로세스 및 위험요인은 <표 3-3>와 같다.

<표 3-3> 시스템설계단계의 프로세스 및 위험요인

프로세스	위험요인	
[구조 설정]	P3R1	미적 감각 및 인간 친화적인 인터페이스 간과(무시)
개략도 작성 ↓	P3R2	구성요소 분류 및 식별 시 상호의견 교류 및 이해부족 (일방적인 의사소통)
구성요소 분류 ↓	P3R3	부적절한 구성요소의 분류 및 배치
배치도 작성 ↓	P3R4	불명확한 인터페이스 및 상호작용에 대한 정의
상호영향(작용) 식별	P3R5	구성요소간의 상호작용에 대한 잘못된 정보 또는 예측의 한계

2.1.4 상세설계단계

상세설계는 시스템레벨에서 부품레벨까지 모든 부분을 상세하게 설계하는 단계로 제품을 생산하기 위한 제조비용을 추정하고, 시스템, 서브시스템 및 부품 등에 대한 견고화 설계를 수행한다. 제품의 모든 부분에 대한 기하학적 도면, 자재목록, 설계의 허용한도를 반영한 규격과 구매되어야 할 표준 부품에 대해 설계를 확정한다. 즉, 설계공차를 반영한 설계도면을 최종적으로 확정된 후 제품조립 및 시험을 위한 원재료, 부품을 선정한다. 또한, 생산을 위한 공정계획을 수립하고 생산시스템 내에서 조립할 각 부분에 대해서도 설계를 완성한다. ①제조비용은 자재명세서(BOM: Bill of Material)를 기준으로 표준부품, 주문제품에 대한 가격을 예측하고 조립 및 생산에 필요한 직·간접 경비를 기준으로 추정한다. 또한, 제조원가 경쟁력을 확보하기 위한 재료비, 조립비 및 생산지원비에 대한 절감방안을 검토하여 설계에 반영한다. 제조비용의 프로세스는 제조비용 추정, 재료비 절감(안) 점검, 조립비용 절감(안) 점검, 생산지원비 절감(안) 점검 및 기타 제조 관련 고려사항을 점검하는 순으로 진행한다. ②견고화 설계는 설계요소에 대한 변수선정 및 목표기능을 명확히 정의한 후 시험분석을 통해 설계변수를 확정하고 설계를 보완하는 단계이다. 설계공차를 고려해 최종적으로 설계변수를 확정하는 견고화 설계의 프로세스는 설계요소 나열 및 중요변수 선정, 목표기능 명확화, 중요변수를 설정하기 위한 시험계획수립, 시험수행, 시험결과분석, 시험결과에 따른 최종 설계변수의 확정 및 보완 순으로 진행한다. 상세설계단계의 프로세스 및 위험요인은 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 상세설계단계의 프로세스 및 위험요인

프로세스	위험요인	
① [제조비용 추정] 제조비용 추정 ↓ 재료비 절감(안) 점검 ↓ 조립비 절감(안) 점검 ↓ 생산지원비 절감(안) 점검 ↓ 기타 제조관련 고려사항 추정	P4R1	불명확한 자재명세서(BOM) (빈번한 자재명세서의 변경)
	P4R2	예상치 못한 제작사의 부품 생산중단 (단종부품발생)
	P4R3	(재)활용성이 낮은 부품의 선정 (범용부품이 아닌 경우 입고지연 및 가격상승의 요인인 됨)
	P4R4	불명확한 제조공정 (빈번한 제종공정의 변경)
	P4R5	부정확한 제조비용의 추정 (제조수량/작업자/공정에 따라 재료비, 인건비, 경비 등의 차이가 발생함)
	P4R6	부적절한 간접비 배분(일부 프로젝트 과대할당 또는 과소할당)
	P4R7	서비스 및 품질보증비용 간과(무시)
	P4R8	신규업체에 대한 신뢰성 및 품질보증 확인
	P4R9	불명확한 업체선정 기준 (Order Made 제품)
	P4R10	생산비 절감에 대한 검증시스템 부재(Simulation Software 등)
	P4R11	예상치 못한 생산성의 저하
	P4R12	제한된 생산 환경(인프라 미흡)
	P4R13	예상치 못한 제조기간의 지연
	P4R14	예상치 못한 제조비용의 증가
	P4R15	예상치 못한 제조품질의 저하 (신규 공급자 포함)
	P4R16	독점품목의 경우 가격인하의 한계에 봉착
	P4R17	예상치 못한 생산투자비의 증가
	P4R18	예상치 못한 제조공정의 증가
② [견고화 설계] 설계요소 나열 및 중요변수 선정 ↓ 목표기능 명확화 ↓ 시험계획 수립 ↓ 시험수행 ↓ 시험결과분석 ↓ 설계변수 확정	P4R19	불명확한 설계요소 선정(Controllable or Uncontrollable factors)
	P4R20	주관적인 중요변수의 선정 (의사소통 부재)
	P4R21	불명확한 목표기능의 설정
	P4R22	공정능력과 연계되지 않은 목표기능의 설정
	P4R23	부적절한 시험계획 수립 (일부 프로젝트 과대 연장 또는 축소)
	P4R24	예상치 못한 시험기간의 지연
	P4R25	편향된 시험결과 분석 및 설계변수 확정 (의사소통 부재)
	P4R26	일관성이 없는 설계마진의 설정 (일부 설계여백 최저치 또는 최대치 설정)

2.1.5 시험 및 개선단계

시험 및 개선단계는 상세설계 도면을 기준으로 샘플(Alpha and Beta Prototypes)을 제작한 후 설계규격의 목표치를 만족하는지에 대한 시험과 평가를 수행한다. 즉, 제품의 구조화와 다양한 시제품 생산방안에 대한 평가를 수행한다. 알파(Alpha) 시제품의 시험은 제품이 설계했던 대로 나타나고 있는지, 고객의 핵심 Needs를 충족시키는지 시험한다. 베타(Beta) 시제품의 시험은 최종 제품을 위해 기술상의 변화가 필요한지를 알아보기 위해 제품의 성능과 신뢰성에 대한 시험을 실시하여 문제를 해결한다. 또한, 시험 및 개선단계는 시험결과를 제품설계에 반영하여 추가적인 개선을 실시한다. 시험 및 개선단계는 샘플의 목적을 정의한 후 알파(Alpha), 베타(Beta) 시제품에 대한 제작수준 설정, 시험계획(안) 작성, 제작을 위한 부품구매 및 제조일정 수립, 조립 및 시험, 시험결과의 개선 프로세스로 진행한다. 시험 및 개선단계의 프로세스 및 위험요인은 <표 3-5>와 같다.

