

**PROJECT MANAGEMENT ISSUES IN MEGA  
CONSTRUCTION PROJECTS**

**OM PRAKASH TRIPATHI**



**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI**

**JUNE 2023**

**PROJECT MANAGEMENT ISSUES IN MEGA  
CONSTRUCTION PROJECTS**

by

**OM PRAKASH TRIPATHI**  
Department of Civil Engineering

*Submitted*

*In fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy*

to the



**INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY DELHI**

**JUNE 2023**

## CERTIFICATE

---

This is to certify that the thesis entitled “**Project Management Issues in Mega Construction Projects**”, being submitted by **Mr. Om Prakash Tripathi** to the Indian Institute of Technology Delhi for the award of the degree of **Doctor of Philosophy** is a bonafide record of the research work carried out by him under our supervision and guidance. The thesis work, in our opinion, has reached the requisite standard, fulfilling the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

The contents of this thesis, in full or in parts, have not been submitted to any other University or Institute for the award of any degree or diploma.

Dr A. K. Jain  
(Professor)

Department of Civil Engineering  
Indian Institute of Technology, Delhi  
New Delhi – 110016  
India

Dr Kumar Neeraj Jha  
(Professor)

Department of Civil Engineering  
Indian Institute of Technology, Delhi  
New Delhi – 110016  
India

## ACKNOWLEDGEMENTS

---

I would like to extend my sincere gratitude to my guide Prof. Kumar Neeraj Jha and Prof. A. K. Jain, Department of Civil Engineering, IIT Delhi, for their valuable guidance, constant support, encouragement, consistent, and utmost cooperation at every stage throughout the duration of the study. It was a highly educative and memorable experience working under their supervision.

I am thankful to my student research committee members, Prof. Mukesh Khare and Prof Sahil Bansal of Department of Civil Engineering, IIT Delhi, and Prof Ravi Shankar of Department of Management Studies, IIT Delhi, for their valuable inputs in my study. I am also thankful to Dr Uma Maheswari and Dr V. K Agrawal, earlier research committee members for their valuable inputs.

I wish to take this opportunity to extend my sincere thanks to other faculty members of IIT Delhi with whom I interacted occasionally. I also thank all the staff members of the Department of Civil Engineering, IIT Delhi, especially Mr. Randhir Kumar Jha, Mr. Rajeev Aggarwal, Mr. Jeet Ram, and Mr. Amit, for all possible help and guidance rendered by them during my research work.

I thank my research group colleagues and friends Ms. Garima Lohani Bhagat, Dr S. Z. S. Tabish, Dr. Santu Kar, Dr. Abhilasha Panwar and Dr. Sparsh Johri, Ms. Nivea Thomos, Mr. Murali Krishna with whom I carried out significant technical discussions at various stages of my research, and who have rendered all possible help during the course of this study.

I extend my sincere thanks to Er Daljit Singh, Er C P Singh, Er O. S. Saini and Er R. K. Gupta, and other officers of DMRC, who helped me in various ways during the

course of this study. Sincere thanks are also due to Er I. S. Rana, Er P. C. Arya and other officers of NHAI, whose valuable support helped me in completion of the study. I extend my sincere thanks to Er P. S. Chauhan, Er S. P. Chaudhury, Er P. Bhagat Singh, Er Manohar Lal, Er Ramdayal, Er Rajesh Banga, Er Shieny Singhal and other officers of CPWD, without whose support the work could not have been possible.

As is the case with my research, the respondents, interviewees, and workshop participants played a major role in providing me with significant inputs. I am grateful to all the respondents and interviewees who contributed by filling in the questionnaire, sparing their valuable time and giving insight into my research problem.

I extend my deepest gratitude and heartfelt thanks to my wife Seema Tripathi, daughters Anupriya, Aishwarya, son in-laws Shri Abhinav Tripathi, Shri Purvesh Shelat and my son Mridul for their constant support and encouragement throughout the course of the study. My daughters and my son helped me in various ways in launching the questionnaire survey on google forms. Words of appreciation from son encouraged me on many occasions. I whole heartedly thank my elders in my family for their support and blessings. Finally, I thank Shri Jatin, for his help through the course of the study.

