

# BIM 활성화를 위한 다차원적 요인 분석

김정흠\*

정회원, 한국건설기술연구원 지반연구본부 전임연구원

## Multidimensional factors analysis for BIM activation

Jeong-Heum Kim\*

Research Specialist, Dept. of Geotechnical Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

\*Corresponding Author : Jeong-Heum Kim, heum@kict.re.kr

### Abstract

This study aims to analyze the key factors for the adoption and activation of Building Information Modeling (BIM) technology in the construction industry and propose effective strategies. The construction industry faces various challenges in project management, particularly decentralization and a lack of integration, which are identified as major issues. To address these challenges, BIM has been introduced to improve coordination, communication, and data management by providing digital representations across all stages, from design to construction. However, the adoption of BIM is influenced by various complex factors, including technical, organizational, economic, policy, and human factors. In this study, the Delphi method was used to collect and analyze expert opinions. The Delphi method is a systematic approach that gathers opinions through multiple rounds of surveys to achieve consensus among a group of experts. The study's findings indicate that policy and regulatory support, technological innovation, system development and infrastructure, standardization, education and training, pilot projects, human resource development, awareness improvement, economic factors, and collaboration and partnerships are critical factors for the activation of BIM. By comprehensively considering and managing these factors, the successful adoption and utilization of BIM in the construction industry can be facilitated. The study results provide specific directions for promoting BIM technology in the construction sector and can serve as valuable foundational data for relevant policy formulation and implementation.

**Keywords:** Building information modeling (BIM), Factors influencing BIM adoption, Delphi method, Construction industry

### OPEN ACCESS

Journal of Korean Tunnelling and  
Underground Space Association  
26(6)583-597(2024)  
<https://doi.org/10.9711/KTAJ.2024.26.6.583>

eISSN: 2287-4747  
pISSN: 2233-8292

Received July 30, 2024  
Revised October 4, 2024  
Accepted October 8, 2024



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution

Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2024, Korean Tunnelling and Underground Space Association

## 초 록

본 연구는 건설 산업에서 Building Information Modeling (BIM) 기술의 도입 및 활성화를 위한 주요 인자를 분석하고 효과적인 전략을 제안하는 것을 목표로 한다. 건설 산업은 프로젝트 관리에서 다양한 도전 과제에 직면해 있으며, 특히 분산화와 통합 부족이 주요 문제로 지적된다. 이를 해결하기 위해 BIM이 도입되었으며, 이는 설계부터 시공에 이르는 모든 단계에서 디지털 표현을 제공하여 조정, 소통 및 데이터 관리를 개선한다. 그러나 BIM의 도입은 기술적, 조직적, 경제적, 정책적, 인적 요인 등 여러 복합적인 요인의 영향을 받는다. 본 연구에서는 델파이 기법을 활용하여 전문가의 의견을 수집하고 분석하였다. 델파이 기법은 전문가 집단의 합의를 도출하기 위해 여러 차례의 설문조사를 통해 체계적으로 의견을 수렴하는 방법이다. 연구 결과, BIM 활성화를 위해 정책 및 규제적 지원, 기술 혁신, 시스템 구축 및 인프라, 표준화, 교육 및 훈련, 파일럿 프로젝트, 인력 개발, 인식 개선, 경제적 요인, 협력 및 파트너십 등이 중요한 요인으로 나타났다. 이러한 요인들을 종합적으로 고려하고 관리함으로써 건설 산업에서 BIM의 성공적인 도입과 활용을 촉진할 수 있을 것이다. 연구 결과는 건설 분야에서 BIM 기술의 활성화를 위한 구체적인 방향성을 제공하며, 관련 정책 수립 및 실행에 유용한 기초자료로 활용될 수 있다.

**주요어:** 건설 정보 모델링(BIM), BIM 도입 요인, 델파이 기법, 건설 산업

## 1. 서론

건설 산업은 프로젝트 관리에서 분산화와 통합 부족이라는 여러 가지 도전 과제에 직면해 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 건설 산업은 BIM (building information modeling)을 도입하여 조정, 소통, 데이터 관리의 개선을 시도하고 있다(Azhar, 2011). BIM은 건물의 설계부터 시공까지 모든 단계에서 디지털 표현을 제공함으로써 건설 환경의 효율성을 높이는 가치 있는 기회로 인식되고 있다(Gao et al., 2019).

정보 및 통신 기술(ICT)의 발전은 프로젝트 전달을 개선할 중요한 기회를 창출하였으나, 건설 부문에서의 기술 채택은 여전히 더딘 편이다. 예를 들어, KPMG의 보고서에 따르면 건설 및 엔지니어링 임원의 75%가 프로젝트 관리에 고급 데이터를 사용하지 않고 있다(KPMG, 2016). 이러한 더딘 채택의 원인은 건설 산업의 복잡한 특성, ICT에 대한 낮은 인식, 재정적 제한, 그리고 BIM 구현에 대한 이해 부족 등으로 설명된다(Stewart et al., 2004; Peansupap and Walker, 2005).

BIM은 프로젝트의 설계, 건설, 운영 전반에서 디지털 정보 모델을 사용하여 더 나은 품질과 효율적인 건설 관리를 가능하게 한다(Chien et al., 2014; Liu et al., 2021). 특히, BIM은 지속 가능한 건설에서 실시간 설계 최적화와 자재 낭비 감소, 에너지 소비 절감 등 다양한 이점을 제공하며, 건물 생애 주기 전반에 걸쳐 정보 통합과 관리를 용이하게 한다(Lu et al., 2017; Mirhosseini et al., 2020; Patel et al., 2021).