<표 3-5> 시험 및 개선단계의 프로세스 및 위험요인

프로세스	위험요인	
[샘플제작]	P5R1	불명확한 샘플제작 목적의 정의
	P5R2	주관적인 샘플제작수준의 설정(팀 내 의사소통 부재)
샘플목적정의 ↓	P5R3	예상치 못한 제작사의 장 납기 부품(Long Delivery Item)
	P5R4	불충분한 생산설비 및 자원
샘플제작수준설정 ↓	P5R5	예상치 못한 시험기간의 지연
	P5R6	예상치 못한 시험비용의 발생
시험계획서작성 ↓	P5R7	부적절한 시험방법 및 시험절차의 선택
	P5R8	부적절한 시험계획서작성(일부 프로젝트 과대연장 또는 축소)
구매, 제조 및 시험일정 수립 ↓	P5R9	편향적인 구매, 제조 및 시험일정 수립(의사소통 부재)
	P5R10	예상치 못한 고객요구사항의 변경
조립 및 시험	P5R11	예상치 못한 부품의 입고 지연
	P5R12	생산성(양산성)을 고려치 않은 샘플제작수준의 설정

2.1.6 생산이관단계

생산단계는 계획한 생산시스템을 이용하여 제품을 제조하기 위해 생산관련사항을 준비하는 단계이다. 즉, 제작에 필요한 작업자 교육실시 및 생산 인프라를 점검하는 등 문제점을 검토하고 해결한다. 또한, 필요시 초도생산제품에 대한 고객의 만족도를 실시하여 남아있는 문제점을 대량생산 착수 전에 반영한다. 생산단계에서 제품의 출시와 유통이 본격적으로 확대된다. 생산이관단계의 프로세스 및 위험요인은 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 생산이관단계의 프로세스 및 위험요인

프로세스	위험요인	
작업자 교육 및 생산 ↓ 초도생산품에 대한 고객 만족도 조사 ↓ 평가 및 개선	P6R1	획일적인 교육수준의 정의(작업자마다 능력이 차이 존재)
	P6R2	부적절한 교육교재 및 강사의 선정
	P6R3	교육시간 투자대비 교육효과의 미비(미흡)
	P6R4	부적절한 생산자원의 할당
	P6R5	예상치 못한 생산 Infra의 부족
	P6R6	예상치 못한 불량률의 발생
	P6R7	부적절한 고객의 선정(경쟁사에 우호적인 고객 등)
	P6R8	불명확한 고객의 소리
	P6R9	조사결과 및 평가에 대한 상호의견교류 및 이해부족
	P6R10	예상치 못한 개선기간 및 비용의 과다 발생
	P6R11	부적절한 양산품질보증계획

2.2 R&D 성과

R&D 성과 및 이와 관련된 위험관리에 대해서도 다음과 같이 다양하게 연구되어 오고 있다. Kutsch and Hall(2010)은 프로젝트의 목표, 예산 및 기간을 충족하지 못했을 때, 기대한 이익이 실현되지 않았을 때, 이해관계자가 결과나 프로세스에 대해 불만족했을 때 R&D가 실패한 것으로 간주하였다. Bakker et al.(2010)은 프로젝트의 성공을 기간, 예산 및 요구사항을 기준으로 측정하였다. Perminova et al., (2008)은 위험을 프로젝트를 관리하는데 있어서 중대한 요인으로 정의하였고, 이러한 위험은 기간(Time), 예산(Budget), 범위(Scope) 및 품질(Quality)과 같은 R&D성과와 밀접한 관계가 있다고 하였다.

본 연구에서는 R&D 성과에 대한 측정변수를 기존 연구를 참조하여 <표 3-7>과 같이 개발품질, 예산, 기간의 만족도로 설정한 후 저 성과와 고 성과 집단으로 구분하였다. 저 성과 집단은 프로젝트 개발계획서에 설정된 목표 기술수준, 개발비용 및 기간의 만족도가 고 성과 집단에 비해 낮을 것으로 판단하였다. 품질, 비용 및 기간에 대한 만족도는 5점 척도로 1점은 매우 낮음, 2점 낮음, 3점 보통, 4점 높음, 5점 매우 높음으로 측정한다.

<표 3-7> R&D 성과의 변수 및 측정항목

변수	측정항목
개발 품질	프로젝트 개발계획서에 설정된 목표 기술수준을 달성하였다.
	제품의 운용환경(온도/진동/습도 등)조건 충족 및 신뢰성을 확보하였다
	개발결과에 대한 내부 이해관계자(경영자 및 품질관련부서)의 평가가 좋았다
	특허, 논문, 기술자료, Know how 등 원하는 연구개발의 산출물을 획득하였다.
	초도 샘플에 대한 고객의 품질 만족도가 좋았다.(VOC 결과)
예산	경쟁사 또는 동종업계 대비 개발 제품의 품질이 우수하였다.
	프로젝트 개발계획서에 설정된 목표 예산범위 내 수행(목표달성) 또는 예산을 절감하였다.
	개발 제품의 원가구성(재료비, 인건비, 경비)에 대한 내부이해관계자 (경영자 및 원가관련부서)의 평가가 좋았다.
기간	경쟁사 또는 동종업계 대비 개발비용에 대한 경쟁력이 우수하였다.
	프로젝트 개발계획서에 설정된 목표 개발기간 내 종료(목표달성) 또는 조기에 종료하였다
	초도 샘플의 양산이관에 대한 내부 이해관계자(경영자 및 생산관련부서)의 평가가 좋았다.
	경쟁사 또는 동종업계 대비 개발기간에 대한 경쟁력이 우수였다.