**Om Prakash Tripathi**

## ABSTRACT

---

The success of the infrastructure projects of government organizations depends primarily on government policies, which include the rules, regulations, manuals, standard contract documents, systems, and practices that govern mutual relations between the government and private contractors to a large extent. This study aimed to critically examine this part of the project management system of government organizations and to suggest measures for its improvement. The systems of three government organizations, viz. Central Public Works Department (CPWD), Delhi Metro Rail Corporation (DMRC), and National Highway Authority of India (NHAI) were studied in detail by examining their documents and interviewing their senior officers. Their salient features were compared and best practices grouped to frame propositions and determine the opinion of experts regarding their implementation. Consensus on the suggested propositions was measured using a questionnaire survey and a Delphi analysis, and out of 11 propositions, consensus was found on nine of them; therefore, these nine propositions were suggested for adoption by the three organizations to bring about system improvements. Said improvements were expected to be the authentication of the tender process, a less time-consuming and dispute-free process, enhancement of the financial liquidity of the contractor through assurance of timely payments, compensation for losses due to idling of labor and machinery, adoption of strict measures in the contract through the introduction of a debarment clause for failure to perform, and deemed termination of the contract in case of abnormal delays in preconstruction activities. The most crucial recommendation that emerged in the study was the introduction of a “focus on delivery” clause in the work manual, which would enhance bona fide decisions in favor of work while addressing various issues faced during work execution.

Management of delays is one of the critical issues in construction contracts. To fix the responsibility and avoid disputes in construction projects, the delays attributable to the client, contractor, and beyond the control of either party need to be appropriately identified and accounted for in the contract document. The present study critically examines construction contracts of different government organizations in India for various provisions concerning delays, delay damages, and levy of compensation and suggests improvement measures. It also proposes a mathematical framework for calculating the levy of compensation for delays attributable to the contractor incorporating various relevant factors. The findings are based on a detailed study of the project management system of the three government organizations, and subsequent interview with the senior government arbitrator and workshop with senior construction professionals working in these organizations. The study found that the existing contract provisions for calculating delay compensations sometimes can be flawed and biased. Moreover, the prevalent methods to determine the levy of compensation do not consider many relevant factors, such as delays that occurred due to the client and total delay. The proposed framework can help construction practitioners calculate the compensation levy for delay damages in a fair and balanced manner.

Megaprojects play a pivotal role in the socioeconomic development of any country and contribute significantly to employment generation and national gross domestic product. The construction industry has many beneficial roles, but it also has numerous detrimental impacts. These impacts include natural resource depletion, energy consumption, environmental pollution, harmful gas emissions, and waste generation. It is imperative to avoid such detrimental impacts and ensure sustainable development by adopting green measures. Many studies have been conducted on sustainable construction, some of which have also focused on determining critical success factors

(CSFs). However, studies on the sustainability of mega construction projects are limited. In the literature, no study was found that determined CSFs for the sustainability of mega construction projects. To fill this gap, this study aimed to determine success attributes for the sustainability of mega construction projects, to evaluate their underlying structure, and to determine CSFs and their relative importance. Attributes were prepared based on a literature survey and discussions with experts. A questionnaire survey was conducted with experts who handle megaprojects. The respondents were asked to select a megaproject with which they were associated and rate its sustainability performance. They were also asked to rate the impact of attributes on the sustainability performance of the project. Subsequently, exploratory factor analysis was conducted to group the attributes into smaller sets of factors. Using multiple regression analysis, CSFs and their relative importance were determined. This study found nine success factors and four CSFs. The CSFs were as follows: adequate budget provision and effective governance, mandatory environmental impact assessment and enforcement, sustainable design with proper site feature management, and effective construction stage monitoring and management. The study provides vital inputs for stakeholders to adopt in their projects to enhance their sustainability performance. Since the study is unique for mega projects, there is a need for similar studies in future to create pool of data for comparison and further analysis.

The safety of workers at worksites, becomes a major social responsibility and challenge. The construction industry has the highest accident rate and is considered the most dangerous industry globally. It is thus imperative to prevent such a situation and move toward safer construction. Many studies exist on safety issues in construction projects, some of which have determined critical success factors (CSFs) for safety. However, safety studies specifically on MCPs are limited. In the literature, no study was

found to have determined CSFs for the safety performance of MCPs. To fill this gap, this study aimed to determine success attributes for the safety of MCPs, evaluate their underlying structure, and determine CSFs and their relative importance. Attributes were prepared in the similar manner as sustainability attributes. Data were collected through a questionnaire survey, in which industry experts with experience of handling megaprojects were asked to rate the degree of safety arrangements in a select megaproject with which they were associated. They were also asked to rate the impact of attributes on the safety of the project. Subsequently, exploratory factor analysis was conducted to group the attributes into smaller sets of factors. Using multiple regression analysis, CSFs and their relative importance were determined. This study found five success factors and three CSFs. The CSFs were as follows: management support and commitment, adherence to safety rules and procedures, and a proactive approach of supervisory staff. The findings of this study have theoretical as well as practical application. In theory, this study adds to the body of knowledge, while in practice it provides CSFs for safety for stakeholders to adopt in their projects to enhance their safety performance. Since this study is unique to megaprojects, a need exists for similar studies to be conducted in the future to create a pool of data for comparison and further analysis.