BIM 도입에 대한 글로벌 인식은 지속적으로 높아지고 있으며, 여러 선진국에서는 BIM 사용을 의무화하는 정책을 도입해 공공 프로젝트에서 활용을 장려하고 있다(Liao and Teo, 2017; Sacks et al., 2018). 이러한 노력에도 불구하고, BIM 도입에는 여전히 관리 지원 및 조직 준비도(Liao and Teo, 2017; Antwi-Afari et al., 2018), 기술

적 요구 사항(Mom et al., 2014; Tsai et al., 2014; Attarzadeh et al., 2015; Ozorhon and Karahan, 2017; Olawumi and Chan, 2019), 고객 수용/조정(Chan et al., 2019; Awwad et al., 2020; Shojaei et al., 2023), 인적 자원 및 인력 차원(Ozorhon and Karahan, 2017; Olawumi and Chan, 2019; Evans et al., 2021; Shojaei et al., 2023), 프로젝트 파트너의 협업 및 조정(Attarzadeh et al., 2015; Amuda-Yusuf, 2018; Antwi-Afari et al., 2018; Awwad et al., 2020; Evans et al., 2021; Shojaei et al., 2023), 프로세스 및 변화 관리(Attarzadeh et al., 2015; Olawumi and Chan, 2019; Abbasnejad et al., 2020; Evans et al., 2021; Shojaei et al., 2023) 등 다양한 장애 요소들이 존재한다.

특히, 플랫폼 간 상호운용성의 어려움과 관련 비용은 BIM 도입의 주요 장애 요인으로 지적되고 있다(Grilo and Jardim-Goncalves, 2010; Muller et al., 2015; Ahuja et al., 2018; Al-Mohammad et al., 2023). 이와 같은 문제들을 해결하기 위해서는 건설 이해 관계자 간의 공유된 이해와 유연성이 필수적이며(Arayici et al., 2018), 이를 위한 표준화와 정부 정책의 역할이 중요하다(Awwad et al., 2020; Afzal and Shafiq, 2021).

본 연구는 건설 산업에서 BIM 도입에 영향을 미치는 주요 요인들을 분석하고, 성공적인 도입을 위한 전략적 통찰을 제공하기 위해 델파이 기법(Delphi method)을 채택하였다. 델파이 기법은 다양한 전문가의 의견을 체계적으로 수렴하고 합의를 도출하는 방법으로, 건설 산업의 복잡하고 다차원적인 문제를 해결하는 데 적합하다. 이 기법은 비구조화된 문제 영역에서 전문가들의 다양한 경험과 지식을 모아 폭넓은 시각을 제공하며(Linstone and Turoff, 1975), 익명성과 반복적인 설문을 통해 편향을 최소화하고 신뢰성 있는 결과를 도출할 수 있다(Okoli and Pawlowski, 2004). 또한, 반복적 피드백 과정을 통해 연구의 타당성을 높이는 데 효과적이다(Hasson et al., 2000). 따라서, 본 연구는 델파이 기법을 활용하여 BIM 도입의 주요 요인을 규명하고, 이를 통해 향후 정책 수립과 후속 연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 연구 방법

본 연구에서는 델파이 기법을 적용하여 전문가의 의견을 수집하고 분석하였다. 델파이 기법은 통제된 피드백이 제공되는 수차례의 설문조사를 통하여 어떠한 문제에 대해서 전문가 집단의 합의를 이루는데 유용한 의사결정 수단이다. 즉, 집단의 의견을 개별적 차원이 아닌 전체적 차원에서 특정 문제에 대한 동의가 부족하거나 지식이 불완전하다고 생각될 때 효율적으로 대응하도록 하는 것이라 할 수 있다(Dalkey, 1969; Delbecq et al., 1975; Rowe and Wright, 2001).

델파이 기법을 적용하기 위해서는 가장 먼저, 조사대상인 전문가의 선정이 수행된다. 델파이 기법은 전문가의 직관을 객관화된 수치로 나타내는 방법이기 때문에 조사에 참여하는 전문가의 자질은 매우 중요한 요소이다. 일반적으로 10~15명의 소집단의 전문가만으로도 유용한 결과를 얻을 수 있다고 조사되고 있다(Ziglio, 1996; Anderson, 1995). 본 연구에서는 델파이 조사과정에서 20명의 전문가가 참여하였으므로 델파이 조사 과정의 신뢰도는 적절하다고 판단된다.

전문가의 선정과정 이후, 제1차 설문조사가 실시된다. 제1차 설문은 비 구조화된 응답양식을 주로 활용하여 전문가들의 발산적 지각(divergent perception)을 고찰한 다음 이로부터 의견을 수렴하게 된다(Lee, 2001). 1차 설문은 BIM 활성화를 위한 주요 인자에 대한 전문가들의 다양하고 확산적 의견을 수집하기 위하여 개방형 질문을 제시하였다.

제2차 설문조사는 제1차 델파이 설문을 통해 도출된 견해를 정리하여 각 항목에 대한 전문가들의 의견을 재평가하도록 요청한다. 보통 제2차 설문지에서는 항목에 대한 우선순위나 중요도를 평가하게 된다. 중요도는 리커트 5점 척도 또는 7점 척도를 사용하며, 응답결과는 평균과 표준편차 등을 이용하여 조사대상 전문가의 합의수준을 확인한다. 제1차 델파이 분석을 통해 도출된 BIM 활성화를 위한 주요 인자 후보군에 대한 중요도를 리커트 7점 척도(매우중요, 중요, 약간중요, 보통, 약간중요하지 않음, 중요하지 않음, 전혀 중요하지 않음)로 조사하였다. 그리고 기타 의견란에 항목 이외의 의견이나 부가 설명 등을 기술 할 수 있도록 하여 질적 분석 자료로 사용하였다.

제3차 설문조사는 제2차 설문에 대한 통계분석 결과 즉, 전문가 집단의 사고방향에 대한 피드백을 포함한다. 보통 3차 설문부터 전문가들의 의사가 합의점에 도달한다. 이는 연속된 회수의 응답에 있어서의 일치성이라고 정의할 수 있는데, 3차 설문결과에서 의견이 종합되지 않을 경우, 추가적 설문을 반복적으로 시행할 수 있다(Riggs, 1983; Lee, 2001; Skulmoski et al., 2007). 그러나 기존의 대부분의 연구들에서 일반적으로 3차에 걸친 델파이 조사면 충분하다고 언급하고 있다(Rowe and Wright, 2001). 제3차 델파이 조사결과 전문가간 높은 동의 수준을 보였으며, 3차 조사결과를 바탕으로 최종적인 주요 인자 분류 결과를 도출하였다.