3. 측정도구의 신뢰성 및 타당성 분석

본 연구에서 사용된 측정도구는 설문 및 기존 문헌을 근거로 설정되었기 때문에 측정의 신뢰성 및 타당성을 검토해야 한다. 먼저, 측정항목들이 각 변수의 개념을 올바르게 측정해 주는 지를 알아보기 위해 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 측정지표의 실제 측정결과가 본래 의도한 이론적 개념과 부합되는지를 평가하는 일반적인 방법으로 다수 변수들 간의 상관관계를 분석하여 소수의 요인들로 축약하는 것이다. 요인의 추출은 주 성분 분석을 통해 추출하였으며, 요인의 수는 일반적으로 적용되고 있는 아이겐값을 기준으로 하여 그 값이 1 이상인 요인을 선택하였다. 요인의 회전은 배리맥스를 활용하였으며, 신뢰성 검증은 요인 구성항목들에 대하여 Cronbach's alpha 계수를 사용하였다. NPD_p 단계별 위험요인은 총 29개의 성분으로 추출되었으며, 신뢰성 및 타당성 분석 결과는 <표 3-8>과 같다.

<표 3-8> 신뢰성 및 타당성 분석 결과

단계	요인설명	변수번호	적재량	아이겐값	Cronbach's alpha	
기획[P1]	사업환경 분석오류	P1R5	.844	4.849	.913	
		P1R8	.805			
		P1R6	.759			
		P1R10	.706			
		P1R4	.698			
		P1R2	.675			
		P1R15	.598			
	불명확한 목표설정	P1R9	.573	3.690	.862	
		P1R16	.803			
		P1R14	.771			
		P1R13	.713			
	부적절한 표적시장선정	P1R11	.687	3.173	.853	
		P1R17	.552			
		P1R1	.864			
		P1R3	.746			
[P2]	빈번한 고객 요구사항의 변경	P1R7	.631	2.402	.812	
		P1R12	.629			
		P2R8	.871			
	부적절한 고객선정	P2R5	.791	2.191	.832	
		P2R6	.704			
		P2R1	.864			
	불명확한 고객요구사항	P2R2	.831	1.592	.583	
		P2R3	.680			
	부정확한 제품정보	P2R4	.863	2.751	.916	
		P2R7	.708			
		P2R11	.898			
		불명확한 목표규격	P2R10	.893	2.415	.703
			P2R15	.860		
			P2R9	.791		
		목표규격 이해부족	P2R14	.751	1.781	.803
P2R16			.727			
부적절한 문제점 선정		P2R17	.686	3.134	.864	
	P2R12	.904				
	P2R13	.868				
	P2R19	.843				
불충분한 의사소통	P2R21	.825	2.672	.789		
	P2R20	.720				
	P2R18	.632				
특허권 침해	P2R27	.589	1.988	.697		
	P2R24	.851				
	P2R26	.760				
	P2R25	.722				
	P2R23	.575				
	P2R22	.895				
	P2R28	.628				

<표 3-8> 신뢰성 및 타당성 분석 결과(계속)

단계	요인설명	변수번호	적재량	아이겐값	Cronbach's alpha
()	부정확한 표본조사	P2R36	.879	4.185	.886
		P2R35	.819		
		P2R34	.792		
		P2R32	.778		
		P2R37	.773		
		P2R33	.653		
	불명확한 개념시험	P2R31	.847	2.254	.777
		P2R29	.760		
		P2R30	.633		
시스템설계 [P3]	부적절한 구성요소 분류	P3R2	.859	2.294	.841
		P3R3	.854		
		P3R5	.831		
	불명확한 인터페이스	P3R1	.945	1.702	.786
		P3R4	.810		
	[P4]	불명확한 생산성	P4R11	.852	3.627
P4P12			.833		
P4R13			.731		
P4R14			.630		
P4R6			.609		
부정확한 제조품질		P4R15	.867	3.333	.858
		P4R18	.818		
		P4R17	.774		
		P4R4	.542		
불명확한 자재명세서(BOM)		P4R1	.767	3.171	.782
		P4R5	.665		
		P4R7	.660		
		P4R3	.652		
독점품목의 비용추정 한계		P4R16	.689	2.616	.765
		P4R9	.676		
		P4R10	.585		
		P4R2	.574		
		P4R8	.507		
주관적인 변수설정		P4R20	.877	2.317	.780
		P4R19	.801		
	P4R21	.704			
	P4R25	.605			
시험기간의 지연	P4R24	.894	2.091	.813	
	P4R23	.845			
양산성이 부족한 설계	P4R22	.897	1.810	.800	
	P4R26	.844			

<표 3-8> 신뢰성 및 타당성 분석 결과(계속)

단계	요인설명	변수번호	적재량	아이겐값	Cronbach's alpha
시험 및 개선[P5]	부적절한 시험계획	P5R8	.872	3.194	.877
		P5R9	.868		
		P5R7	.791		
		P5R12	.663		
	부품입고의 지연	P5R11	.777	2.200	.662
		P5R3	.724		
		P5R10	.634		
	시험기간의 지연	P5R5	.869	1.917	.764
		P5R6	.801		
		P5R4	.574		
	주관적인 샘플 수준의 설정	P5R2	.903	1.590	.647
		P5R1	.695		
	생산이관[P6]	불안정한 생산품질	P6R8	.817	3.767
P6R11			.812		
P6R6			.746		
P6R10			.718		
P6R1			.642		
P6R5			.583		
부적절한 생산자원 및 교육		P6R4	.854	2.998	.800
		P6R2	.778		
		P6R3	.729		
		P6R9	.605		
		P6R7	.584		