Finally, three case studies were conducted; selecting one MCP each from the three government organizations. It is found that the system adopted in the case study projects are broadly and qualitatively similar to that adopted in the research objectives. The CSFs identified in the research for sustainability and safety are also in practice in the case study projects. Thus, the case studies support the data inputs and results of this research.

Keywords: Mega construction, contract management, project management, comparative analysis, Delphi method, project delays, delay damages, levy of compensation, sustainable construction, green building, critical success factor (CSF), environmental performance, safety performance, construction safety, safety issues in mega construction.

# सारांश

---

सरकारी संगठनों की इंफ्रास्ट्रक्चर परियोजनाओं की सफलता मुख्य रूप से सरकारी नीतियों पर निर्भर करती है, जिसमें नियम, विनियम, नियमावली, मानक अनुबंध दस्तावेज, प्रणालियां और प्रथाएं शामिल हैं जो काफी हद तक सरकार और निजी ठेकेदारों के बीच आपसी संबंधों को नियंत्रित करती हैं। इस अध्ययन का उद्देश्य सरकारी संगठनों की परियोजना प्रबंधन प्रणाली की आलोचनात्मक जांच करना और इसके सुधार के उपायों पर सुझाव देना है। तीन सरकारी संगठनों, अर्थात् केंद्रीय लोक निर्माण विभाग (सीपीडब्ल्यूडी), दिल्ली मेट्रो रेल कॉरपोरेशन (डीएमआरसी) और भारतीय राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण (एनएचएआई) की परियोजना प्रणाली का, उनके दस्तावेजों की जांच कर और उनके वरिष्ठ अधिकारियों के साक्षात्कार लेकर विस्तार से अध्ययन किया गया। उनकी मुख्य विशेषताओं की तुलना की गई और परिवर्तन के प्रस्तावों को प्रेम करने के लिए सर्वोत्तम प्रथाओं को समूहीकृत किया गया और उनके कार्यान्वयन के संबंध में विशेषज्ञों की राय निर्धारित की गई। सुझाए गए प्रस्तावों पर आम सहमति को एक प्रश्नावली सर्वेक्षण और एक डेल्फी विश्लेषण का उपयोग करके मापा गया, और 11 प्रस्तावों में से नौ पर आम सहमति पाई गई; इसलिए, सिस्टम में सुधार लाने के लिए इन नौ प्रस्तावों को तीन संगठनों द्वारा अपनाने का सुझाव दिया गया। उक्त सुधारों में निविदा प्रक्रिया के प्रमाणीकरण, कम समय लेने वाली और विवाद-मुक्त प्रक्रिया, समय पर भुगतान के आश्वासन से ठेकेदार की वित्तीय तरलता में वृद्धि, श्रम और मशीनरी के निष्क्रिय रहने के कारण नुकसान की भरपाई, शामिल है। इसके अतिरिक्त, ठेकेदार द्वारा कार्य करने में विफलता के लिए एक डिबारमेंट क्लॉज (debarment clause), निर्माण पूर्व गतिविधियों में असामान्य देरी के मामले में अनुबंध की समाप्ति के माध्यम से सख्त उपाय शामिल है। अध्ययन में उभरी सबसे महत्वपूर्ण सिफारिश कार्य नियमावली में "डिलीवरी पर ध्यान केंद्रित" करने के लिए उपयुक्त

क्लाज समावेशित करना, जो कार्य निष्पादन के दौरान आने वाले विभिन्न मुद्दों को हल करने के लिए कार्य के पक्ष में वास्तविक निर्णयों को बढ़ाएगा।