델파이 조사는 근본적으로 전문가들의 의견의 일치점을 도출하는데 있다. 따라서 조사과정에서 의견의 일치점이 도출되지 않고 전문가간 의견의 변동성이 크거나 중요도가 낮게 분석된 항목은 제거하거나 재조사할 필요가 있다. 일반적으로 응답 결과의 변동성에 대한 평가는 변동계수(coefficient of variation, COV)를 산정하여 분석할 수 있다. 변동계수의 값이 0.5 이하일 경우 안정도가 높아 추가 설문이 필요 없으나, 0.8 이상일 경우에는 추가적 설문이 필요한 것으로 판단한다(Rho, 2006).

조사 결과의 유의미함 즉, 중요도를 평가하는 방법으로는 CVR (content validity ratio)를 활용하여 평가할 수 있다(Lawshe, 1975). CVR은 아래의 식 (1)을 통해 산정 할 수 있다.

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2} \quad (1)$$

여기서,  $n_e$ 는 중요하다고 응답한 패널 수,  $N$ 은 전체 패널 수를 의미한다. CVR은 중요하다고 인식하는 패널이 많을수록 그 문항의 유효 비율 정도 또는 유효 범위가 증가한다는 가정을 기초로 한다. 즉 어떤 문항이든 중요하다고 응답한 패널 수가 50% 이상일 때 그 문항은 어느 정도 타당도를 가지고 있다고 볼 수 있다. 중요하다고 응답한 패널 수가 50% 보다 적으면 음수 값이 되고, 50%일 때는 0, 50% 보다 크고 100% 미만이면 0과 1 사이 값, 100%일 때 1의 값을 가진다. Table 1은 패널 수에 따른 CVR 최소값 이상을 가지는 항목만이 타당도가 있다고 판단 할

수 있다. 델파이 2차, 3차 조사내용의 변동성과 타당성을 검증하기 위하여 COV와 CVR 분석을 수행하였다. 변동 계수의 분석결과 전문가들의 의견이 크게 상의하지 않아 일치성을 확보하였고, CVR분석을 통해 내용 타당성이 확보되지 않은 평가영향인자는 제외하였다.

**Table 1.** Minimum value of CVR according to number of pannel (Lawshe, 1975)

Number of pannel	5	7	10	13	15	20	25	30	35
Minimum value of CVR	0.99	0.99	0.62	0.54	0.49	0.42	0.37	0.33	0.31

### 3. 델파이 분석

#### 3.1 전문가 패널 구성

델파이 기법은 전문가적 직관을 객관화된 수치로 나타내는 방법이기 때문에 조사에 참여하는 전문가의 자질은 매우 중요한 요소이다. 조사대상자는 해당 연구 분야에 종사하는 전문가를 선택하여 구성하는 것이 가장 적절한 접근이다. 그리고 참여자의 대표성, 적절성, 전문적 지식 능력, 성실성, 참가자의 수 등을 신중히 고려하여야 한다. 전문가 참여의 수는 많을수록 결과의 신뢰도가 커지는 것으로 보고되고 있으나(Dalkey, 1969), 일반적으로 10~15명의 소집단의 전문가만으로도 유용한 결과를 얻을 수 있다고 조사되고 있다(Ziglio, 1996; Anderson, 1995). 본 연구에서는 BIM 관련 분야 설계, 시공, 학계, 연구소 등 최소 3년 이상의 경력을 보유하고, 건설, 공학 또는 프로젝트/건설 관리 분야에서 최소한 학사 학위를 소지한 20명의 전문가로 구성하였다(Table 2). 총 3차에 걸친 델파이 조사·분석 과정에 모두 참여하여 분석의 신뢰성을 고려하였다.

**Table 2.** Career history of experts who participated in the Delphi survey

Division		Targeted number of persons for sampling	Number of participated panels		
			1st	2nd	3rd
Academic level	Bachelor	6	6	6	6
	Master	10	10	10	10
	Doctor	4	4	4	4
	Total	20	20	20	20
Career years in related area	3~5 years	3	3	3	3
	5~10 years	15	15	15	15
	10 years or longer	2	2	2	2
	Total	20	20	20	20

### 3.2 제1차 델파이 조사 및 분석결과

제1차 설문 조사는 BIM 활성화를 위해 고려해야 할 잠재적인 요인을 도출하기 위해 수행되었다. 전문가들은 개방형 질문을 통해 BIM 활성화를 위해 필요한 요인을 제시하였다. 분류된 평가영향인자의 상위분류체계를 바탕으로 각 체계에 고려될 수 있는 구체화된 하위분류요소를 자유스럽게 나열하도록 하였다. 조사된 모든 항목을 각 상위체계에 종속되도록 구조화 하였으며, 중복된 항목은 제거하였다. 조사 결과 10개의 상위분류체계에 종속된 하위분류의 영향인자는 총 96개가 조사되었다. 이 가운데 문항별 응답 사례 유형화, 유사문항의 통합 및 제거 과정을 거쳐 최종적으로 51개의 결과를 도출하였으며, 내용은 Table 3과 같다.

**Table 3.** The first Delphi survey result

Main concept	Sub concept
Policy and regulation	Establish guidelines for BIM permit management, Implement policies mandating the submission of digital BIM drawings, Strategies for deregulating structures for BIM application, Simplify legal procedures for buildings implementing BIM, Mandatory BIM application system for construction and other projects, Provide financial and tax incentives, Support and regulate BIM initiatives at the local government level
Technological innovation	Develop automated quantity take-off technologies, Create automated 3D modeling technologies, Develop life-cycle cost management technologies, Innovate automated clash detection technologies, Develop AR/VR-based BIM technologies, Create BIM data analysis technologies
System development	Build automated design solutions, Develop construction automation platforms, Establish smart facility management systems, Create BIM collaboration platforms, Build BIM data integration platforms, Develop BIM-based site safety platforms, Provide cloud-based BIM services, Offer BIM technical support centers and services
Standardization	Develop standardization plans for data file formats, Establish standardization plans for data compatibility, Standardize BIM design criteria, Standardize guidelines for BIM documentation, Develop standards for data management and security, Standardize library materials
Education and training	Provide continuous BIM learning programs, Offer training on BIM documentation guidelines, Implement integrated design professional education
Pilot projects	Verify cost savings from design changes, Validate energy-saving effects, Verify construction cost reduction effects, Confirm construction time reduction effects, Verify maintenance cost reduction effects, Analyze successful BIM application projects
Human resource development	Establish and operate a BIM integrated management agency, Develop industry-academic cooperation programs, Train BIM professionals, Introduce national certifications for BIM, Manage career development for BIM-related workers, Build a support platform for BIM human networks
Awareness improvement	Change perceptions and attitudes related to BIM, Provide motivation for BIM adoption, Share and promote success stories
Economic factors	Analyze initial costs of BIM adoption, Highlight long-term economic benefits of BIM, Analyze payback periods for BIM project investments
Collaboration and partnership	Establish cooperation frameworks within the industry, Participate in international BIM cooperation networks, Develop partnerships for research and development with academia

