

# 철도인프라 BIM기반 공사 발주를 위한 평가기준 제안 연구

## - 기존 발주사업 적용 사례를 통해 -

### A Proposal Research of Assessment Standards for Ordering BIM-based Projects in Railway Infrastructure

#### - Case Study on Application of Existing Projects -

손서연<sup>1)</sup>, 이근일<sup>2)</sup>, 정지현<sup>3)</sup>, 문우형<sup>4)</sup>

Son, Seo-Yeon<sup>1)</sup> · Lee, Geun-Il<sup>2)</sup> · Jung, Ji-Hyun<sup>3)</sup> · Moon, Woo-Hyoung<sup>4)</sup>

Received October 14, 2021; Received October 19, 2021 / Accepted November 02, 2021

**ABSTRACT:** In the evaluation for ordering BIM-based projects (Design Build) of Korean National Railway, criteria of BIM-based smart construction technology are assessed. Unlike the existing assessment criteria, performance resources and detailed assessment guidelines have been added by this research. The purpose of this study is to propose qualification assessment standards according to specific guidelines when evaluating on the phase of bidding for BIM-based projects. In the study, an improved evaluation standard (draft) was arranged based on two consultation meetings and surveys of related companies, applied to existing projects with the companies that won the bid, and validated. As more specific and added criteria compared to the existing standards, it could reduce the difficulty of evaluation for BIM capability and lay the foundation for railway BIM-based project management.

**KEYWORDS:** Railway BIM, Assessment Standards for Ordering BIM, Smart Construction Technology Evaluation Criteria, BIM, Tender for BIM-based Projects

**키워드:** 철도 BIM, BIM 발주 평가 기준, 스마트 건설기술 평가 기준, 빌딩정보모델, BIM기반 공사 입찰

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

2000년대 초반부터 전 세계적으로 건설 분야에서 BIM이 적용되면서 더 짧은 공기 안에, 더싼 가격으로, 더 나은 질의 건물을 지을 수 있고, 더욱 통합된 설계와 건설 프로세스를 촉진하는 BIM의 역할에 대해 기대를 해오고 있다(Eastman et al., 2011). 특히, BIM의 활용은 복합적이고 다양한 공종의 특성을 가지고 있는 철도인프라 사업에 더욱 효과적일 수 있다(Lee et al., 2018).

BIM의 적용 확산을 위해 국내외적으로 정책들과 가이드라인이 수립되고 있다. 국토교통부에서는 2025년까지 BIM 설계 기반을 구축하는 2030 건축 BIM 활성화 로드맵을 발표했고, 한국도로공사에서는 신규 사업 BIM 설계 의무화를 공표했으며, 국국가철도공단에서도 2020년 하반기 신규사업에 BIM 설계 의무화를 명시했다. 그러나 입찰 단계에서 BIM기반의 건설공사(설계·시공 일괄입찰, T/K)에 BIM 능력을 평가할 세부적인 기준이 없는 실정이다. 그리고 이런 세부 기준이 존재한다고 가정할지라도, 실제로 프로젝트에서 BIM을 성공적으로 제공할 수 있는 능력을 나

<sup>1)</sup>정회원, 국가철도공단 주임연구원 (10004027@kr.or.kr)

<sup>2)</sup>정회원, 인프라BIM디지털연구센터 선임연구원 (wogroa@naver.com) (교신저자)

<sup>3)</sup>정회원, (주)태성에스엔아이 이사 (jhjung@tssni.com)

<sup>4)</sup>정회원, 국가철도공단 책임연구원 (moon2000@kr.or.kr)

타내는지 여부를 확인하려는 연구도 거의 없다(Van Berlo et al., 2012). 국내 철도 BIM기반 프로젝트에 대한 BIM 평가 기준은 개별적인 공사에 개략적으로 작성되어 있으며 표준화되어 있지 않다. 또한 국가 정책의 일환으로 BIM을 포함한 스마트 건설기술을 활용한 철도 프로젝트 발주를 시행하고 있는 시점에서, BIM을 포함한 스마트 건설기술 역량 평가에 대한 공정성 확보와 스마트 건설기술의 적용 및 활성화를 위한 평가 기준이 필요하며, 특히 스마트 건설기술의 핵심이 되는 BIM 수행 역량에 대한 평가 기준 마련이 시급한 실정이다.

이에 본 연구에서는 입찰단계에서 BIM을 포함한 스마트건설기술 분야의 평가 기준을 마련하기 위해 기술 발전 단계에 따른 점진적인 평가 기준 항목을 마련하고, 항목별 세부 기준 및 지침을 제안하고자 한다. 이를 기존의 발주 완료된 프로젝트 평가에 적용하여 검증하고자 하는 평가 기준 개선(안)을 제안하고자 한다.

이는 입찰단계에서 BIM을 포함한 스마트 건설기술 분야의 평가 기준의 가이드 역할을 할 수 있으며, 이를 통해 BIM기반 프로젝트 수행 능력 평가의 공정성을 획득하고 평가 기준의 표준화를 통해 수행업체들의 BIM 역량의 성장을 이끌어 철도사업 분야의 BIM 활성을 기대할 수 있다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현재 수행 중인 “철도인프라 생애주기 관리를 위한 BIM기반 통합플랫폼 개발” 연구에서 국가철도공단에서 수행하는 “철도인프라 BIM 발주관리체계 구축 및 실증” 연구의 일부이다.

연구의 대상 및 범위는 설계·시공 일괄입찰(T/K) 공사의 BIM기반 스마트 건설기술 분야 입찰 평가 기준을 제시하는 것으로 한정하였다. 평가 기준을 마련하기 위해 아래의 Figure 1처럼 BIM기반 발주 공사들의 평가 기준 개선(안)에 대해 BIM 수행 업체 및 철도 설계사를 대상으로 설문조사를 시행하고 2차례의 자문회의를 개최한 후, 기존의 프로젝트들을 통해 개선(안)의 적정성을 검증하였다.

첫째, 국내외 BIM기반 공사들의 평가 기준 지침과 설계·시공 일괄입찰(T/K) 공사 사례에서의 평가 기준을 분석하고 문제점을 도출한다.

둘째, 도출된 내용을 보완한 세부적이고 표준화된 BIM기반의 발주 평가 기준 초안을 마련한다.