देरी का प्रबंधन निर्माण अनुबंधों में महत्वपूर्ण मुद्दों में से एक है। उत्तरदायित्व तय करने और निर्माण परियोजनाओं में विवादों से बचने के लिए, ग्राहक, ठेकेदार, और किसी भी पक्ष के नियंत्रण से परे होने वाली देरी को उचित रूप से पहचानने और अनुबंध दस्तावेज़ में शामिल करने की आवश्यकता है। वर्तमान अध्ययन भारत में तीन सरकारी संगठनों के निर्माण अनुबंधों की देरी, देरी से होने वाली क्षति, और मुआवजे की उगाही से संबंधित विभिन्न प्रावधानों की जांच करता है और सुधार के उपायों पर सुझाव देता है। यह विभिन्न प्रासंगिक कारकों को शामिल करते हुए ठेकेदार के कारण होने वाली देरी के लिए मुआवजे की गणना के लिए एक गणितीय संरचना का भी प्रस्ताव करता है। निष्कर्ष तीन सरकारी संगठनों की परियोजना प्रबंधन प्रणाली के विस्तृत अध्ययन, वरिष्ठ सरकारी मध्यस्थ के साक्षात्कार और वरिष्ठ निर्माण विशेषज्ञों के साथ कार्यशाला पर आधारित हैं। अध्ययन में पाया गया कि विलंब मुआवजे की गणना के लिए मौजूदा अनुबंध प्रावधान कभी-कभी त्रुटिपूर्ण और पक्षपाती हो सकते हैं। इसके अलावा, मुआवजे की उगाही निर्धारित करने के प्रचलित तरीकों में कई प्रासंगिक कारकों पर विचार नहीं किया जाता है, जैसे ग्राहक के कारण होने वाली देरी और कुल देरी। प्रस्तावित संरचना निर्माण व्यवसायियों को उचित और संतुलित तरीके से देरी से हुए नुकसान के लिए मुआवजे की गणना करने में मदद कर सकता है।

मेगाप्रोजेक्ट्स किसी भी देश के सामाजिक और आर्थिक विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और रोजगार सृजन और राष्ट्रीय सकल घरेलू उत्पाद में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं। निर्माण उद्योग की कई लाभकारी भूमिकाएँ हैं, लेकिन इसके कई हानिकारक प्रभाव भी हैं। इन प्रभावों में प्राकृतिक संसाधन की कमी, ऊर्जा की खपत, पर्यावरण प्रदूषण, हानिकारक गैस उत्सर्जन और अपशिष्ट उत्पादन शामिल हैं। इस तरह के हानिकारक प्रभावों से बचना और हरित उपायों को अपनाकर सतत विकास सुनिश्चित करना अत्यावश्यक है। टिकाऊ निर्माण (Sustainable construction) पर कई अध्ययन किए गए हैं, जिनमें से कुछ ने महत्वपूर्ण सफलता कारकों (सीएसएफ, Critical success factors)

को निर्धारित करने पर भी ध्यान केंद्रित किया है। हालांकि, मेगा निर्माण परियोजनाओं के स्थायित्व (Sustainability) पर अध्ययन सीमित हैं। साहित्य में, ऐसा कोई अध्ययन नहीं पाया गया जो मेगा निर्माण परियोजनाओं के स्थायित्व के लिए सीएसएफ को निर्धारित करता हो। इस अंतर को भरने के लिए, इस अध्ययन का उद्देश्य मेगा निर्माण परियोजनाओं के स्थायित्व के लिए सफलता के एट्रीब्यूट (attribute) को निर्धारित करना, उनकी अंतर्निहित संरचना का मूल्यांकन करना और सीएसएफ और उनके सापेक्ष महत्व को निर्धारित करना था। इसके लिए साहित्य सर्वेक्षण और विशेषज्ञों के साथ विचार-विमर्श के आधार पर एट्रीब्यूट तैयार किए गए। मेगाप्रोजेक्ट्स से जुड़े विशेषज्ञों के साथ एक प्रश्नावली सर्वेक्षण किया गया। उत्तरदाताओं को एक मेगाप्रोजेक्ट का चयन करने के लिए कहा गया जिसके साथ वे जुड़े हुए थे और इसके स्थायित्व प्रदर्शन (sustainability performance) को रेट करने के लिए कहा गया था। उन्हें परियोजना के स्थायित्व प्रदर्शन पर एट्रीब्यूट (attributes) के प्रभाव को रेट करने के लिए भी कहा गया था। इसके बाद, कारकों के छोटे समूहों में एट्रीब्यूट को समूहित करने के लिए खोजपूर्ण कारक विश्लेषण (Exploratory Factor Analysis) किया गया। एकाधिक प्रतिगमन विश्लेषण (multiple regression analysis) का उपयोग करते हुए, CSF और उनके सापेक्ष महत्व का निर्धारण किया गया। इस अध्ययन में नौ सफलता कारक (success factors) और चार सीएसएफ (critical success factors) पाए गए। सीएसएफ इस प्रकार थे: पर्याप्त बजट प्रावधान और प्रभावी प्रशासन, अनिवार्य पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन और प्रवर्तन, उचित साइट सुविधा प्रबंधन के साथ टिकाऊ डिजाइन, और प्रभावी निर्माण चरण निगरानी और प्रबंधन। यह अध्ययन हितधारकों को उनके सतत प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए उनकी परियोजनाओं में अपनाने के लिए महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है। चूंकि अध्ययन मेगा परियोजनाओं के लिए प्रथम है, भविष्य में तुलना और आगे के विश्लेषण के लिए डेटा का पूल बनाने के लिए इसी तरह के और अध्ययन की आवश्यकता है।