BIM의 성공적인 도입과 활성화를 위해서는 다양한 요인이 고려되어야 한다. 본 연구에서는 델파이 기법을 통해 도출된 주요 인자를 바탕으로 BIM 활성화를 위한 구체적인 방안을 제시하고자 한다. 분석된 주요 인자는 다음과 같다.

첫째, 정책 및 규제적 지원이 필수적이다. BIM 도입의 성공을 위해서는 국가적 차원의 정책적 뒷받침이 필요하다. 이를 위해 BIM을 건설 프로젝트에 도입하는 절차를 명확하게 규정하는 인허가 관리 지침을 마련해야 한다. 이는 건설 프로젝트에서 BIM 사용의 법적 기준을 명확히 하여, 인허가 과정에서 발생할 수 있는 불확실성을 줄이고 절차를 간소화할 수 있다. 또한, 공공 프로젝트나 일정 규모 이상의 민간 프로젝트에 대해 BIM 사용을 의무화하는 법적 제도를 도입할 필요가 있다. 이러한 제도적 변화는 BIM의 사용을 촉진하고, 이를 통해 건설 프로젝트 전반에서 효율성을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다.

둘째, 기술적 지원 및 혁신은 BIM 도입의 또 다른 중요한 요소이다. BIM의 확산을 위해서는 기술적 인프라와 지원이 뒷받침되어야 한다. 이를 위해 정부는 BIM 관련 기술 개발에 대한 연구 및 개발(R&D)에 투자해야 하며, 특히 자동화 기술(예: 3D 모델링, 물량 산출, 공정 간섭 검토 등)을 고도화하는 연구를 장려해야 한다. 이러한 기술 개발은 프로젝트의 정확성을 높이고, 시간과 비용 절감을 동시에 달성하는 데 기여할 수 있다. 또한, 증강 현실(AR) 및 가상 현실(VR)과 같은 혁신적인 기술을 BIM과 결합함으로써 건설 현장의 시각적 설계와 관리가 더욱 정교해질 수 있다. 이를 위한 기술 지원 센터를 설립하거나 전문가 컨설팅 서비스를 제공하는 것도 효과적인 방안이 될 수 있다.

셋째, 통합 시스템 구축이 필요하다. BIM의 성공적인 적용을 위해서는 프로젝트 참여자 간의 원활한 협업을 가능하게 하는 통합 시스템이 필수적이다. 이를 위해 정부는 다양한 프로젝트 참여자들이 실시간으로 데이터를 공유하고 협업할 수 있는 BIM 협업 플랫폼을 구축해야 한다. 이 플랫폼은 프로젝트 관리의 효율성을 극대화하고, 데이터의 중앙 관리와 실시간 접근을 가능하게 한다. 더 나아가, 스마트 시설물 관리 시스템과 같은 디지털 관리 시스템을 도입하여, 건설 이후의 유지관리 단계에서도 BIM을 효과적으로 활용할 수 있어야 한다.

넷째, 표준화 작업이 필수적이다. BIM이 원활한 도입을 위해서는 기술적 표준화가 필요하다. 다양한 BIM 소프트웨어와 시스템 간의 상호운용성을 확보하기 위해 데이터 파일 형식, 데이터 호환성, 설계 기준, 문서 작성 지침에 대한 표준화 작업을 진행해야 한다. 이를 통해 여러 프로젝트와 시스템에서 데이터가 일관되게 사용될 수 있으며, 이러한 표준화는 건설 현장의 혼란을 줄이고 효율성을 높이는 데 기여할 것이다.

다섯째, 교육 및 훈련 프로그램의 제공이 매우 중요하다. BIM 도입에서 인재 부족은 중요한 도전 과제 중 하나이다. 이를 해결하기 위해서는 지속적인 BIM 학습 프로그램과 교육 과정을 제공하여, 실무자들이 BIM 기술을 효과적으로 사용할 수 있도록 지원해야 한다. 특히 BIM 관련 자격을 갖춘 전문 전문가를 양성하고, 이들이 프로젝트에서 실질적인 가치를 창출할 수 있도록 해야 한다.

여섯째, 경제적 타당성 분석을 통해 BIM 도입의 비용 효과를 명확히 제시해야 한다. BIM 도입 초기에는 상당한 비용이 들 수 있지만, 장기적으로는 비용 절감과 효율성 향상을 가져오는 중요한 투자임을 강조해야 한다. 이를 위해 초기 비용과 장기적인 경제적 이점을 분석하고, 투자 회수 기간을 구체적으로 제시하여, 재정적 분석을

통해 이해관계자들이 BIM 도입을 긍정적으로 평가할 수 있도록 지원해야 한다.

마지막으로, 협력 및 파트너십 강화가 필요하다. BIM 도입의 성공을 위해서는 건설 산업 내 다양한 이해관계자들 간의 협력이 필수적이다. 이를 위해 산학 협력 프로그램을 마련해 BIM 기술의 연구와 실무 적용을 위한 파트너십을 강화해야 한다. 또한, 글로벌 BIM 표준화 노력에 참여하고, 다른 국가나 지역과의 협력을 통해 글로벌 베스트 프랙티스(best practice)를 공유하는 것도 필요하다.

결론적으로, 건설 산업에서 BIM 도입을 성공적으로 이끌기 위해서는 앞서 언급한 정책적, 기술적, 교육적, 경제적, 협력적 방안들이 유기적으로 결합되어 실무적으로 적용되어야 한다. 이러한 노력이 BIM 도입과 확산을 촉진하고, 건설 산업의 혁신과 효율성을 증대시키는 중요한 기반이 될 것이다.