셋째, BIM기반의 발주 평가 기준의 현실적인 적용 가능성을 검증하기 위해 BIM 수행업체와 철도 설계사들을 대상으로 평가 기준 항목과 수행 역량 기준에 대한 설문조사를 시행한다.

넷째, BIM기반의 발주 평가 기준 관리를 위해 발주기관의 실무 담당자들 및 BIM 전문가 그룹을 활용하여 자문을 개최한다.

다섯째, 최종 BIM기반의 발주 평가 기준을 이미 입찰이 완료된 기존의 프로젝트들을 통해 적정성을 검증하고 향후 후속 연구에 대해 제안을 한다.

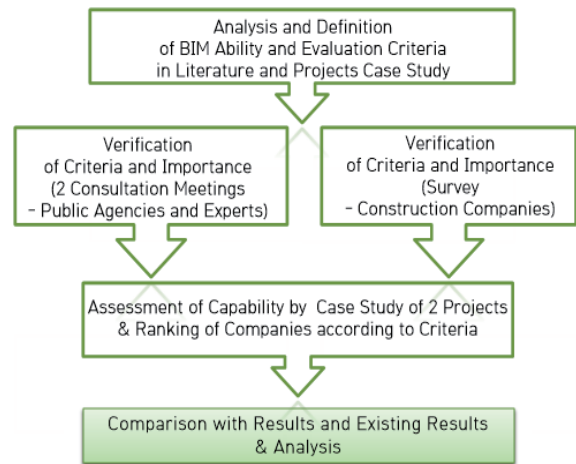


Figure 1. Research framework

## 2. 국내외 BIM기반 발주 평가 기준에 대한 고찰

### 2.1 국외 BIM기반 발주 평가 기준에 대한 고찰

#### 2.1.1 국외 BIM기반 발주 평가 기준 지침 및 연구

BIM 표준화에 활발한 영국에서는 전세계에서 가장 먼저 Table 1처럼 PAS(Publicly Available Specifications) 1192-3에서 BIM 발주 공사에 대한 평가 기준을 마련하였다. 가격을 제외한 기술 부분 2가지 항목은 업무 범위에 대한 충분한 전문지식과 유사 업무수행 경험으로 구분되어 있다. 기술적 평가 가중치는 가격의 가중치와 동일하다.

Table 1. Assessment criteria for BIM projects (publicly available specifications (PAS) 1192-3, 2013)

	Criteria	Criteria
1	Expertise and knowledge of subject area including understanding of the scope	25%
2	Expertise and experience of delivering similar work	25%
3	Price	50%

또한 영국 표준을 채택한 ISO 19650-2(British Standard European Norm, The International Organisation for Standardisation)는 ‘빌딩정보모델링(BIM)을 포함한 건물 및 토목 공사를 위한 정보 구성 및 디지털화’에 관해 기술하였고 그중에서 제2장의 BIM을 사용한 정보 관리에서는 입찰 대응 요구사항 및 평가항목 수립을 Table 2처럼 고려하도록 기준을 제시하고 있다. BIM 입찰 평가를 위해 BIM 업무를 수행할 개인과 이행 팀의 역량이 고려되어야 하고, 조직의 동원 계획 및 정보 전달 위험 요

소도 평가되도록 서술하였다. 세부적으로 작업 조직의 역량 평가를 위해 고려할 사항으로 작업 인원수 및 관련 경험과 구성원들이 활용할 수 있는 관련 교육 및 훈련이 있다. 그리고 IT 관련 정보 기술 가용성에 대한 부분도 기술되어 있다.

Table 2. BIM evaluation consideration of appointing party (BS EN ISO 19650-2:2018 (The british standards institution, 2019))

	Criteria
1	Contents of the delivery team's (pre-appointment) BIM execution plan
2	Competency of the prospective individuals undertaking the information management function on behalf of the delivery team
3	Prospective lead appointed party's assessment of the delivery team's capability and capacity
4	Delivery team's proposed mobilization plan; and the delivery team's information delivery risk assessment

BIM 역량 평가에 대한 연구(Mahamadu et al., 2018)는 Figure 2와 같이 세분화된 항목을 제시하였다. 이 항목들은 인적 및 자원 역량 그리고 문화와 태도 및 가격의 4가지 대항목으로 구성되어 있고, 28개의 세분화된 항목들의 가중치가 설문조사를 통해 계산되었다. 설문조사의 응답자들은 64명의 영국 BIM 관리자들로 11~15년의 건설 경력 또는 4~6년의 BIM 및 VDC 경험을 가지고 있다.

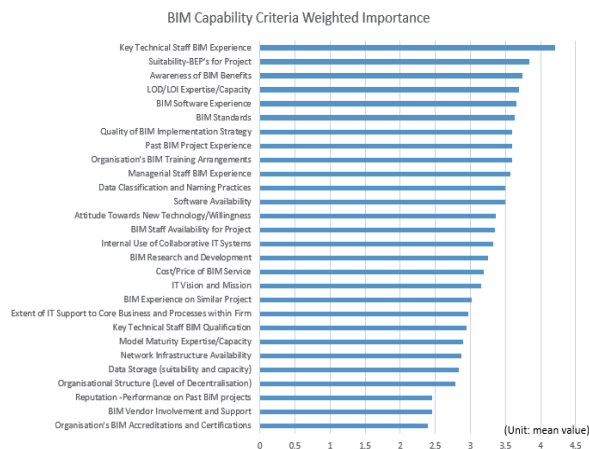


Figure 2. BIM capability criteria weighted importance for prequalification and selection (Mahamadu et al., 2018)

### 2.1.2 싱가포르 BIM기반 발주 사례 평가 기준

싱가포르 LTA(Land Transport Authority)의 BIM 발주 공사 입찰 문서(Land Transport Authority, 2018)에서는 BIM과 관련된 평가항목은 별도로 존재하지 않고, 일반적인 평가 기준 항목을 통해 BIM 등 모든 종류의 공종을 평가한다. 기술적인 평가항목은 크게 생산성과 품질의 2개 부분으로 나누어진다. 품질 항목

중 세부 항목의 '기술적인 자원' 분야에 많은 배점이 부여된다. 이 부분의 세부 지침 내용은 제안된 프로젝트 관리, 기술적인 조직 및 기술 자원들, 그리고 설계 자문, 전문적인 하도급업체들과 필요한 추가적인 자원을 효율적으로 사용할 능력 등에 대한 적절성과 적합성에 대한 평가이다.