कार्यस्थलों पर श्रमिकों की सुरक्षा एक प्रमुख सामाजिक जिम्मेदारी और चुनौती है। निर्माण उद्योग में दुर्घटना दर सबसे अधिक है और इसे विश्व स्तर पर सबसे खतरनाक उद्योग माना जाता है। इसलिए ऐसी स्थिति को रोकना और सुरक्षित निर्माण की ओर बढ़ना अत्यावश्यक है। निर्माण परियोजनाओं में सुरक्षा के मुद्दों पर कई अध्ययन मौजूद हैं, जिनमें से कुछ ने सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण सफलता कारक (सीएसएफ) निर्धारित किए हैं। हालाँकि, विशेष रूप से MCPs पर सुरक्षा अध्ययन सीमित हैं। साहित्य में, MCPs के सुरक्षा प्रदर्शन के लिए CSFs निर्धारित करने के लिए कोई अध्ययन नहीं पाया गया। इस अंतर को भरने के लिए, इस अध्ययन का उद्देश्य MCPs की सुरक्षा के लिए सफलता के एट्रीब्यूट्स को निर्धारित करना, उनकी अंतर्निहित संरचना का मूल्यांकन करना और CSFs और उनके सापेक्ष महत्व को निर्धारित करना है। सुरक्षा एट्रीब्यूट्स, स्थायित्व एट्रीब्यूट्स के समान तरीके से तैयार किया गया। डेटा एक प्रश्नावली सर्वेक्षण के माध्यम से एकत्र किया गया, जिसमें मेगाप्रोजेक्ट्स से जुड़े अनुभव वाले उद्योग विशेषज्ञों को एक चुनिंदा मेगाप्रोजेक्ट में सुरक्षा व्यवस्था की डिग्री का मूल्यांकन करने के लिए कहा गया था, जिसके साथ वे जुड़े थे। उन्हें परियोजना की सुरक्षा पर एट्रीब्यूट्स के प्रभाव को रेट करने के लिए भी कहा गया। इसके बाद, कारकों के छोटे समूहों में एट्रीब्यूट्स को समूहित करने के लिए खोजपूर्ण कारक विश्लेषण (Exploratory Factor Analysis) किया गया। एकाधिक प्रतिगमन विश्लेषण (multiple regression analysis) का उपयोग करते हुए, CSFs और उनके सापेक्ष महत्व का निर्धारण किया गया। इस अध्ययन में पांच सफलता कारक (success factors) और तीन सीएसएफ पाए गए। सीएसएफ इस प्रकार थे: प्रबंधन समर्थन और प्रतिबद्धता, सुरक्षा नियमों और प्रक्रियाओं का पालन, और पर्यवेक्षी कर्मचारियों का एक सक्रिय दृष्टिकोण। इस अध्ययन के निष्कर्षों का सैद्धांतिक के साथ-साथ व्यावहारिक अनुप्रयोग भी हैं। सिद्धांत रूप में, यह अध्ययन इस विषय पर ज्ञान के कोस में वृद्धि करता है, जबकि व्यवहार में यह अपने सुरक्षा प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए हितधारकों को अपनी परियोजनाओं में अपनाने के लिए सुरक्षा के लिए सीएसएफ प्रदान

करता है। चूंकि यह अध्ययन मेगाप्रोजेक्ट्स के लिए प्रथम है, तुलना और आगे के विश्लेषण के लिए डेटा का एक पूल बनाने के लिए भविष्य में इसी तरह के और अध्ययन किए जाने की आवश्यकता है।