### 3.3 제2차 델파이 조사 및 분석결과

제2차 델파이 조사에서는 1차 조사에서 수집된 총 51개의 주요 인자에 대하여 전문가를 대상으로 7점 리커트 척도를 적용하여 각 인자별 중요도에 대한 설문을 진행하였다. 각 인자에 대한 타당성 검증 차원에서 수행하였으며, 또한 3차 델파이 조사에서 사용될 평가요소들을 도출하기 위하여 수행하였다. 1차 조사에서 도출된 각 평가영향인자에 대한 적용 타당성 검증은 CVR (Lawshe, 1975)을 분석하여 검증하였다. 총 51개의 평가요소 중에서 13개의 평가 요소가 CVR 분석값이 0.42 미만으로 BIM 활성화를 위한 주요 인자로 부적합 것으로 분석되었다. CVR 값이 0.42 미만일 경우 타당성이 부족하다고 판단한 이유는 Table 1을 참조하여 조사대상자의 수가 20명일 경우의 값을 통해 도출한 것이다. 제2차 델파이 조사 분석에 사용된 총 51개의 평가요소들 중 12개를 제외한 39개의 평가영향인자가 결정되었다(Table 4).

**Table 4.** The second Delphi survey results

Main concept	Sub concept	Average	Variance	Standard deviation	CVR (>0.42)	Result
Policy and regulation	Establish guidelines for BIM permit management	6.24	0.69	0.83	0.88	Suitable
	Implement policies mandating the submission of digital BIM drawings	4.82	0.78	0.88	0.29	-
	Strategies for deregulating structures for BIM application	5.71	1.35	1.16	0.65	Suitable
	Simplify legal procedures for buildings implementing BIM	4.76	1.07	1.03	0.29	-
	Mandatory BIM application system for construction and other projects	5.59	1.26	1.12	0.76	Suitable
	Provide financial and tax incentives	4.53	1.51	1.23	0.06	-
	Support and regulate BIM initiatives at the local government level	5.18	1.15	1.07	0.53	Suitable
Technological innovation	Develop automated quantity take-off technologies	6.35	0.87	0.93	0.88	Suitable
	Create automated 3D modeling technologies	5.59	0.51	0.71	0.88	Suitable
	Develop life-cycle cost management technologies	4.41	0.26	0.51	-0.18	-
	Innovate automated clash detection technologies	5.24	0.69	0.83	0.53	Suitable
	Develop AR/VR-based BIM technologies	5.24	0.94	0.97	0.65	Suitable
	Create BIM data analysis technologies	5.53	0.64	0.80	0.76	Suitable



**Table 4.** The second Delphi survey results (continued)

Main concept	Sub concept	Average	Variance	Standard deviation	CVR (>0.42)	Result
System development	Build automated design solutions	5.94	0.93	0.97	0.76	Suitable
	Develop construction automation platforms	5.88	0.86	0.93	0.88	Suitable
	Establish smart facility management systems	5.53	1.39	1.18	0.65	Suitable
	Create BIM collaboration platforms	5.06	0.31	0.56	0.76	Suitable
	Build BIM data integration platforms	4.41	0.76	0.87	0.06	-
	Develop BIM-based site safety platforms	4.88	0.61	0.78	0.53	Suitable
	Provide cloud-based BIM services	5.18	0.53	0.73	0.76	Suitable
Standardization	Offer BIM technical support centers and services	4.94	0.68	0.83	0.53	Suitable
	Develop standardization plans for data file formats	5.59	0.76	0.87	0.76	Suitable
	Establish standardization plans for data compatibility	5.65	0.74	0.86	0.88	Suitable
	Standardize BIM design criteria	5.41	0.63	0.80	0.76	Suitable
	Standardize guidelines for BIM documentation	5.41	0.88	0.94	0.65	Suitable
	Develop standards for data management and security	4.35	0.62	0.79	0.06	-
Education and training	Standardize library materials	5.35	0.87	0.93	0.65	Suitable
	Provide continuous BIM learning programs	6.12	0.74	0.86	0.88	Suitable
	Offer training on BIM documentation guidelines	6.24	0.94	0.97	0.76	Suitable
Pilot projects	Implement integrated design professional education	6.06	1.06	1.03	0.88	Suitable
	Verify cost savings from design changes	5.35	0.62	0.79	0.76	Suitable
	Validate energy-saving effects	3.56	0.80	0.89	-0.76	-
	Verify construction cost reduction effects	5.12	0.74	0.86	0.53	Suitable
	Confirm construction time reduction effects	5.35	0.99	1.00	0.65	Suitable
	Verify maintenance cost reduction effects	5.18	0.90	0.95	0.53	Suitable
Human resource development	Analyze successful BIM application projects	5.35	0.99	1.00	0.65	Suitable
	Establish and operate a BIM integrated management agency	3.82	0.90	0.95	-0.53	-
	Develop industry-academic cooperation programs	3.56	0.80	0.89	-0.76	-
	Train BIM professionals	5.24	0.69	0.83	0.65	Suitable
	Introduce national certifications for BIM	5.29	1.10	1.05	0.53	Suitable
	Manage career development for BIM-related workers	5.18	0.90	0.95	0.53	Suitable
Awareness improvement	Build a support platform for BIM human networks	5.35	0.99	1.00	0.65	Suitable
	Change perceptions and attitudes related to BIM	5.35	0.62	0.79	0.76	Suitable
	Provide motivation for BIM adoption	3.56	0.80	0.89	-0.76	-
Economic factors	Share and promote success stories	5.24	0.69	0.83	0.65	Suitable
	Analyze initial costs of BIM adoption	5.35	0.62	0.79	0.76	Suitable
	Highlight long-term economic benefits of BIM	5.59	0.63	0.80	0.76	Suitable
Collaboration and partnership	Analyze payback periods for BIM project investments	3.94	0.81	0.90	-0.41	-
	Establish cooperation frameworks within the industry	5.35	0.62	0.79	0.76	Suitable
	Participate in international BIM cooperation networks	4.59	1.26	1.12	0.29	-
	Develop partnerships for research and development with academia	5.24	0.69	0.83	0.65	Suitable