또한 입찰 문서에 BIM 기술자에 대한 자격 기준을 명시하고 있고, BIM 관리자와 담당자의 자격 요건은 Table 3과 같다. BIM 관리자는 건설 관련 경력이 6년 이상으로 BIM 수행경력을 우대하고, BIM 담당자는 4년 이상의 건설 관련 경력으로 2년의 BIM 수행경력이 있으면 우대사항이다.

Figure 3. BIM evaluation criteria of (Land transport authority, 2018)

Table 3. Qualifications for BIM engineers (Land transport authority, 2018)

Position	Qualifications
BIM manager	<p>Degree or Diploma in Electrical, Mechanical or Building Services, Architectural or Structural Engineering with more than 6 years of working experience in construction, design, drafting, BIM modeling, BIM model management and/or coordination (services)</p> <p>Formally trained in Specialist Diploma in Building Information Modelling (BIM), preferably with at least 4 years of experience in services coordination using BIM or BIM management and/or modelling experience in a design, engineering or construction firm for a large project. As a minimum, completed one full project cycle from design to as-built stage.</p>
BIM Coordinators	<p>Diploma or equivalent in Electrical, Mechanical or Building Services, Architectural or Structural Engineering with more than 4 years of working experience in construction, design, drafting and/or coordination (services)</p> <p>Formally trained in BIM (Specialist Diploma or BCAA or equivalent Modelling Training certification), preferably with at least 2 years of experience in services coordination using BIM or BIM management and/or modeling in a design, engineering or construction firm for a large project.</p>

### 2.1.3 두바이 BIM기반 발주 사례 평가 기준

두바이 RTA(Roads & Transport Authority)의 BIM 발주 공사 입찰 문서(Roads & Transport Authority, 2015)에서 기술 평

가 기준은 13개의 일반적인 대항목으로 구성된다. 싱가포르 사례처럼 BIM 관련 평가항목은 별도로 존재하지 않는다. 기술 프로젝트 계획을 시작으로 시공 방법의 일반적인 검토와 역 사이의 공사 부분, 역사, 차량기지, 철도 차량, 시스템, 기술 제공의 전체적인 평가항목 등 총 67개의 세부 평가항목이 기술되어 있다. 이 세부 항목들은 필수 중요 확인 사항인지 아닌지도 별도로 표기되어 있다. 모든 항목의 총 가중치는 1,200%이고, 0부터 20까지의 등급으로 나뉘어 평가된다.

### 2.1.4 카타르 BIM기반 발주 사례 평가 기준

카타르 철도 회사(Qatar Railways Company)의 입찰문서(Qatar Railways Company, 2012)에 따르면 기술적인 발주 평가 기준은 3가지로, 프로젝트 조직 자격 및 경험, 프로젝트에 대한 이해, 접근법과 방법론으로 구성된다. 이 기준에는 조직 구조 및 각 주요 직원의 경험 그리고 프로젝트 제공 전략, 발주처에 제공할 혜택 등 21개 세부 항목들이 서술되어 있다. 항목들의 배점이 나 가중치 그리고 BIM 항목에 관해서는 기술하고 있지 않다.

### 2.1.5 오만 BIM기반 발주 사례 평가 기준

오만 철도 회사(Oman Rail Company)의 입찰 평가 기준(Oman Rail Company, 2014)에는 3가지의 기술적인 대항목으로 나뉘어 있고, 방법론, 기술 역량과 자원, 시기 및 작업 계획이다. 방법론 항목은 설계·시공 방법, 현장 조직, 훈련 방법과 계획, 품질 등이 포함되어 있고, 기술 역량과 자원 항목은 장비 및 기술 시스템, 인원, 주요 전문 분야 직원들의 자질 및 경험 등을 포함한다. 주요 인력들은 일반 공사와 철도 공사 또는 국제적인 공사의 경험 기간을 바탕으로 평가되고, 걸프 인근 아랍국가들에서의 업무 경험에 영어 필수 사항도 평가되어 진다.

## 2.2 국내 BIM기반 발주 평가 기준에 대한 고찰

### 2.2.1 국토교통부 BIM기반 발주 평가 기준 지침

건설산업 BIM 기본지침(국토교통부, 한국건설기술연구원, 국가 BIM 센터, 2020)에 따르면, 발주자는 발주기관의 자체 평가 방법 및 기준에 근거하여 BIM 활용목적 및 발주대상에 적합한 평가 기준을 마련하도록 서술하였다. 평가 기준을 위한 BIM 세부 평가항목으로 BIM 수행계획의 적정성과 BIM 수행조직의 능력 등을 포함하도록 명시하고 있으며, BIM 수행계획서 등을 평가할 때는 발주문서의 요구 조건을 만족했는지를 판단하기 위한 별도의 BIM 데이터 발주 평가 기준을 제정하여 활용하도록 안내하고 있다. 그리고 낙찰자 선정을 위한 평가 제출 자료로 입찰서류뿐만 아니라 평가 기준에 따라 추가로 BIM 수행 실적 관련 서류도 검토하도록 서술하였다.

### 2.2.2 조달청 BIM기반 발주 사례 평가 기준

조달청에서 2020년 11월에 발주한 '국립지적권산림치유원 조성사업'의 기본설계 기술제안입찰 안내서(Public Procurement Service, 2020)는 Table 4처럼 BIM을 포함한 스마트 건설기술 분야의 평가항목이 5가지로 구성되어 있다. 대항목별 배점과 세부 항목들의 가중치도 부여되어 있다. BIM 수행계획서 적정성을 판단하는 주요 평가내용을 보면 업무수행 조직 구성, 데이터 공유 및 의사소통 계획, 프로젝트 각 단계별 각 참여자가 BIM을 활용한 역할을 수행할 수 있도록 하는 교육 계획 등을 구체적으로 서술하였다.