अंत में, तीन केस स्टडी अध्ययन किए गए; तीन सरकारी संगठनों में से प्रत्येक से एक MCP का चयन किया गया। यह पाया गया है कि केस स्टडी प्रोजेक्ट्स में अपनाई गई प्रणाली मोटे तौर पर और गुणात्मक रूप से अनुसंधान उद्देश्यों में अपनाई गई प्रणाली के समान है। स्थायित्व (Sustainability) और सुरक्षा के लिए अनुसंधान में पहचाने गए सीएसएफ, केस स्टडी परियोजनाओं में भी व्यवहार में हैं। इस प्रकार, केस स्टडी इस शोध के डेटा इनपुट और परिणामों का समर्थन करते हैं।

खोज शब्द: मेगा निर्माण, अनुबंध प्रबंधन, परियोजना प्रबंधन, तुलनात्मक विश्लेषण, डेल्टा विधि, परियोजना में देरी, देरी से नुकसान, मुआवजे की उगाही, टिकाऊ निर्माण, हरित भवन, महत्वपूर्ण सफलता कारक (सीएसएफ), पर्यावरण प्रदर्शन, सुरक्षा प्रदर्शन, निर्माण सुरक्षा, मेगा निर्माण में सुरक्षा के मुद्दे।

## TABLE OF CONTENTS

---

CERTIFICATE.....	i
ACKNOWLEDGEMENTS.....	ii
ABSTRACT .....	iv
TABLE OF CONTENTS.....	xiv
LIST OF FIGURES .....	xxii
LIST OF TABLES.....	xxiii
LIST OF ABBREVIATIONS.....	xxv
CHAPTER 1 Introduction.....	1
1.1 Background .....	1
1.2 Definition of a Megaproject.....	2
1.3 Motivation for the Research Work.....	3
1.3.1 Comparative study of project management system of government organizations.....	3
1.3.2 Delay damages and levy of compensation.....	5
1.3.3 Sustainability of MCPs .....	9
1.3.4 Safety issues in MCPs.....	12
1.4 Research Aim.....	15
1.5 Research Objectives.....	15
1.6 Scope of the Study.....	16
1.7 Organization of the Thesis .....	17
1.8 Summary .....	20
CHAPTER 2 Literature Review.....	21
2.1 Background .....	21

2.2	Overview of the Construction Industry .....	21
2.3	Overview of MCPs.....	24
2.4	Definition of MCPs .....	26
2.4.1	Cost threshold values of megaprojects .....	30
2.5	Success of MCPs.....	31
2.6	Definition of Project Success .....	32
2.6.1	Macro and Micro viewpoint of project success .....	35
2.7	Criteria for Measuring Project Success.....	36
2.8	Critical Success Factors .....	37
2.9	Comparative Study of Project Management System of Government Organizations .....	39
2.10	Delay, Delay damages, Levy of compensation .....	41
2.11	Sustainability of MCPs.....	46
2.12	Safety Issues in MCPs .....	52
2.13	Research Gaps .....	57
2.14	Summary.....	59
CHAPTER 3 Research Methodology.....		60
3.1	Background .....	60
3.2	Research Methodology.....	60
3.2.1	Research philosophy .....	63
3.2.2	Philosophies adopted in the present research.....	66
3.2.3	Research process .....	67
3.2.4	Research approach .....	68
3.2.5	Research strategy .....	70
3.2.6	Research method choices .....	71

3.2.7	Data collection and analysis.....	72
3.3	Methodology Adopted for Research Objectives .....	74
3.3.1	Selection of government organizations for the study .....	75
3.3.2	Grounds for selection.....	75
3.3.3	Study of statutes.....	76
3.3.4	Objective 1 method.....	77
3.3.5	Objective 2 method.....	79
3.3.6	Objective 3 method.....	80
3.3.7	Objective 4 method.....	82
3.4	Methodology for Objective 5 .....	83
3.4.1	Sustainability study.....	83
3.4.2	Safety study.....	84
3.5	Summary .....	86
CHAPTER 4	A Comparative Study of Project Management Systems.....	88
4.1	Introduction .....	88
4.2	Step-wise Description of the Data Collection .....	89
4.3	Write-up of Project Management Systems.....	91
4.3.1	Project management in CPWD.....	91
4.3.2	Project management in DMRC.....	93
4.3.3	Project management in NHAI.....	95
4.4	Salient Features and Their Comparison .....	97
4.4.1	Pre-construction stage activities .....	97
4.4.2	Construction-stage activities.....	98
4.4.3	Discussions of related provisions of FIDIC contracts .....	112
4.5	Propositions.....	113