### 3.4 제3차 델파이 조사 및 분석결과

제3차 델파이 조사는 2차 델파이 조사결과 도출된 총 39개의 평가영향인자를 대상으로 7점 리커트 척도를 활용한 폐쇄형 설문으로 진행하였으며, 1,2차 조사에 참여하였던 전문가들의 최종적인 의견의 일치 및 합의를 도출하기 위한 목적이다. 제3차 델파이 조사결과를 평가하기 위하여 CVR 분석을 통해 인자별 타당성 검증은 재수행하고, 전문가 답변의 일치성을 측정하기 위하여 COV를 산정하였다. COV의 경우, 0.5 이하로 분석되는 경우 추가적인 설문이 필요하지 않다는 의미이다(Rho, 2006). 분석결과 총 39개의 주요 인자들에 대한 CVR이 모두 0.42 이상으로 분석되어 타당성이 확보된 것으로 나타났다. 39개의 평가영향인자의 변동계수는 0.5 이하로 분석되어 추가적인 설문이 필요하지 않으며, 응답의 일치성 또한 높아 설문의 안정도가 확보되었다고 할 수 있다.

Table 5는 총 3차에 걸친 델파이 조사결과를 토대로 최종적으로 도출된 BIM 활성화 주요 인자에 대한 내용이다. 이들 인자들은 관련 분야의 전문가를 대상으로 의견의 일치와 합의에 대한 결과로서 BIM 활성화를 위한 사전 조사, 분석단계에서 요구되는 주요 인자로서 매우 가치가 있다고 판단된다.

**Table 5.** The third Delphi survey results

Main concept	Sub concept	Average	Variance	Standard deviation	COV	CVR (>0.42)	Result
Policy and regulation	Establish guidelines for BIM permit management	6.12	0.99	0.99	0.16	0.76	Suitable
	Strategies for deregulating structures for BIM application	5.71	0.85	0.92	0.16	0.76	Suitable
	Mandatory BIM application system for construction and other projects	5.41	1.13	1.06	0.20	0.65	Suitable
	Support and regulate BIM initiatives at the local government level	5.12	0.61	0.78	0.15	0.53	Suitable
Technological innovation	Develop automated quantity take-off technologies	5.71	0.97	0.99	0.17	0.76	Suitable
	Create automated 3D modeling technologies	5.12	0.49	0.70	0.14	0.65	Suitable
	Innovate automated clash detection technologies	5.24	0.69	0.83	0.16	0.65	Suitable
	Develop AR/VR-based BIM technologies	5.18	1.15	1.07	0.21	0.53	Suitable
	Create BIM data analysis technologies	5.29	0.72	0.85	0.16	0.65	Suitable
System development	Build automated design solutions	5.47	1.14	1.07	0.20	0.53	Suitable
	Develop construction automation platforms	5.53	0.89	0.94	0.17	0.76	Suitable
	Establish smart facility management systems	5.35	1.49	1.22	0.23	0.53	Suitable
	Create BIM collaboration platforms	5.24	0.69	0.83	0.16	0.65	Suitable
	Develop BIM-based site safety platforms	5.00	0.38	0.61	0.12	0.65	Suitable
	Provide cloud-based BIM services	5.35	0.74	0.86	0.16	0.76	Suitable
	Offer BIM technical support centers and services	5.29	0.97	0.99	0.19	0.65	Suitable
Standardization	Develop standardization plans for data file formats	5.24	0.44	0.66	0.13	0.76	Suitable
	Establish standardization plans for data compatibility	5.35	0.62	0.79	0.15	0.76	Suitable
	Standardize BIM design criteria	5.71	0.85	0.92	0.16	0.88	Suitable
	Standardize guidelines for BIM documentation	5.24	0.82	0.90	0.17	0.53	Suitable
	Standardize library materials	5.35	0.74	0.86	0.16	0.76	Suitable

**Table 5.** The third Delphi survey results (continued)

Main concept	Sub concept	Average	Variance	Standard deviation	COV	CVR (>0.42)	Result
Education and training	Provide continuous BIM learning programs	5.65	0.87	0.93	0.16	0.76	Suitable
	Offer training on BIM documentation guidelines	5.76	1.19	1.09	0.19	0.65	Suitable
	Implement integrated design professional education	5.59	2.51	1.58	0.28	0.65	Suitable
Pilot projects	Verify cost savings from design changes	5.06	1.31	1.14	0.23	0.53	Suitable
	Verify construction cost reduction effects	5.00	0.50	0.71	0.14	0.65	Suitable
	Confirm construction time reduction effects	5.18	0.90	0.95	0.18	0.53	Suitable
	Verify maintenance cost reduction effects	5.18	0.53	0.73	0.14	0.76	Suitable
	Analyze successful BIM application projects	5.24	0.69	0.83	0.16	0.76	Suitable
Human resource development	Train BIM professionals	5.24	1.07	1.03	0.20	0.53	Suitable
	Introduce national certifications for BIM	5.35	0.87	0.93	0.17	0.65	Suitable
	Manage career development for BIM-related workers	5.12	0.49	0.70	0.14	0.76	Suitable
	Build a support platform for BIM human networks	4.94	1.18	1.09	0.22	0.53	Suitable
Awareness improvement	Change perceptions and attitudes related to BIM	4.94	0.43	0.66	0.13	0.53	Suitable
	Share and promote success stories	5.35	0.99	1.00	0.19	0.65	Suitable
Economic factors	Analyze initial costs of BIM adoption	5.29	0.85	0.92	0.17	0.65	Suitable
	Highlight long-term economic benefits of BIM	5.35	0.99	1.00	0.19	0.53	Suitable
Collaboration and partnership	Establish cooperation frameworks within the industry	5.18	0.65	0.81	0.16	0.65	Suitable
	Develop partnerships for research and development with academia	5.12	0.74	0.86	0.17	0.53	Suitable

정책 및 규제 측면에서는 BIM 인허가 관리 지침 수립, 건설 분야 등 프로젝트의 BIM 적용 의무화 제도, 지방자치단체의 BIM 지원 및 규제 등이 중요한 요소로 확인되었다. 또한, 데이터 파일 형식, 데이터 호환성, BIM 문서 작성 지침 등의 표준화 작업이 중요하게 다루어졌다. 기술 혁신 부문에서는 물량 산출, 3D 모델링, 공정 간섭 검토 등의 자동화 기술 개발이 필요하며, BIM 데이터 분석 기술의 개발도 중요한 요소로 확인되었다. 시스템 구축 부문에서는 설계 자동화 솔루션, 건설 자동화 플랫폼, BIM 협업 플랫폼 구축이 필요하고, 클라우드 기반 BIM 서비스 제공과 BIM 기술 지원 센터 및 서비스 제공의 중요성도 강조되었다.