Table 4. BIM evaluation criteria of korean public procurement service (Public procurement service, 2020)

Evaluation Field	Evaluation Criteria	Points	Detailed Evaluation Criteria	Weight in %
Smart Construction Technology	Adequacy of BIM application plan for each construction cycle	3	Adequacy of BIM coverage and plan	30
			Adequacy of BIM quality control plan	50
			Adequacy of BIM execution plan	20
	Adequacy of utilization level of BIM design model	3	Energy analysis through BIM and examining internal and external environmental factors	40
			Examining pre-constructability through BIM	60
	Adequacy of Smart Construction Technology utilization in design and construction	3	Adequacy of collecting and utilizing external shape information using drones, etc	30
			Adequacy of methods of utilizing construction precision control and automation technology	40
			Adequacy of methods of utilizing integrated operation and control technology	30
	Adequacy of process/safety/quality management using Smart Construction Technology in construction	3	Adequacy of BIM-based process and quality control	50
			Adequacy of methods of utilizing prevention technology for ICT-based on-site safety accident	30
Method of utilizing actual data of construction process			20	
Adequacy of Smart Construction Technology utilization in maintenance	3	Adequacy of methods of utilizing Smart Construction Technology for facility condition inspection	40	
		Adequacy of establishing BIM data (As-built) of facilities for maintenance and management	60	
SUM	5	15	13	

### 2.2.3 한국도로공사 BIM기반 발주 사례 평가 기준

한국도로공사에서 발주한 설계시공 일괄입찰 공사의 평가 기준을 보면 스마트 건설기술 항목이 하나의 대항목으로 분류되어

있지 않고, 토질 등 각 분야별 내의 항목으로 나누어져 있다. '4차 산업 기술을 적용한 스마트 건설기술의 도입 및 활용의 적정성'이라는 기술제안 과제 내용으로 포함되어 있다.

### 2.2.4 국가철도공단 BIM기반 발주 사례 평가 기준

국가철도공단에서 2021년도 3월에 발주한 '강릉~제진 단선 전철 제2공구 건설공사'의 입찰공고문(Korea National Railway, 2021)은 아래의 Table 5와 같이 BIM을 포함한 스마트 건설기술 관련 별도의 평가항목이 있다. 이 항목들은 신기술·신공법 등 크게 3가지로 분류되어 같은 배점으로 이루어져 있다. BIM에 대한 항목은 '계획·설계 고도화를 위한 스마트 건설기술의 창의성'이라는 별도의 항목으로 존재한다. 이 부분에 대한 평가지침의 내용으로는 '설계 자동화 등 BIM 기반 스마트 설계, 지형·지반 모델링 자동화 기술 등'이라고 서술되어 있다.

Table 5. BIM evaluation criteria of Korea National Railway (Korea National Railway, 2021)

Evaluation Field	Evaluation Criteria	Points	Detailed Evaluation Criteria
Smart Construction Technology	Activeness of introducing new technologies, new construction methods, and smart construction technologies	5	Application plan with new technologies and new construction methods
			Introduction of Smart Construction Technology in entire construction process (design, construction, maintenance, etc)
			Construction productivity and efficiency with introduction of Smart Construction Technology
	Creativity of smart construction technology to advance planning and design	5	BIM-based smart design such as design automation and topographical ground modeling automation technology, etc
	Creativity of smart construction technology to enhance construction and safety management and maintenance	5	Smart construction and safety technologies such as process and on-site safety management, control technology, etc
Facility inspection automation technology such as IoT sensor-based facility monitoring			
SUM	3	15	6

## 2.3 국내외 BIM기반 발주 평가 기준 분석

### 2.3.1 국내외 BIM기반 발주 평가기준 분석 결과

앞에서 소개한 국내외 BIM기반 발주 공사에 대한 평가 기준들을 분석하면 Table 6처럼 국외 사례는 BIM에 대한 별도의 평가 항목이 존재하지 않고 국내 사례는 존재한다. 국외 BIM 설계·시공 일괄 발주 공사에서는 일반적인 평가항목을 통해 모든 복합적인 공종과 조직들의 평가가 이루어지지만, 국내 사례는 별도의 BIM 항목으로 구분되어 세부 평가항목과 지침에 따라 평가된다.

이로 인해, 국내 BIM 발주 공사에서 BIM처럼 새로운 기술에 대한 입찰 평가 기준이 입찰문서에 별도로 존재하지 않으면, BIM의 기술적인 면이 평가되지 못한다. 또한 건설산업 BIM 기본지침에서 BIM 수행조직의 능력을 평가하도록 서술하고, 이와 관련된 추가적인 자료를 참고할 수 있다고 하지만, 앞서 살펴본 국내 설계·시공 일괄입찰 사례에서는 BIM 조직에 대한 능력을 별도로 평가하는 항목은 존재하지 않는다. BIM 수행계획서상의 조직구성에 관해 기술한 내용으로만 조직에 대해 평가하는 것이다. 아직 국내에서는 조직 수행 능력 평가가 의무 사항은 아닐지라도 영국 PAS 1192-3과 BS EN ISO 19650-2:2018, 그리고 BIM 능력 평가 관련 논문과 외국 BIM 설계·시공 일괄입찰 공사의 사례들에서 알 수 있듯이, 표준화된 BIM 능력 평가를 위해 이에 대한 기준 규정이 필요하다. 그리고 현재 국내의 BIM에 대한 세부적인 평가 항목과 지침이 외국의 사례와 비교하여 구체적이지 않아 어떤 내용을 어떻게 평가할지에 어려움이 초래된다.

이에 본 연구는 BIM 평가 기준의 표준화를 위해 구체적인 BIM기반 설계·시공 일괄입찰 공사의 BIM 역량 평가 기준 개선(안)을 설문조사와 자문회의의 결과를 통해 마련하고자 한다. 이를 적용한 기존 프로젝트 낙찰자 검증을 통해 평가 기준의 적절성과 공정성을 달성하고, BIM 수행업체들의 능력 상향을 이끄는 것이 목적이다.