4. 분석방법

위험요인에 대한 분석을 위해 3.3항의 요인분석결과를 활용하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 로지스틱 회귀분석은 어떤 사건이 발생하는지 안하는지를 직접 예측하는 것이 아니라, 그 사건이 발생할 확률을 예측하여 집단에 영향을 미치는 중요한 요인을 찾아내는 것이다(Bayaga, 2010; Kulla and Marušák, 2011). 판별분석은 독립변수들이 다변량 정규분포를 이루고 종속변수에 의해 범주화되는 집단들의 분산-공분산행렬이 동일해야 한다는 가정이 필요하나, 로지스틱 회귀분석은 이러한 가정이 요구되지 않아 보다 많은 경우에 적용하여 사용되고 있다(Crawford, 2005; Peter, 2006). R&D 성과에 영향을

미치는 위험요인을 예측하기 위한 집단의 구분은 R&D 성과를 기준으로 하였다. 5점 척도로 R&D 성과를 측정한 결과 <표 3-9>와 같이 전체 평균이 3.63점으로 나타나 3.63점 이하의 78개 집단을 성과가 낮은 집단으로, 3.63점 이상의 102개 집단을 성과가 높은 집단으로 구분하였다.

<표 3-9> R&D성과의 기술통계량

기술통계량					
	N	최소값	최대값	평균	표준편차
전체평균	180	2.25	4.75	3.63	0.59

IV. 연구결과

NPD_p 단계별로 식별된 29개의 위험요인에 대한 분석결과, 95% 신뢰수준에서 6개의 위험요인은 유의하지 않은 것으로 나타났으며, 23개의 위험요인은 유의한 것으로 나타났다. R&D 성과에 미치는 위험요인의 영향은 변수 B로 분석하였다. 일반적으로 변수 B의 부호가 +이면 집단 2(고 성과)에 분류될 가능성이 커지고, -이면 집단 1(저 성과)에 분류될 가능성이 커진다(이학식·임지훈, 2008). 적중률(H/R: Hit Ratio)은 저 성과 및 고 성과 집단에 대한 전반적인 적합도를 점검하는 것으로 조사대상이 얼마나 잘 분류되었는가를 나타낸다. NPD_p 단계별로 R&D 성과에 영향을 미치는 위험요인의 예측결과 및 시사점은 다음과 같다.

1. 기획단계

기획단계의 사업환경 분석오류, 불명확한 목표설정 및 부적절한 표적시장에 대한 위험요인의 분석결과는 <표 5-1>과 같다. 불명확한 목표설정은 유의성이 없으며, 사업환경 분석오류 및 부적절한 표적시장의 선정이 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 위험요인으로 나타났다. R&D 성과에 영향을 미치는 위험요인에 대한 예측은 사업환경 분석오류(-0.618), 부적절한 표적시장선정(-1.105) 순으로 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 72.2%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **사업환경 분석오류**는 시장규모, 시장성장율, 경쟁강도, 자사의 차별화 역량 등 사업환경을 잘못 예측하는 위험요인이다. 사업환경에 대한 예측이 부정확할 경우 프로젝트 평가를 잘못할 수 있어 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **부적절한 표적시장선정**은 시장세분화 후 표적시장을 잘 못 선정하는 위험요인으로 표적시장이 자사의 기술 및 사업기반과 잘 맞지 않는 경우 R&D 성과가 낮은 것으로 예측된다. 따라서 기획단계에서는 R&D 성과를 높이기 위해 사업환경에 대한 철저한 분석과 기업에 맞는 목표시장을 잘 선정하는 위험관리 활동이 필요하다.

<표 5-1> 기획단계의 위험요인분석 결과

위험요인	B	Exp(B)	H/R	비고
사업환경 분석오류	-0.618*	0.539	72.2%	$\chi^2 = 44.499$ -2LL=201.824
불명확한 목표설정	-0.188	0.829		
부적절한 표적시장선정	-1.105*	0.331		

* p<0.01

2. 개념개발단계

개념개발단계에서 R&D 성과에 영향을 미치는 위험요인에 대한 분석결과는 <표 5-2>와 같다. 고객요구사항식별, 제품명세서작성, 개념생성 및 선택, 개념시험단계별로 영향을 미치는 위험요인의 예측결과 및 시사점은 다음과 같다.

<표 5-2> 개념개발단계의 위험요인분석 결과

위험요인		B	Exp(B)	H/R	비고
고객요구 사항식별	빈번한 고객요구사항의 변경	-0.809**	0.445	72.8%	$\chi^2 = 49.182$ -2LL=197.141
	부적절한 고객선정	-1.204**	0.300		
	불명확한 고객요구사항	-0.531*	0.588		
제품명세서 작성	부정확한 제품정보	-0.915**	0.401	77.8%	$\chi^2 = 59.683$ -2LL=186.640
	불명확한 목표규격	-1.105**	0.331		
	목표규격 이해부족	-0.037	0.963		
개념생성/ 선택	부적절한 문제점 선정	-1.041**	0.353	70.0%	$\chi^2 = 52.528$ -2LL=193.796
	불충분한 의사소통	-0.368	0.692		
	특허권 침해	-1.273**	0.280		
개념시험	부정확한 표본조사	-1.031**	0.357	72.2%	$\chi^2 = 42.178$ -2LL=204.145
	불명확한 개념시험	-0.833**	0.435		

* p<0.05, ** p<0.01

① 고객요구사항식별

빈번한 고객요구사항의 변경, 부적절한 고객선정, 불명확한 고객요구사항에 대한 3개의 위험요인은 모두 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위험요인의 영향은 불명확한 고객요구사항(-0.531), 빈번한 고객요구사항 변경(-0.809) 및 부적절한 고객선정(-1.204)순으로 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 72.8%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **불명확한 고객요구사항**에 대한 위험요인은 고객의 Needs를 명확히 파악하지 못하는 위험요인이다. 고객의 요구사항이 불명확할 경우 개념설계에 어려움을 줄 수 있어 R&D 성과에 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **빈번한 고객요구사항의 변경**은 고객의 요구사항이 수시로 바뀌는 통제 불가능한 위험요인이다. 고객의 요구사항이 수시로 바뀔 경우 고객의 요구사항에 대한 우선순위를 설정하기가 어려워 R&D 성과에 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **부적절한 고객선정**은 인터뷰 대상자를 잘못 선정하는 위험요인이다. 부적절한 인터뷰 대상자를 선정할 경우 고객의 Needs를 잘못 파악할 수 있어 R&D 성과에 영향을 미치는 것으로 예측할 수 있다. 그러므로 고객요구사항의 식별단계에서는 고객의 요구사항을 명확히 한 후 변경사항에 대한 관리와 적절한 인터뷰 대상자를 선정하는 위험관리활동이 중요하다.