교육 및 훈련 측면에서는 지속적인 BIM 학습 프로그램 제공, BIM 문서 작성 지침 교육, 통합 설계 전문 교육 시행이 중요하게 다루어졌다. 또한, BIM 전문가 양성을 위한 국가 공인 자격증 도입과 종사자 경력 관리가 중요한 요소로 나타났다. 파일럿 프로젝트는 BIM 적용의 경제적 효과를 검증하고 성공 사례를 확산하는 데 중요한 역할을 한다. 이를 위해 공사 비용 절감 효과, 공사 기간 단축 효과, 유지 관리 비용 절감 효과 등의 검증하고, BIM 적용 프로젝트의 성공 사례를 분석하고 공유하는 것이 필요하다.

인력 개발 측면에서는 BIM 관련 종사가 경력 관리, BIM 국가 공인 자격증 도입 마련이 필요하며, BIM 인적 네트워크 지원 플랫폼 구축도 중요한 요소이다. 인식 개선 부문에서는 BIM 관련 인식 및 태도 변화, 성공 사례 공유

및 홍보가 필요하며, BIM 도입 초기 비용 분석, 장기적 경제적 이점 분석 등 경제적 요인도 중요하게 다루어졌다. 마지막으로 협력 및 파트너십 측면에서는 업계 간 협력 체계 구축, 학계와의 협력 및 연구 개발 파트너십이 필요하다.

## 4. 결론

본 연구는 델파이 기법을 통해 건설 산업에서 BIM 도입에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하고, 효과적인 전략을 제시하는 것을 목표로 하였다. BIM의 성공적인 도입을 위해 정책적 지원, 기술 혁신, 시스템 구축, 표준화, 교육 및 훈련, 인력 개발, 경제적 분석, 협력 및 파트너십 강화 등이 중요하다는 점이 확인되었다. 이러한 결과는 BIM 도입을 위한 전략과 정책 수립에 유용한 기초 자료로 활용될 수 있다.

그러나 본 연구는 델파이 기법을 통해 전문가 의견을 수집했으나, 조사에 참여한 전문가의 수가 제한적이었기 때문에 결과의 일반화에 한계가 있을 수 있다. 또한, 특정 국가나 지역의 정책적, 경제적 상황에 대한 고려가 부족하여, 결과가 특정 맥락에 한정될 수 있다. 향후 연구에서는 이러한 한계를 보완하기 위해 더 다양한 전문가의 참여와 지역별 특성에 대한 추가적인 분석이 필요할 것이다.

앞으로는 다양한 프로젝트에서 BIM 도입의 실제 효과를 실증적으로 평가하고, 경제적·사회적 영향을 정량화하며, 여러 환경에서의 도입 전략을 비교하는 연구가 요구된다. 본 연구는 건설 산업에서 BIM 활성화를 위한 방향성을 제시하며, 정책과 실무에 유용한 기초 자료로 활용될 수 있다. 이를 통해 건설 분야의 혁신과 발전에 기여할 것으로 기대되며, 추가적인 조정과 최적화를 위한 실증적 연구도 필요하다.

## 저자 기여도

김정흠은 연구 개념 및 설계, 데이터 수집 및 분석, 원고 작성 및 검토를 하였다.

## References

1. Abbasnejad, B., Nepal, M.P., Ahankoob, A., Nasirian, A., Drogemuller, R. (2020), "Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: a systematic literature review", *Architectural Engineering and Design Management*, Vol. 17, No. 5-6, pp. 411-433.
2. Afzal, M., Shafiq, M.T. (2021), "Evaluating 4D-BIM and VR for effective safety communication and training: a case study of multilingual construction job-site crew", *Buildings*, Vol. 11, No. 8, 319.
3. Ahuja, R., Sawhney, A., Jain, M., Arif, M., Rakshit, S. (2018), "Factors influencing BIM adoption in emerging markets—the case of India", *International Journal of Construction Management*, Vol. 20, No. 1, pp. 65-67.
4. Al-Mohammad, M.S., Haron, A.T., Esa, M., Aloko, M.N., Alhammadi, Y., Anandh, K.S., Rahman, R.A.