4.6	Results .....	115
4.7	Summary and Conclusions.....	116
CHAPTER 5 Measuring Degree of Consensus for Propositions .....		117
5.1	Introduction .....	117
5.2	Collection of Data and Analysis.....	117
5.2.1	Administration of the questionnaire.....	117
5.2.2	Selection of respondents .....	118
5.2.3	Defining consensus .....	120
5.3	First-round Questionnaire Survey and Analysis .....	121
5.4	Second-round Survey .....	122
5.5	Analysis of Final Responses .....	123
5.5.1	Reliability test .....	125
5.6	Interpretation and Discussion of the Results.....	125
5.6.1	Proposition 1 .....	125
5.6.2	Propositions 2, 3, and 4.....	126
5.6.3	Proposition 5 .....	127
5.6.4	Proposition 6 .....	128
5.6.5	Proposition 7 .....	128
5.6.6	Proposition 8 .....	129
5.6.7	Proposition 9 .....	129
5.6.8	Proposition 10 .....	129
5.6.9	Proposition 11 .....	130
5.7	Summary and Conclusions.....	130
CHAPTER 6 Evaluation of the Government Contracts for Accounting Various Types of Delays .....		132

6.1	Introduction .....	132
6.2	Provisions of Extension of Time and Financial Compensation to Contractor for Categories 1 and 2 Delays .....	133
6.2.1	Central Public Works Department (CPWD).....	133
6.2.2	Delhi Metro Rail Corporation (DMRC) .....	134
6.2.3	National Highway Authority of India (NHAI) .....	136
6.3	Discussion .....	137
6.3.1	Related provisions in FIDIC contracts.....	137
6.3.2	Consensus measurement through Delphi analysis .....	139
6.3.3	Interview with the government arbitrator .....	140
6.4	Results .....	141
6.4.1	Validation of the Result .....	141
6.5	Summary and Conclusions.....	142
CHAPTER 7 Framework for Calculation of Levy for Category 3 Delays.....		143
7.1	Introduction .....	143
7.2	Provision for Levy of Compensation for Delays in Standard Government Contracts .....	143
7.2.1	Central Public Works Department (CPWD).....	143
7.2.2	Delhi Metro Rail Corporation (DMRC) .....	145
7.2.3	National Highway Authority of India (NHAI) .....	146
7.2.4	Provisions in FIDIC contracts.....	147
7.3	Discussion .....	148
7.4	Proposed Framework for Calculation of Levy of Compensation .....	149
7.5	Validation of the Result.....	155
7.6	Summary and Conclusions.....	155

CHAPTER 8	Identification of Critical Success Factors for Sustainability.....	157
8.1	Introduction .....	157
8.2	Identification of Sustainability Attributes .....	157
8.3	Questionnaire Survey and Data Collection .....	162
8.4	Data Analysis .....	165
8.5	Discussion of the Extracted Success Factors .....	169
8.5.1	Techniques to ensure energy cycle optimization and training.....	169
8.5.2	Implementation of measures to ensure water cycle management.....	170
8.5.3	Effective construction stage monitoring and management.....	170
8.5.4	Mandatory environmental impact assessment and enforcement .....	171
8.5.5	Adequate budget provision and effective governance .....	172
8.5.6	Sustainable design with proper site feature management .....	173
8.5.7	Optimal use of building materials and resources .....	174
8.5.8	Reuse of waste as construction materials.....	174
8.5.9	Adherence to mandatory green building norms.....	175
8.6	Determining Critical Success Factors .....	175
8.7	Results .....	177
8.8	Summary .....	179
CHAPTER 9	Identification of Critical Success Factors for Safety.....	180
9.1	Introduction .....	180
9.2	Identification of Safety Attributes.....	181
9.3	Administration of the Questionnaire Survey and Collection of Data .....	184
9.4	Data Analysis .....	187
9.5	Discussion of the Extracted Success Factors .....	190
9.5.1	Management support and commitment.....	191

9.5.2	Efficient safety climate on-site .....	191
9.5.3	Adherence to safety rules and procedures .....	192
9.5.4	Proactive approach of supervisory staff.....	193
9.5.5	Workers' involvement in safety .....	194
9.6	Determining Critical Success Factors .....	194
9.7	Results .....	195
9.8	Summary .....	198
CHAPTER 10	Case Study.....	200
10.1	Introduction .....	200
10.2	Case Study 1 .....	201
10.2.1	Salient features relating to the project .....	203
10.3	Case Study 2.....	207
10.3.1	Salient features relating to the project .....	209
10.4	Case Study 3 .....	212
10.4.1	Salient features relating to the project .....	214
10.5	Discussion.....	217
10.5.1	Case Study 1 .....	218
10.5.2	Case Study 2 .....	221
10.5.3	Case Study 3 .....	223
10.6	Result.....	224
10.7	Summary.....	225
CHAPTER 11	Summary and Conclusions.....	226
11.1	Introduction .....	226
11.1	Summary of the Study .....	227
11.2	Conclusions .....	231