Table 6. Comparison table of BIM evaluation criteria

Evaluation Criteria	Singapore	Dubai	Qatar	Oman	South Korea	
	Land Transport Authority	Roads & Transport Authority	Qatar Railways Company	Oman Rail Company	Korea Expressway Corporation	Korean National Railway
Separated Bim Evaluation Criteria	X Evaluation Criteria for All Parts of Fields				0	
Design and Construction Method	0	0	0	0	Rough Criteria about Plans of Smart Construction Technology including BIM	
Organization Composition and Role	0	0	0	0		
Environmental, Safety, and Security	0	△	0	0		
Quality (Risk Identification, Countermeasures, etc.)	0	0	0	0		
Work Plan	X	0	0	0		
Project Management	0	X	0	0		
Facilities and Equipment	0	0	X	0		
Education and Training	X	X	X	0		
Performance and Experience	0	X	0	0		

### 3. BIM기반 발주 평가 기준에 대한 요구사항 도출

#### 3.1 BIM기반 발주 평가 기준에 대한 설문조사

##### 3.1.1 설문조사 시행

BIM기반 발주 평가 기준에 따라 평가되는 대상자인 BIM 수행 업체와 철도 관련 설계회사들을 대상으로 21년 9월 14일부터 17일(4일간)까지 BIM기반 발주 평가 기준 초안에 대해 설문조사를 시행하였다. 총 29개 업체를 대상으로 설문 요청을 하였으며, 17개 업체 69명이 설문에 참여하였다. 설문은 전공 분야 등 응답자 현황 조사, 평가 기준 항목의 적정성, 가중치, 그리고 BIM 기술자들의 최소 자격 기준 등으로 구성하였다.

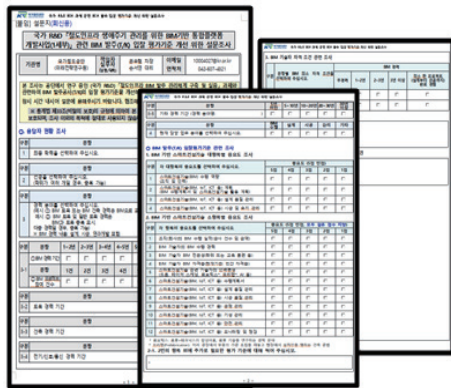


Figure 4. Survey sample to BIM and railway design companies

##### 3.1.2 설문조사 결과 분석

BIM기반 발주 평가 기준 초안에 대한 설문조사 결과 내용은 설문 응답자들의 현황, BIM기반 발주 입찰 평가 기준 관련 조사, 그리고 BIM 기술자의 최소 자격 기준에 대한 의견 순으로 서술한다.

첫 번째로 설문조사 응답자들의 전공 분야는 세부 전공 BIM, 토목, 건축, 전기·신호·통신의 시스템으로 분야별 경력 기간은 5년 미만부터 30년 이상으로 다양하다. 현재 BIM 업무를 수행하는 응답자들의 BIM 경력 기간은 아래의 Figure 5처럼 2년 미만 이 가장 많고 5년 미만이 응답자의 50% 이상이다.

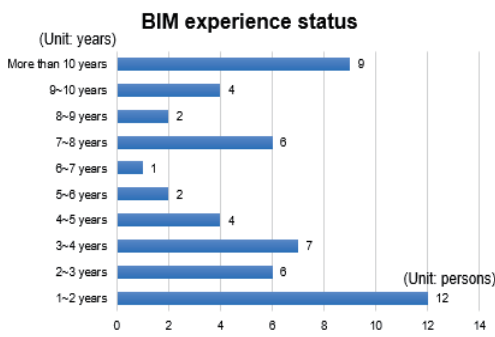


Figure 5. BIM experience status

두 번째로 BIM기반 발주 평가 기준 초안에 대한 설문조사 결과는 연구 논문 Figure 2의 BIM 역량 평가 중요도 표와 유사하게 가중치 순위가 수렴되었다. 가중치가 부여된 평가항목은 Figure 6과 같다. 설문 응답자들은 BIM을 수행하는 조직 및 인력 평가에 가장 많은 가중치를 부여했고, 다음으로 BIM 수행계획서를 포함한 스마트 건설기술 계획, 설계 품질 관리, 시공 및 유지관리 순이었다.

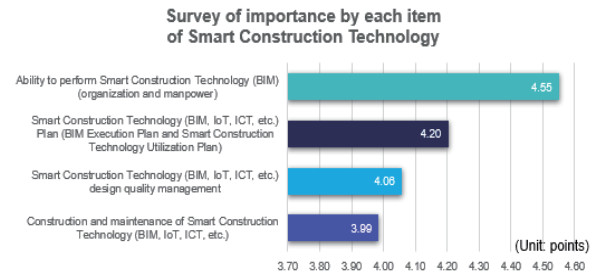


Figure 6. Assessment Criteria of Smart Construction Technology Weighted Importance

세부 평가항목은 대항목에서 분류된 세부 항목에 대한 조사로 결과는 Figure 7처럼 가중치가 높은 순서부터 낮은 순서로 나와 있다. BIM 기술자의 BIM 수행 경험을 가장 중요하게 여기고, 설계 품질관리, 수행조직의 경험, BIM 수행계획서의 가중치가 높게 조사되었다.

세 번째로 BIM 기술자의 최소 자격 기준에 대한 설문조사 결과는 Figure 8처럼 BIM 관리자와 BIM 담당자에 대해 이루어졌다. 먼저 BIM 관리자의 최소 자격 조건 조사에서는 응답자의 38%가 최소 3년 이상의 자격이 필요하다고 대답하였고, 더 강화된 기준인 최소 한 프로젝트를 설계부터 준공까지 완료한 경험의 자격도 35%로 그 뒤를 이었다. 이 두 조건을 합친 3년 이상이면서 한 프로젝트를 완료한 경험도 높은 비율의 응답자들이 선택하였다. 이에 반하여 BIM 담당자들의 최소 자격 조건은 1년 이상이면서 2년 미만인 BIM 수행 경험이 가장 높은 비율로 선정되었다.