- (2023), "Factors affecting BIM implementation: evidence from countries with different income levels", *Construction Innovation*, Vol. 23, No. 3, pp. 683-710.
5. Amuda-Yusuf, G. (2018), "Critical success factors for building information modelling implementation", *Construction Economics and Building*, Vol. 18, No. 3, pp. 55-73.
  6. Anderson, D.R. (1995), *Strands of System: The Philosophy of Charles Peirce*, Purdue University Press, West Lafayette, pp. 204.
  7. Antwi-Afari, M.F., Li, H., Pärn, E.A., Edwards, D.J. (2018), "Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): a longitudinal review", *Automation in Construction*, Vol. 91, pp. 100-110.
  8. Arayici, Y., Fernando, T., Munoz, V., Bassanino, M. (2018), "Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design", *Automation in Construction*, Vol. 85, pp. 167-181.
  9. Attarzadeh, M., Nath, T., Tiong, R.L.K. (2015), "Identifying key factors for building information modelling adoption in Singapore", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*, Vol. 168, No. 5, pp. 220-231.
  10. Awwad, K.A., Shibani, A., Ghostin, M. (2020), "Exploring the critical success factors influencing BIM level 2 implementation in the UK construction industry: the case of SMEs", *International Journal of Construction Management*, Vol. 22, No. 10, pp. 1894-1901.
  11. Azhar, S. (2011), "Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry", *Leadership and Management in Engineering*, Vol. 11, No. 3, pp. 241-252.
  12. Chan, D.W.M., Olawumi, T.O., Ho, A.M.L. (2019), "Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong, Engineering", *Construction and Architectural Management*, Vol. 26, No. 9, pp. 1838-1854.
  13. Chien, K.F., Wu, Z.H., Huang, S.C. (2014), "Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: empirical study", *Automation in Construction*, Vol. 45, pp. 1-15.
  14. Dalkey, N.C. (1969), *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*, Rand Corporation Memorandum, Santa Monica, pp. 79.
  15. Delbecq, A.L., Van de Ven, A.H., Gustafson, D.H. (1975), *Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes*, Scott Foresman, Glenview, IL, pp. 174.
  16. Evans, M., Farrell, P., Mashali, A., Zewein, W. (2021), "Critical success factors for adopting building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi survey", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 19, No. 2, pp. 537-556.
  17. Gao, H., Koch, C., Wu, Y. (2019), "Building information modelling based building energy modelling: a review", *Applied Energy*, Vol. 238, pp. 320-343.
  18. Grilo, A., Jardim-Goncalves, R. (2010), "Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments", *Automation in Construction*, Vol. 19, No. 5, pp. 522-530.
  19. Hasson, F., Keeney, S., McKenna, H. (2000), "Research guidelines for the Delphi survey technique", *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 32, No. 4, pp. 1008-1015.
  20. KPMG (2016), *UK Annual Report 2016: A Clear Insight* (online), Available from: <https://assets.kpmg/co>

- ntent/dam/kpmsg/uk/pdf/2016/12/annual-report-2016.pdf (July 29, 2024).
21. Lawshe, C.H. (1975), "A quantitative approach to content validity", *Personnel Psychology*, Vol. 28, No. 4, pp. 563-575.
  22. Lee, J.S. (2001), *The Delphi Methods*, Kyoyookbook, Seoul, pp. 138.
  23. Liao, L., Teo, E.A.L. (2017), "Critical success factors for enhancing the building information modelling implementation in building projects in Singapore", *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 23, No. 8, pp. 1029-1044.
  24. Linstone, H.A., Turoff, M. (1975), *The Delphi Method: Techniques and Applications*, Addison-Wesley, Massachusetts, pp. 620.
  25. Liu, Z., Lu, Y., Shen, M., Peh, L.C. (2021), "Transition from building information modeling (BIM) to integrated digital delivery (IDD) in sustainable building management: a knowledge discovery approach based review", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 291, 125223.
  26. Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., Li, Y. (2017), "Building Information Modeling (BIM) for green buildings: a critical review and future directions", *Automation in Construction*, Vol. 83, pp. 134-148.
  27. Mirhosseini, S.A., Kiani Mavi, R., Kiani Mavi, N., Abbasnejad, B., Rayani, F. (2020), "Interrelations among leadership competencies of BIM leaders: a fuzzy DEMATEL-ANP approach", *Sustainability*, Vol. 12, No. 18, 7830.
  28. Mom, M., Tsai, M.H., Hsieh, S.H. (2014), "Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: Part II. Analysis and results", *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, Vol. 37, No. 7, pp. 859-868.
  29. Muller, M.F., Loures, E.R., Junior, O.C. (2015), "Interoperability assessment for building information modelling", *Proceedings of the 3rd International Conference on Mechatronics, Robotics and Automation*, Shenzhen, pp. 224-231.
  30. Okoli, C., Pawlowski, S.D. (2004), "The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications", *Information & Management*, Vol. 42, No. 1, pp. 15-29.
  31. Olawumi, T.O., Chan, D.W.M. (2019), "Critical success factors for implementing building information modeling and sustainability practices in construction projects: a Delphi survey", *Sustainable Development*, Vol. 27, No. 4, pp. 587-602.
  32. Ozorhon, B., Karahan, U. (2017), "Critical success factors of building information modeling implementation", *Journal of Management in Engineering*, Vol. 33, No. 3.
  33. Patel, T., Bapat, H., Patel, D., Van der Walt, J.D. (2021), "Identification of critical success factors (CSFs) of BIM software selection: a combined approach of FCM and fuzzy DEMATEL", *Buildings*, Vol. 11, No. 7, 311.
  34. Peansupap, V., Walker, D.H.T. (2005), "Factors enabling information and communication technology diffusion and actual implementation in construction organisations", *Journal of Information Technology in Construction*, Vol. 10, No. 14, pp. 193-218.
  35. Rho, S.Y. (2006), "Delphi technique: professional insight to predict the future", *Korea Research Institute Planning and Policy*, Vol. 299, pp. 53-62.

36. Riggs, W.E. (1983), "The Delphi technique: an experimental evaluation", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 23, No. 1, pp. 89-94.
37. Rowe, G., Wright, G. (2001), Expert opinions in forecasting: the role of the Delphi technique, In: Armstrong, J.S. (Ed.), *Principles of Forecasting*, Springer, Boston, pp. 125-144.
38. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., Teicholz, P. (2018), *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, 3rd edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, pp. 1-688.
39. Shojaei, R.S., Oti-Sarpong, K., Burgess, G. (2023), "Enablers for the adoption and use of BIM in main contractor companies in the UK", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 30, No. 4, pp. 1726-1745.
40. Skulmoski, G.J., Hartman, F.T., Krahn, J. (2007), "The Delphi method for graduate research", *Journal of Information Technology Education*, Vol. 6, No. 1, pp. 1-21.
41. Stewart, R.A., Mohamed, S., Marosszeky, M. (2004), "An empirical investigation into the link between information technology implementation barriers and coping strategies in the Australian construction industry", *Construction Innovation*, Vol. 4, No. 3, pp. 155-171.
42. Tsai, M.H., Mom, M., Hsieh, S.H. (2014), "Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: Part I. Methodology and survey", *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, Vol. 37, No. 7, pp. 845-858.
43. Ziglio, E. (1996), The Delphi method and its contribution to decision-making, In: Adler, M., Ziglio, E. (Eds.), *Gazing Into the Oracle: The Delphi Method and Its Application to Social Policy and Public Health*, Jessica Kingsley Publishers, London, pp. 3-33.