② 제품명세서작성

목표규격에 대한 이해부족은 유의성이 없으며, 부정확한 제품정보 및 불명확한 목표규격은 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 위험요인으로 나타났다. 위험요인의 영향에 대한 예측은 부정확한 제품정보(-0.915) 및 불명확한 목표규격(-1.105) 순으로 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 77.8%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **부정확한 제품정보**는 경쟁사에 대한 제품정보를 잘못 파악하는 위험요인이다. 경쟁사에 대한 정보가 부정확할 경우 자사제품의 목표 값을 잘못 선정할 수 있어 위험의 영향이 큰 것으로 예측된다. **불명확한 목표규격**은 목표규격을 명확하게 설정하지 못하는 위험요인으로 설계목표 값이 모호한 경우 R&D 성과가 낮은 것으로 예측할 수 있다. 따라서 제품명세서작성시는 R&D 성과를 높이기 위해 경쟁사 제품에 대한 정확한 정보파악과 목표규격을 명확히 관리하는 것이 중요하다.

③ 개념생성 및 선택

불충분한 의사소통에 대한 위험요인은 유의성이 없으며, 부적절한 문제점 선정 및 특허권 침해에 대한 위험요인은 모두 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났

다. 위험요인의 영향은 부적절한 문제점 선정(-1.041), 특허권 침해(-1.273) 순으로 저 성과 집단에서 높게 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 70.0%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **부적절한 문제점의 선정**에 대한 위험요인은 설계개념에 대한 핵심 이슈를 잘 못 선정하는 위험요인이다. 이 경우 근본적인 문제해결방안을 찾을 수 없어 위험요인의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **특허권 침해**는 지적재산권을 위반하는 위험요인으로 개념설계 시 지적재산권에 대한 조사가 미흡할 경우 위험요인의 영향이 큰 것으로 예측된다. 그러므로 개념생성 및 선택 시 핵심 이슈에 대한 발췌와 특허에 대한 조사를 철저히 하는 위험관리활동이 중요하다.

④ 개념시험

부정확한 표본조사 및 불명확한 개념시험에 대한 위험요인은 모두 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. R&D 성과에 대한 위험요인의 영향에 대한 예측은 불명확한 개념시험(-0.833), 부정확한 표본조사(-1.031) 순으로 저 성과 집단에 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 72.2%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **불명확한 개념시험**은 개념시험에 대한 정의가 불명확한 위험요인이다. 시험에 대한 정의가 모호할 경우 의사소통이 제대로 이루어 지지 않아 R&D 성과에 미치는 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **부정확한 표본조사**는 개념시험 시 외부인원 및 조사방법을 잘 못 선정하는 위험요인이다. 개념시험은 제품개념을 고객에 전달하여 고객의 반응을 측정하는 단계로 설계개념에 대한 고객의 의견수렴이 부정확할 경우 고객의 의견이 잘 못 반영될 수 있다. 또한, 설계안을 확정할 수 없어 위험요인의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. 따라서 개념시험단계에서는 시험에 대한 정의를 명확히 한 후 고객의 의견수렴을 잘 할 수 있도록 위험관리활동을 하여야 한다.

3. 시스템설계단계

시스템설계단계에서 R&D 성과에 영향을 미치는 부적절한 구성요소 분류 및 불명확한 인터페이스에 대한 위험요인의 분석결과는 <표 5-3>과 같다. 2개의 위험요인은 모두 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. R&D 성과에 대한 위험요인의 영향은 부적절한 구성요소 분류(-0.872), 불명확한 인터페이스(-0.968) 순으로 저 성과 집단에서 높게 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 71.1%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **부적절한 구성요소 분류**는 시스템의 구성요소를 잘 못 분류하는

위험요인이다. 이 경우 제조비용의 추정에 영향을 미칠 수 있어 R&D 성과에 영향이 큰 위험요인으로 예측할 수 있다. **불명확한 인터페이스**는 서브 시스템간의 연결방법에 대한 정의를 잘 못하는 위험요인이다. 불명확한 인터페이스는 입출력간의 설계변수를 잘못 선정하게 되어 위험요인의 영향이 큰 것으로 예측된다. 시스템설계단계는 시스템의 구조를 설계하는 단계로 시스템의 구성요소와 서브 시스템간의 인터페이스를 명확히 하는 위험관리활동이 필요하다.

<표 5-3> 시스템설계단계의 위험요인분석 결과

위험요인	B	Exp(B)	H/R	비고
부적절한 구성요소 분류	-0.872*	0.418	71.1%	$\chi^2= 49.813$ -2LL=196.511
불명확한 인터페이스	-0.968*	0.380		

* p<0.01

4. 상세설계단계

상세설계단계에서 R&D 성과에 영향을 미치는 위험요인에 대한 분석결과는 <표 5-4>와 같다. 제조비용 추정 및 견고화설계 단계별로 영향을 미치는 위험요인의 예측결과 및 시사점은 다음과 같다.