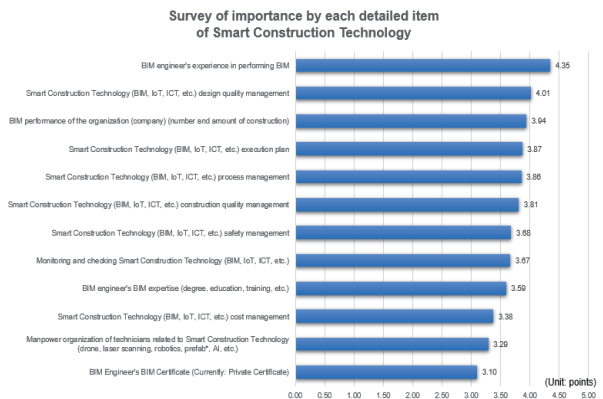


Figure 7. Detailed assessment criteria of smart construction technology weighted importance

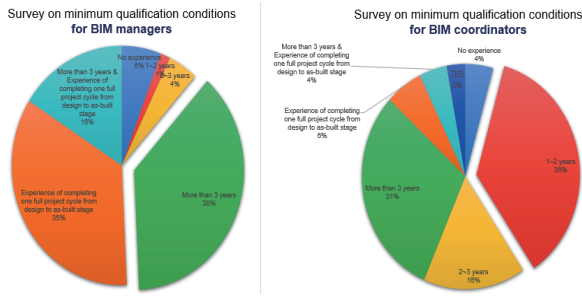


Figure 8. Minimum qualification condition for BIM engineer

설문조사 결과에서 BIM기반 발주 평가항목에서 조직 및 인력 자원과 BIM 수행계획서에 대한 평가와 BIM 기술자에 대한 BIM 수행 경험의 최소 자격 요건이 중요하다고 응답하였다. 응답자의 60% 이상이 BIM 수행 업무를 담당하고 있어 설문 조사상 BIM 기술자 최소 자격 기준이 설문당시의 초안보다 상향되었다.

### 3.2 BIM기반 발주 평가기준에 대한 검토

#### 3.2.1 평가기준 검토

설문조사를 통해 수렴된 의견을 바탕으로 BIM기반 발주 평가 기준 개선 초안을 마련하였고, 초안의 적절성과 타당성을 검토하기 위해 국가철도공단 BIM 발주 관련 담당자들과 개별적인 의견 수렴 후, 사업 발주기관인 국가철도공단과 한국도로공사의 관련 업무 담당자들과 BIM 관련 전문가들을 대상으로 자문회의를 2차례 개최하였다.

#### 3.2.2 검토 결과 분석

첫 번째 자문회의의 결과, 자문위원이 소속된 기관의 입장(발주/설계/시공)에 따라 상이한 의견을 나타내었다. 실무 관련 내부 자문위원들은 설계·시공 일괄입찰 등 대형공사에서 입찰 방식 및 평가방식(항목, 배점 등)은 관련 법령과 기준 등에 따라 결정되는 만큼 BIM 수행조직 및 인적 역량 평가와 관련 정량화된 평가의 어려움을 제시하고, 이와 관련 자격 요건은 실적의 인정 범위와 시장 여건을 고려하여 적용하는 것이 필요하다고 의견이 모였다. 외부 자문위원들은 단계별 BIM의 세부 평가항목과 변별력을 추가하고 항목별 가중치의 일괄화를 기술 수준 추가 도입에 따라 가중치 조정의 필요성을 언급하였다. 또한, BIM 자격 기준은 현재 별도의 경력관리가 이루어지고 있지 않으므로 실제 BIM 과업이 참여사업에 포함이 되어 있는지 확인하고 해당 참여 인력의 역할 등을 구체적으로 제시한 내용을 확인해야 한다고 제시하였다. 따라서 장기적인 관점에서 초기에는 변별력을 위한 진입장벽을 낮게 설정하는 것으로 시작하여 향후 적절한 정량적 평가 기준을 갖출 수 있도록 평가 기준의 방향성을 설정하였다.

1차 자문회의를 통해 보완된 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안)

은 2차 자문회의를 통해 추가 검토를 서면으로 수행할 계획이다. 현재 연구에서 제안한 개선(안)은 초기의 자문회의 검토 결과이고 최종 개선(안)의 검토 결과는 추가 자문회의 후에 추후 마련될 예정이다.

## 4. BIM기반 발주 평가 기준 제안

### 4.1 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안)

앞서 분석한 국내외 사례, 설문조사, 그리고 자문회의를 통해 마련된 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안)을 Figure 9처럼 철도 BIM 2030 로드맵(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2018)에 따라 단계별로 제시한다. 국내의 몇몇 발주 기관에서 전면 BIM 발주를 표명하였지만, 아직 BIM 기술의 효과를 최대한 활용하지 못하고 있고 충분한 BIM 인력과 조직이 부족한 실정이며, 급진적인 평가 기준은 발주처 및 입찰 참여 업체 모두에게 업무 부담을 가중하고 현실적으로 불가능하므로 BIM의 활성을 위한 단계별 기준을 제시한다. BIM을 포함한 스마트 건설 기술이 단계별로 추가 도입되면서 그에 따른 평가 지침도 추가되고, 가중치도 조정된다. 세부적으로 BIM 수행조직 및 인력 평가 항목은 정량과 정성 2가지 기준 개선(안)을 제시하고 2가지 평가 방식에서의 최소 자격 기준은 동일하다.

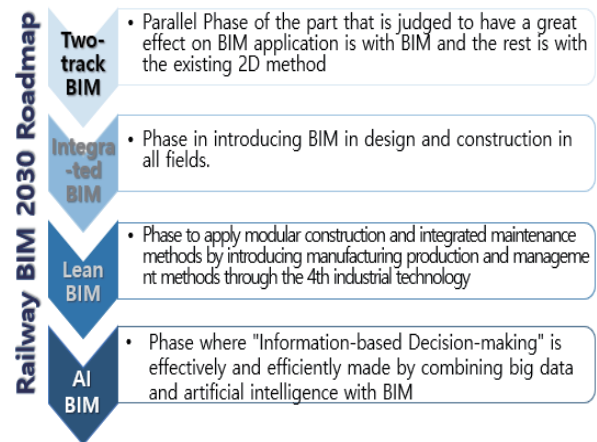


Figure 9. Korean railway BIM 2030 roadmap (Ministry of land, infrastructure and transport, 2018)

간략한 예로, Table 7과 같이 투트랙 및 통합 BIM 단계에서는 수행조직 및 인적 역량 평가항목에 가중치를 더 부여하여 BIM을 수행하는 조직과 인력들의 저변을 먼저 확대하고자 한다. BIM 수행조직과 기술자들의 초기 자격 기준과 항목 가중치를 평이하게 조정하여 BIM기반 발주 공사의 진입 장벽을 낮추고, 추가로 BIM 수행 경험이 많은 조직과 인력들의 불만을 해소하고자 가점을 제안하였다. Lean BIM 이후, 많은 업체와 인력들의 BIM 경험을

이 축적되면 수행 실적의 가중치와 최소 자격 기준을 설문조사에서 조사된 대로 상향하여 BIM 기술의 평균적인 능력을 높도록 제안하였다.