11.3	Limitation of the study .....	234
11.4	Expected Contributions from This Research.....	235
11.4.1	Contributions to theory and practice.....	235
11.4.2	Contributions to industry .....	237
11.4.3	Contributions to society .....	238
11.5	Scope for Future Research.....	238
References	.....	240
Appendix A	sample Questionnaire Round 1 .....	277
Appendix B	sample Questionnaire Round 2.....	280
Appendix C	sample Questionnaire .....	284
Appendix D	sample Questionnaire .....	288
Publication/Submission based on the Thesis	.....	292
Bio Data of the Author.....		294

## LIST OF FIGURES

---

Figure 3.1 Research “onion” (Saunders <i>et al.</i> , 2009) .....	66
Figure 3.2: Research Process in Flow Chart (Kothari, 2004).....	68
Figure 3.3 Method framework for Objective 1 .....	79
Figure 3.4: Method Framework Objective 2.....	81
Figure 3.5: Method framework for objective 3.....	82
Figure 3.6: Method framework for Objective 5 – sustainability .....	85
Figure 3.7: Method framework for Objective 5 - safety.....	86
Figure 4.1: Route map.....	94
Figure 5.1: Response of individual expert vs median value (sample) .....	123
Figure 7.1: Value of K for different value of DT/S and DC/DT .....	1530

## **LIST OF TABLES**

---

Table 2.1 Definitions of megaproject .....	28
Table 2.2: Cost threshold values of megaprojects .....	31
Table 3.1: Methods adopted in each objective.....	62
Table 3.2: Research method classification for each objective .....	73
Table 4.1: Comparison of salient features - pre-construction stage activities .....	99
Table 4.2: Comparison of salient features - construction stage activities.....	103
Table 4.3: Description of propositions.....	113
Table 5.1: Respondent's profile – Delphi analysis .....	119
Table 5.2: Analysis of first round response .....	121
Table 5.3: Analysis of final response.....	124
Table 6.1: Comparative summary – delay provisions .....	138
Table 7.1: Comparative summary – levy of compensation .....	1474
Table 7.2: Value of K for different value of DT/S and DC/DT.....	153
Table 8.1: Attributes and their sources - sustainability.....	159
Table 8.2: Respondents profile - sustainability.....	163
Table 8.3: Factors and their underlying attributes - sustainability.....	166
Table 8.4: Stepwise multiple regression result - sustainability.....	176
Table 9.1: Attributes and their sources - safety .....	181
Table 9.2: Respondents profile - safety .....	185
Table 9.3: Factors and their underlying attributes - safety .....	189
Table 9.4: Stepwise multiple regression result - safety .....	195
Table 10.1: Particulars of the project – case study 1 .....	202
Table 10.2: Approved phase IV (3 priority) corridors .....	207
Table 10.3: Particulars of the project - case study 2 .....	208
Table 10.4: Particulars of the project – case study 3 .....	213
Table 10.5: Rating of the safety success factors in case study projects.....	219
Table 10.6: Rating of the sustainability success factors - case study 1 .....	220
Table 10.7: Feedback from DMRC for sustainability success factors.....	222

Table 10.8: Rating of the sustainability success factors - case study 3 ..... 224

## LIST OF ABBREVIATIONS

---

CPWD	Central Public Works Department
DMRC	Delhi Metro Rail Corporation
DPR	Detailed Project Report
EFA	Exploratory Factor Analysis
EIA	Environmental Impact Assessment
EOT	Extension of Time
EPC	Engineering, Procurement, and Construction
FIDIC	Fédération Internationale des Ingénieurs - Conseils'
GB	Green Building
GCC	General Conditions of Contract
GDP	Gross Domestic Product
GOI	Government of India
GRIHA	Green Rating for Integrated Habitat Assessment
HSE	Health and Safety Executive
IGBC	Indian Green Building Council
KMO	Kaiser–Meyer–Olkin
LCC	Life Cycle Cost
MCP	Mega Construction Project
MPD	Master Plan Delhi
MRTS	Mass Rapid Transport System
NHAI	National Highway Authority of India
NOC	No Objection Certificate
NORA	National Occupational Research Agenda
NHDP	National Highway Development project
SC	Sustainable Construction
SHE	Safety, Health, and Environment
SOP	Standard Operating Procedure
SPSS	Statistical Package for Social Sciences