<표 5-4> 상세설계단계의 위험요인분석 결과

위험요인		B	Exp(B)	H/R	비고
제조비용 추정	불명확한 생산성	-0.913**	0.401	73.3%	$\chi^2= 57.481$ -2LL=188.843
	부정확한 제조품질	-0.838**	0.433		
	불명확한 자재명세서(BOM)	-0.357	0.700		
	독점품목의 비용추정 한계	-0.755**	0.470		
견고화 설계	주관적인 변수선정	-0.601**	0.548	71.1%	$\chi^2= 39.009$ -2LL=207.314
	시험기간의 지연	-0.422*	0.656		
	양산성이 부족한 설계	-0.855**	0.425		

* p<0.05, ** p<0.01

① 제조비용 추정

불명확한 자재명세서(BOM)에 대한 위험요인은 유의성이 없으며, 불명확한 생산성, 부정확한 제조품질 및 독점품목의 비용추정 한계에 대한 위험요인은 모두 R&D 성과에

유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위험요인의 영향은 독점품목의 비용추정 한계(-0.755), 부정확한 제조품질(-0.838), 불명확한 생산성(-0.913) 순으로 저 성과 집단에서 높게 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 73.3%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **독점품목의 비용추정 한계**에 대한 위험은 부품의 비용예측에 관련된 위험요인이다. 범용부품이 아닌 주문자 생산 품목의 경우 가격에 대한 상대비교가 어려워 제조비용을 예측하기가 어려워 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **부정확한 제조품질**은 제품의 제조품질에 관련된 위험요인으로 제조품질이 불안정할 경우 품질을 안정화시키기 위한 추가적인 비용이 발생할 수 있다. 이로 인해 제조비용을 정확히 추정하기가 어려워 위험요인의 영향이 큰 것으로 예측된다. **불명확한 생산성**은 공정능력, 생산 인프라 등 생산에 관련된 위험요인으로 생산성이 불명확 할 경우 제조비용을 잘 못 예측할 수 있어 위험요인의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. 따라서 상세설계의 제조비용 추정단계에서는 독점품목에 대한 관리와 제조품질 및 생산성을 명확히 하여 제조비용 추정에 대한 정확도를 높이려는 활동이 필요하다.

② 견고화 설계

주관적인 변수설정, 시험기간의 지연, 양산성이 부족한 설계에 대한 위험요인은 모두 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 위험요인의 영향은 시험기간의 지연(-0.422), 주관적인 변수선정(-0.601), 양산성이 부족한 설계(-0.855) 순으로 저 성과 집단에서 높게 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 71.1%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **시험기간의 지연**은 수립해 놓은 시험계획이 지연되는 위험요인이다. 시험기간의 지연은 수립해 놓은 개발기간을 지연시킬 수 있어 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **주관적인 변수설정**은 견고화설계에 대한 설계변수 선정 시 의사소통에 관련된 위험요인이다. 합의가 없는 주관적인 의사결정은 주요한 설계변수의 설정이 한쪽으로 치우치게 될 수 있어 영향력이 큰 위험중의 하나로 식별되었다. **양산성이 부족한 설계**는 생산성을 고려하지 않은 설계규격의 확정에 관한 위험요인이다. 생산성이 부족한 마진을 설정할 경우, 생산단계에서 공정능력이 떨어져 품질관리 및 제조비용이 늘어날 수 있는 기 때문에 위험요인의 영향력이 큰 것으로 예측할 수 있다. 그러므로 견고화 설계단계에서는 시험기간의 지연에 대한 방지 대책과 설계변수에 대한 합리적인 의사결정이 되도록 위험을 관리하는 활동이 필요하다.

5. 시험 및 개선단계

시험 및 개선단계에서 R&D 성과에 영향을 미치는 4개의 위험요인에 대한 분석결과는 <표 5-5>과 같다. 시험기간의 지연 및 주관적인 샘플수준의 설정에 대한 위험요인은 유의성이 없으며, 부적절한 시험계획 및 부품입고의 지연에 대한 위험요인은 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. R&D 성과에 대한 위험요인의 영향은 부품입고의 지연(-0.423), 부적절한 시험계획(-1.040) 순으로 저 성과 집단에서 높게 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 72.8%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **부품입고의 지연**은 부품의 입고가 지연되는 위험요인으로 시제품 조립 시 부품입고가 지연될 경우 수립해 놓은 조립 일정이 지연될 수 있다. 이 경우 추가적인 비용을 발생시킬 수 있어 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. **부적절한 시험계획**은 시험계획을 잘 못 수립하는 위험요인이다. 시험방법과 시험절차를 부적절하게 수립할 경우, 시험기간이 지연되어 위험의 영향이 큰 것으로 예측된다. 그러므로 시험 및 개선단계에서는 부품입고 및 시험계획을 잘 관리할 수 있는 위험관리활동이 필요하다.

<표 5-5> 시험 및 개선단계의 위험요인분석 결과

위험요인	B	Exp(B)	H/R	비고
부적절한 시험계획	-1.040**	0.354	72.8%	$\chi^2 = 40.141$ -2LL=206.182
부품입고의 지연	-0.423*	0.655		
시험기간의 지연	-0.313	0.732		
주관적인 샘플 수준의 설정	-0.020	0.980		

* p<0.05, ** p<0.01

6. 생산이관단계

R&D 성과에 영향을 미치는 불안정한 생산품질, 부적절한 생산자원 및 교육에 대한 위험요인의 대한 분석결과는 <표 5-6>과 같다. 2개의 위험요인은 모두 R&D 성과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. R&D 성과에 대한 위험요인의 영향은 부적절한 생산자원 및 교육(-0.708), 불안정한 생산품질(-1.448) 순으로 저 성과 집단에서 높게 나타났으며 저/고 성과에 대한 분류정확도는 77.2%로 분류되었다.

위험요인의 영향: **부적절한 생산자원 및 교육**에 대한 위험은 생산 인프라 및 작업자

의 교육에 대한 위험요인이다. 생산자원 및 작업자 교육이 불충분할 경우 생산품질이 불안정하게 될 수 있어 위험의 영향이 큰 것으로 예측된다. 불안정한 생산품질은 생산이 안정되지 않은 위험요인이다. 이 경우 예상치 못한 불량 발생으로 인해 위험의 영향이 큰 것으로 예측할 수 있다. 따라서 이 단계에서는 생산에 관련된 교육과 생산품질을 안정화 시킬 수 있도록 위험관리활동을 수행해 나가는 것이 중요하다.