Table 7. Improved evaluation criteria on two-track & integrated BIM

Evaluation Field	Evaluation Criteria	Weight in %	Detailed Evaluation Criteria	Weight in %
Smart Construction Technology	Ability to perform Smart Construction Technology (BIM) (organization and manpower)	30	BIM performance of organization(firm) (number and amount of construction)	10
			BIM Manager's experience in performing BIM	10
			BIM Coordinator's experience in performing BIM	10
	Smart Construction Technology(BIM, IoT, ICT, etc.) Plan	25	BIM Execution Plan	12.5
			Smart Construction Technology Utilization Plan	12.5
	Smart Construction Technology(BIM, IoT, ICT, etc.) Design and Quality Management	25	BIM design quality management (standard, guarantee plan, solving quality-related problems, etc.) and examination of pre-construction system	12.5
			Examining and improving design quality using Smart Construction Technology	12.5
	Construction and Maintenance of Smart Construction Technology(BIM, IoT, ICT, etc.)	20	Process management applied with Smart Construction Technology (BIM, IoT, ICT, etc.)	10
			Utilization Plan to prevent safety accidents applied with Smart Construction Technology(BIM, IoT, ICT, etc.)	10
SUM	4	100	9	100

## 4.2 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안) 시범 적용

### 4.2.1 시범 적용 사업 – A 프로젝트

앞에서 제안한 BIM기반 발주 평가 기준(정량적인 평가)은 이미 발주 완료된 A 프로젝트의 낙찰업체를 통해 적절성을 검토하였다. 제출된 BIM 수행계획서를 기반으로 BIM 관련 세부 항목을 평가하였고, 추가로 BIM 수행조직과 인력에 대한 역량 평가를 정량적인 방법으로 실시하기 위해 확인이 가능한 낙찰업체의 참여 지분율을 고려한 BIM 수행 실적 건수와 금액을 참고하고, BIM 관리자와 담당자들의 건설 및 BIM 경력을 CV 등을 통해 확인하였다. 정량적인 방법의 BIM기반 평가 기준 항목을 통한 결과는 A 프로젝트의 최종 낙찰업체가 85점 이상으로 평가됐다. 실제 문서상의 BIM 수행 실적이 추가로 검토되면, 90점에 가까운 높은 점수를 획득할 것으로 예상되고, 가장 많은 감점은 BIM 품질관리 항목으로 품질관리 표준 기준과 품질 보증방안에 대해 구체적인 계획의 보완이 필요한 것으로 나타났다. 결론적으로 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안)을 기초로 평가된 A 프로젝트의 낙찰업체가 높은 점수를 획득하여 제안한 개선(안)의 적합성이 검증되었다.

### 4.2.2 시범 적용 사업 – B 프로젝트

B 프로젝트는 A 프로젝트와 달리 입찰에 참여한 3개 건설회사의 BIM 역량 평가를 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안)의 정성적인 방법을 통해 실시하였다. BIM 부분을 평가할 만한 구체적인 BIM 수행 실적과 인적 자원 역량 관련한 세부 자료가 부족하고 추가로 증빙 서류 제출 요구에 어려움이 존재하여 정성적인 방법으로 평가를 시행하였다. 기존에 제출한 문서를 통해 BIM 수행계획의 내용이 평가됐고, 결과는 Table 8처럼 기존 낙찰업체인 B\_a가 첫 번째 순위를 획득했다. B\_a 업체가 다른 입찰 참여 업체와의 차별성은 BIM 수행계획에서 BIM 모델 상세 수준과 IFC 변환 및 표준체계 준수, 공통데이터 환경 그리고 데이터 저장 서버 구축 등을 제시하였기 때문이다. 요약하면, 프로젝트 B의 최종 낙찰업체 B\_a가 BIM 평가 기준 개선(안)의 정성적인 방법을 통해 1순위로 선정되었으므로 개선(안)의 적합성이 검증되었음을 확인할 수 있었다.

Table 8. Application of improved evaluation criteria for existing BIM project B

Field of Smart Construction Technology	Companies Named for Case Study of B Project		
	B_a	B_b	B_c
Rank Evaluated by This Study	1	3	2
Bid Result	Successful Bidder	Unknown	Unknown

## 5. 향후 연구 진행 방향 및 결론

본 연구는 BIM기반 설계·시공 일괄입찰(T/K) 공사의 BIM 평가 기준 개선을 위해 표준화된 평가항목을 마련하고 세부 평가지침을 제시하는 평가 기준 방안을 제안하였다. 기존에 국내의 BIM 평가 기준에는 존재하지 않는 BIM 수행조직과 인적 자원에 대한 역량 평가를 정량과 정성적인 2가지 방법으로 제안하였고, 기존의 단순하게 되어 있던 평가항목들을 통해 BIM 역량을 평가하기에 어려움이 있어, 구체적인 세부 지침을 BIM 기술 수준의 단계별로 추가하여 제시하였다. 설문조사와 자문회의를 통해 BIM기반 발주 평가 기준 개선(안)의 적절성과 현실 적용 가능성을 검토하였고, 기존 발주 완료된 프로젝트들을 통하여 적합성을 검증할 수 있었다. 이 연구 결과는 향후 전면 BIM기반 발주를 위한 평가 기준의 기초 자료로써 활용이 가능하다. 그러나 BIM 수행 조직 및 인적 자원에 대한 역량평가 항목에서 정량/정성적 기준에 대한 내/외부 자문위원의 의견이 상이하였다. 따라서 철도사업에 영향이 큰 조직 및 인적자원에 대한 평가 기준은 장기적인 전략과 시장 수요를 보다 면밀히 분석하여 보완될 필요가 있다.

본 연구를 통해 필요한 후속 연구와 제도 개선의 내용은 다음



과 같다.