<표 5-6> 생산이관단계의 위험요인분석 결과

위험요인	B	Exp(B)	H/R	비고
불안정한 생산품질	-1.448*	0.235	77.2%	$\chi^2=65.040$ -2LL=181.283
부적절한 생산자원 및 교육	-0.708*	0.493		

* $p < 0.01$

V. 결론

위험관리는 위험요인을 식별하고 분석한 후 위험을 관리해 나가는 프로젝트관리활동 중의 하나이다(PMI, 2008). 위험관리활동을 효과적으로 수행하지 못하면 프로젝트의 예산이 초과할 수 있고, 일정이 늦어지며 중요한 목표성능을 달성하지 못할 수 있다(Khalili and Maleki, 2011). 또한, NPD_p는 신제품개발 단계별로 수행업무를 정의한 프로세스로 기업의 경쟁력을 강화시켜 나가는 도구로 잘 알려져 있다(Cooper, 1987;1993). 따라서 위험관리도 NPD_p와 연계시켜 위험요인을 식별하고 관리해 나가는 활동이 중요하다(Wagner et al., 2008; Matt, 2010). 본 연구는 대한민국의 IT 산업을 대표하는 대기업을 중심으로 최근 5년 이내 R&D 프로젝트에 참여한 엔지니어 및 프로젝트관리자를 대상으로 위험요인을 식별하였다. 위험요인에 대한 과거의 연구는 위험요인을 사업기획단계 또는 프로젝트수명주기에서 위험을 분석하였지만, 본 연구에서는 제품개발프로세스를 중심으로 기획단계에서 생산이관단계까지 공통적으로 고려하여야 할 위험요인을 식별하고 분석하였다. 위험의 분석은 R&D 성과에 부정적 영향을 미칠 수 있는 불확실한 사건 또는 상태로 정의한 후 NPD_p 단계별 특성을 고려하여 위험변수를 분석하였다. 분석결과 위험요인의 영향은 고 성과 집단 보다 저 성과 집단에서 높게 나타남을 알 수 있었다. 고 성과 집단은 프로젝트를 관리하는데 있어서 위험을 중요한 일로 간주하고

R&D 성과를 높이기 위해 위험요인을 잘 관리하고 있음을 알 수 있었다. 식별된 29개의 위험요인에 대한 연구결과 95% 신뢰수준을 기준으로 23개는 유의적으로 나타났고 6개는 비유의적으로 나타났다. 본 연구를 통해 NPD_p 단계별로 식별된 위험요인의 영향은 NPD_p 각 단계별 수행업무의 특성에 따라 R&D 성과에 미치는 영향력이 다름을 알 수 중요한 연구이다. 따라서 R&D 성과를 높이기 위해서는 NPD_p 단계별로 위험요인을 분석한 후 영향력이 큰 위험을 집중적으로 관리할 수 있는 위험관리활동이 필요하다.

급변하는 경영환경에서 R&D 성과를 높이기 위해 신제품개발프로세별 특성을 고려하여 관리하여야 할 위험요인을 제시하였지만 몇 가지 한계점을 안고 있다. 첫째, 기존 연구보다 표본의 수가 많지만, 그럼에도 불구하고 표본의 대표성이 IT 산업의 대기업 종사자로 제한하였기 때문에 일부 통계적 결과에 영향을 주었을 것이다. 따라서 표본의 확대와 함께 산업별로 위험요인을 다루어 본다면 더욱 의미 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 둘째, R&D 성과에 영향을 미치는 위험요인에 대한 실증분석 결과의 타당성을 강화하는 사례연구 등 정성적 연구를 추가하지 못하였다. 또한, 위험요인을 식별한 후 위험에 대한 대응계획수립, 감시 및 통제 등 위험관리활동에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 향후 연구에서는 이러한 한계점이 적절히 다루어지기를 기대한다.

참고문헌

- 한상록 (2006), “효율적인 R&D 프로젝트관리”, 기술과 경영, 4, pp.56-60.
- 한상록 (2007), “효율적인 과제리스크관리를 위한 제언”, 기술과 경영, 12, pp.38-42.
- 정원일 · 한상록 · 이정원 (2007), “R&D 프로젝트관리”, 한국산업기술진흥협회.
- 이학식 · 임지훈 (2008), “통계분석방법 및 해설”, 법문사.
- Andersen, E. S. (1996), “Warning: activity planning is hazardous to your project’s health!”, international Journal of Project Management, 14(2), pp.89-94
- Atkinson, R. Crawford, L. and Ward, S. (2006), “Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management”, International Journal of Project Management, 24, pp.687-698.
- Aven, T. and Vinnem, J. E. (2007), “Risk Management: With Applications from the Offshore Petroleum Industry”, Springer Series in Reliability Engineering.
- Baccarini, D. and Archer, R. (2001), “The risk ranking of projects: a methodology, International Journal of Project Management, 19, pp.139-145.
- Barber, R. B. (2005), “Understanding internally generated risks in projects”, International Journal of Project Management, 23, pp.584-590.
- Bakker, K. Boonstra, A. and Wortmann, H. (2010), “Does risk management contribute to IT project success? A meta-analysis of empirical evidence”, International Journal of Project Management, 28, pp.493-503.
- Bakker, K. Boonstra, A. and Wortmann, H. (2012), “Risk managements’ communicative effects influencing IT project success”, International Journal of Project Management, 30, pp.444-457.
- Bayaga, A. (2010), “Multinomial logistic regression: Usage and Application in risk analysis”, Journal of applied Quantitative Methods, 5(2), pp.288-297.
- Bush, J. K., Dai, W. S., Dieck, G. S., Hosteley, L. S., Hossall, T., (2005), “The art and science of risk management—a US research-based industry perspective”, Drug Safety, 28(1), pp.1-18.
- Chapman, R. J. (2001), “The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management”, International Journal of Project Management, 19, pp.147-160..
- Chapman, C. B. and Ward, S. C. (2002), “Managing Project Risk and Uncertainty—A Constructively Simple Approach to Decision Making”, John Wiley & Sons, Ltd.
- Chapman, C. B. and Ward, S. C. (2003), “Project Risk Management: Processes, Techniques,