첫째, BIM 발주 평가 기준은 BIM 수행계획서와 제출되는 자료의 적절성을 검증하기 때문에, 향후 BIM기반 발주 공사가 제출한 계획서대로 설계 및 시공이 적절하게 완료됐는지 확인하고, 그 BIM 수행 결과에 대한 실적 역량을 점검하는 연구가 필요하다. 한 번의 BIM기반 공사 낙찰을 위해 BIM 수행계획서 등 제출자료에서 현실성이 없는 내용까지 추가한다는 우려가 제기되고 있기 때문이다.

둘째, BIM 수행조직 역량 평가와 관련하여 BIM기반 공사에 대한 공신력 있는 수행 실적 증명서가 존재하지 않아 현재는 빌딩스마트협회에 등록된 공사에 한해서 실적 증명서가 발급되고 있으므로, 이와 관련하여 제도 보완이 필요하다.

셋째, 기준 개선(안)의 범위가 설계·시공 일괄입찰 공사로 제한하고 유지관리 분야에 대한 BIM 평가항목이 존재할지라도, 실제 공사가 준공되고 유지관리 분야 단계에서 이 발주 평가 기준의 영향력이 지속될지에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부가 주관하고 국토교통과학기술진흥원에 서 시행한 2021년도 철도 인프라 BIM 발주관리체계 구축 및 실증 과제(21RBIM-B158179-02)의 연구비 지원에 의한 결과임.

## References

Alireza Ahmadian, F.F., Rashidi, T.H., Akbarnezhad, A., Waller, S. T. (2017). BIM-enabled sustainability assessment of material supply decisions, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(4), pp. 668–695.

Barlish, K., Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM—a case study approach, *Automation in Construction*, 24, pp. 149–159.

BS EN ISO 19650 (2018). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling, British Standards Institute. <https://www.iso.org/standard/68078.html> (Oct. 4. 2021).

BS EN ISO 19650–2 (2018). Organisation of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of assets British Standards Institute. <https://www.iso.org/standard/68080.html> (Oct. 4. 2021).

Building SMART alliance. (2015). Construction Operations Building information exchange (COBie). <https://www.wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie> (Oct. 1. 2021).

Chin, S. Y. (2020). Storytelling BIM. CIR. pp. 120–200

CPlx (2013), Building Information Modelling (BIM) Assessment Templates (IT Resource and Supplier Assessment), Construction Project Information Committee, <https://www.cpic.org.uk/cpix/cpix-bim-assessment-file> (Oct. 5. 2021).

Doloi, H. (2009), Analysis of Pre-qualification Criteria in Contractor Selection and Their Impacts on Project Success, *Construction Management and Economics*, 27(12), pp. 1245–1263.

Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011). BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons. pp. 1–30

El-Abbasy, M.S., Zayed, T., Ahmed, M., Alzraiee, H., Abouhamad, M. (2013), Contractor Selection Model for Highway Projects Using Integrated Simulation and Analytic Network Process, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(7), pp. 755–767.

Gangneung-Jejin single-track railway section 2 construction work (2021). Korea National Railway. pp. 300–375

Giel, B., Issa, R. (2015), Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners, *Journal of Management in Engineering*, ASCE, pp. 1–15.

Lee, G. I., Park, J. J., Choi, H. I., Shin, M. H. (2018). A Study on the Development of BIM based Railway Infrastructure Information Management System for the Analysis of BIM Applications in Government and Public Agencies. DOI: <https://doi.org/10.13161/kibim.2018.8.1.001>.

Mahamadu, A.-M., Mahdjoubi, L., Booth, C. (2017), Critical BIM qualification criteria for construction pre-qualification and selection, *Architectural Engineering and Design Management*, 13(5) pp. 326–343.

- Manu, E., Ankrah, N., Chinyio, E., Proverbs, D. (2015). Trust influencing factors in maincontractor and subcontractor relationships during projects, *International Journal of Project Management*, 3(7), pp. 1495–1508.
- National Jidokgwon Forest Healing Center Creation Project (2020). Public Procurement Service. <https://www.g2b.go.kr/pt/menu/selectSubFrame.do?framesrc=/pt/menu/frameTgong.do?url=https://www.g2b.go.kr:8101/ep/tbid/tbidList.do?taskCls=&bidNm=%C1%F6%B4%F6%B1%C7&searchDtType=1&fromBidDt=2019/11/01&toBidDt=2021/12/30&fromOpenBidDt=&toOpenBidDt=&radOrgan=1&instNm=&area=&regYn=Y&bidSearchType=1&searchType=1> (Oct. 6, 2021).
- PAS 1192:3 (2013), Tender Documents BIM 1401, <https://cic.org.uk/admin/resources/bim-1401-tender-documents.pdf> (Oct. 5, 2021).
- Railway BIM 2030 Roadmap (2018). Ministry of Land, Infrastructure and Transport. [http://big.yonsei.ac.kr/railbim/reports/RailBIM2030Roadmap\\_Full\\_Eng\\_Final.pdf](http://big.yonsei.ac.kr/railbim/reports/RailBIM2030Roadmap_Full_Eng_Final.pdf) (Oct. 4, 2021).
- Singapore Government (2013). Singapore\_BIM\_Guide Version 2.0. <https://www.corenet.gov.sg/general/bim-guides/singapore-bim-guide-version-20.aspx> (Oct. 5, 2021).
- Succar, B., Sher, W., Williams, A. (2013), An Integrated Approach to BIM Competency Assessment, Acquisition And Application, *Automation in Construction*, 35, pp. 174–189.
- Van Berlo, L. A. H. M., Dijkmans, T., Hendriks, H., Spekkink, D., Pel, W. (2012). BIM QuickScan: benchmark of BIM performance in the Netherlands. In *Proceedings of the ClB*. <https://itc.scix.net/pdfs/w78-2012-Paper-30.pdf> (Oct. 5, 2021).
- Mahamadu, A. M., Manu, P., Mahdjoubi, L., Booth, C., Aigbavboa, C., Abanda, F. H. (2019). The importance of BIM capability assessment: An evaluation of post-selection performance of organisations on construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, [https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/99833447/Authors\\_Accepted\\_Version.pdf](https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/99833447/Authors_Accepted_Version.pdf) (Oct. 1, 2021).