- and Insights”, 2nd edition. New York John Wiley & Sons, Ltd.
- Chapman, C. and Ward, S. (2004), “Why risk efficiency is a key aspect of best practice projects. *International Journal of Project Management*, 22, pp.619–632.
- Cooper, R. G. and Kleinschmidt, E. F. (1987), “What makes a new product a winner: Success factors at the project level”, *R&D Management*, 17(3), pp.175–189.
- Cooper, R. G. (1993), “Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch”, 2nd edition. Reading, MA: Addison–Wesley Publishing Co.
- Crawford, L. (2005), “Senior management perceptions of project management competence”, *International Journal of Project Management*, 23, pp.7–16.
- Gajewska, E. and Ropel, M. (2011), “Risk Management Practices in a Construction Project—a case study”, Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Construction Management, Chalmers University of Technology.
- Grey, S. (1995), “Practical Risk Assessment for Project Management”, John Wiley & Sons.
- Ghosh, S. and Jintanapakanont, J. (2004), “Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand”, *International Journal of Project management*, 22, pp.633–643.
- Keizer, J. A., Halman, J. I. M., Song, M., (2002), “From experience—applying the risk diagnosing methodology”, *Journal of Product Innovative Management*, 19(3), pp.213–232.
- Khalili, H. A. and Maleki, A. (2011), “Project Risk Management Techniques in Resource Allocation, Scheduling and Planning”, *Engineering and Technology*, 59, pp.306–310.
- Klinke, A. and Renn O. (2002), “A New Approach to Risk Evaluation and Management: Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-based Strategies”, *Risk Analysis*, 22(6), pp.1071–1094.
- Kulla L. and Marušák R. (2011), “Environmental risk assessment based on semi-quantitative analysis of forest management data”, *Journal of Forest Science*, 57(3), pp.89–95.
- Kutsch, E. and Hall, M. (2010), “Deliberate ignorance in project risk management”, *International Journal of Project Management*, 28(3), pp.245–255.
- Matt, L. R. B. (2010), “Risk management during growth—How should risk management be integrated in NPD while pursuing a growth strategy?”, Bachelor Thesis 2009–2010, Tilburg University.
- Miller, R. and Lessard, D. (2001), “Understanding and managing risks in large engineering projects”, *International Journal of Project management*, 19, pp.437–443
- Miller, W. L. and Morris, L. (1999), “4th Generation R&D: Managing Knowledge, Technology, and Innovation”, John Wiley & Sons, Incorporated.

- Moeller, R. R. (2011), "COSO Enterprise Risk Management: Establishing Effective Governance, Risk, and Compliance Processes", 2nd edition, Wiley: Knowledge for Generations, Chapter 3.
- Olsson, R. (2007), "In search of opportunity management: Is the risk management process enough?", *International Journal of Project management*, 25, pp.745-752.
- Pisano, G. P., (2006), "Can science be a business? Lesson from biotech", *Harvard Business Review*, 84(10), pp.114-125.
- Perminova, O. Gustafsson, M. and Wikström, K. (2008), "Defining uncertainty in projects—a new perspective". *International Journal of Project management*, 26, pp.73-79.
- Peter, V. and Peter, R. (2006), "Risk Management Model: an Empirical Assessment of the Risk of Default", *International Research Journal of Finance and Economics—Issue 1*, pp.42-56
- Pinto, J. K. and Slevin, D. P. (1989), "Critical Success Factors in R&D Projects", *Research Technology Management*, January-February, pp.31-35.
- Pinto, J. K., (2007), "Project Management—Achieving Competitive Advantage", Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Project Management Institute, (2008), "A Guide to the Project Management Book of Knowledge", 4th edition.
- Raz, T. Shenhar, A. J. and Dvir, D. (2002), "Risk Management, project success, and technological uncertainty", *R&D management*, 32(2), pp.101-109.
- Redmill, F. (2002), "Risk analysis: a subjective process", *Engineering Management Journal*, 12(2), pp.91-96.
- Shen, Y. L. (1997), "Project risk management in Hong Kong", *International Journal of Project Management*, 15(2), pp.101-105.
- Smith, P. G., Merritt, G. M., (2002), "Proactive Risk Management: Controlling Uncertainty in Product Development", Productivity Press, New York.
- Standards Australia, (2004), "Risk management AS/NZS 4360", Strathfield: Standards Association of Australia.
- Tessarolo, P. (2007), "Is Integration Enough for Fast Product Development? An Empirical Investigation of the Contextual Effects of Product Vision", *The Journal of Product Innovation Management*, 24, pp.69-82.
- Turner, J. R. (1995), "The handbook of project-based management: improving the process for achieving strategic objectives", 1st edition, McGraw-Hill.
- Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D. (2007), "Product Design and Development", 4th edition, The MacGraw · Hill Companies; International Edition.
- Wang, J. Lin, W. and Huang, Y.H. (2010), "A performance-oriented risk management

framework for innovative R&D projects”, *Technovation*, 30, pp.601-611.

Wagner, C. Graebisch, M. Seering, W. and Lindemann, U. (2008), “Specification Risk Analysis: Introducing A Risk Management Method For Product Architectures”, *International Design Conference, Dubrovnik-Croatia*, May 19-22.

Zwikael, O. and Ahn M. (2011), “The Effectiveness of Risk Management: An Analysis of Project Risk Planning Across Industries and Countries”, *Risk Analysis*, 31(1), pp.25-37.

□ 투고일: 2012. 11. 13 / 수정일: 2012. 12. 08 / 게재확정일: 2012. 12. 11