

Primljen / Received: 11.7.2022.

Ispravljen / Corrected: 21.9.2022.

Prihvaćen / Accepted: 6.11.2022.

Dostupno online / Available online: 10.1.2023.

Potencijalni čimbenici upravljanja koji utječu na građevinske projekte

Autori:



Mr.sc. **Vigneshwar R.V.K.**, dipl.ing.građ.
Tehnološki institut Coimbatore, Coimbatore,
Tamilnadu, Indija
Odjel za građevinarstvo
vigneshwar.2902@gmail.com
Autor za korespondenciju



Izv.prof.dr.sc. **Shanmugapriya S.**, dipl.ing.građ.
Tehnološki institut Coimbatore, Coimbatore,
Tamilnadu, Indija
Odjel za građevinarstvo
shanmugapriya@cit.edu.in

Izvorni znanstveni rad

Vigneshwar R.V.K., Shanmugapriya S.

Potencijalni čimbenici upravljanja koji utječu na građevinske projekte

Upravljanje projektima je primjena specijaliziranih znanja, sposobnosti, tehnika i metodologija kako bi se ljudima pružila određena vrijednost. Za mjerenje uspješnosti primjene takvih znanja koriste se pojmovi kao što su produktivnost, performanse i učinkovitost. Osim toga, građevinarstvo je vrlo konkurentna industrija koja zahtijeva poboljšanje aspekata orijentiranih na upravljanje. Stoga se ovo istraživanje usmjerilo na prepoznavanje potencijalnih čimbenika upravljanja koji utječu na građevinske projekte. Faktori prikupljeni iz literature su grupirani kao organizacijski sustav, operativno upravljanje, upravljanje i kontrola, upravljanje i ograničenja te zapošljavanje i selekcija. Kao metoda istraživanja odabran je upitnik, a istraživanje je provedeno među stručnjacima u indijskoj građevinskoj industriji. 108 odgovora analizirano je primjenom testova učestalosti, testova pouzdanosti i indeksa relativne važnosti (engl. Relative Importance Index - RII). Nalazi su istaknuli važnost dostupnosti resursa, individualnog učenja, donošenja odluka, pravilne organizacije rada i raspodjele resursa kao čimbenike upravljanja koji imaju najznačajniji utjecaj. Ovaj rad pruža poboljšane uvide za menadžerski tim i omogućuje im da se usredotoče na čimbenike utjecaja koji su nužni za uspješno izvršenje projekta.

Ključne riječi:

upravljanje izgradnjom, produktivnost, organizacijski sustav, čimbenici upravljanja, operativni menadžment

Original scientific paper

Vigneshwar R.V.K., Shanmugapriya S.

Potential management factors influencing the construction projects

Project management is the application of specialized knowledge, abilities, techniques, and methodologies to deliver something of value to people. To measure these applications, terms such as productivity, performance, and efficiency are utilised. In addition, construction is a highly competitive industry that necessitates the enhancement of management-oriented aspects. Thereby, this study focused on identifying the potential management factors that influence construction projects. From the literature, the factors were collected and grouped as organisation system, operational management, management & control, management & limitation, and recruitment & selection. Questionnaire survey was opted as the research method and was completed among the frontline practitioners in the Indian construction industry. As a result, 108 responses were analysed using the frequency tests, reliability tests, and the Relative Importance Index (RII). The findings highlight the importance of resource availability, individual learning, decision making, proper work design, and resource allocation as the most influencing management factors. Moreover, this study provides improved insights for management teams and allows them to focus on the influencing factors that are necessary to execute a project successfully.

Key words:

construction management, productivity, organisation system, management factors, operational management

1. Uvod

Učinkovito upravljanje projektom ključno je za povećanje učinkovitosti izgradnje [1]. Učinak organizacije ili menadžmenta uglavnom se mjeri u smislu produktivnosti. Stoga su mnogi istraživači često rabili riječ "produktivnost" za razvoj građevinske industrije. Štoviše, produktivnost je značajna odrednica gospodarstva u cjelini [2] i ključna je za konkurentnost građevinskih tvrtki, postizanje postavljenih ciljeva i ispunjavanje ciljeva i ostvarenja dodanih vrijednosti dionika [3]. Slično tome, poboljšanje produktivnosti metoda je postizanja gospodarskog rasta, podizanja životnog standarda i time postizanja bolje vrijednosti za novac [4]. Nadalje, optimalna produktivnost se naziva najvišom održivom razinom proizvodnje koja je moguća pod standardnim upravljanjem [5-7]. S druge strane, Hanna i Heale [8] izjavili su da je pad produktivnosti složeno pitanje i da se problemi upravljanja koji su pod kontrolom uprave moraju ispraviti. Dodatno, spomenuli su da je povećanje produktivnosti široko prepoznato kao funkcija upravljanja. Posljedično, čimbenici upravljanja služe kao funkcija proizvodnje ili procesa u transformaciji inputa u outpute.

Međutim, učinkovitost je temeljni aspekt upravljanja projektom. Stoga je kvantificiranje i poboljšanje učinka uvijek bila primarna briga za sve dionike projekta [9]. Slično tome, mjerenje uspjeha ili neuspjeha građevinskog projekta čini se jednostavnom procedurom, ali to je prilično složen proces [10]. Dodatno, Horner i Zakieh [11] objasnili su pravilo 80/20 da 80 % rezultata ovisi o 20 % akcija. Štoviše, izjavili su da se pravilo 80/20 može primijeniti na građevinske projekte za razvoj novih metoda procjene i kontrole troškova. Neučinkovito upravljanje smatra se glavnim uzrokom niske produktivnosti gradnje [12]. Stoga ove izjave naglašavaju ključnu ulogu čimbenika upravljanja (20) u maksimiziranju izlaza (80) kontroliranjem procesa.

U građevinskoj industriji prakse upravljanja projektima imaju značajnu ulogu u smislu informacija, komunikacija, tehnoloških promjena i nepredvidive prirode društveno-političkih sila [13]. Zbog složenosti procesa izgradnje i teškoća svojstvenih izolaciji učinka uzročnih čimbenika, procjena utjecaja i troškova građevinskih projekata postaje sve teža [9, 14]. Stoga je prvi cilj ovog istraživanja prikupiti i odrediti prioritetne čimbenike upravljanja iz literature, drugi je analizirati i ocijeniti važnost utjecajnih čimbenika, a treći je predložiti izvedivo rješenje na temelju dobivenih rezultata.

2. Pregled literature

Chan i Kaka [15] proveli su anketu među izvođačima i to je jedan od prvih pokušaja u Ujedinjenom Kraljevstvu da se prikupе stajališta rukovodećeg osoblja o potencijalu za unapređenje građevinske industrije. Izjavili su da je svrha procjene produktivnosti u industriji usmjerenoj na ljude povećanje outputa uz zadržavanje istog inputa. Kao rezultat toga, zaključili su da postoji snažna potreba za poboljšanjem područja nadzora, komunikacije, zadržavanja kvalificirane radne snage,

jednostavnog dizajna zgrade i upravljanja protokom informacija. Zhai i suradnici [16] ispitivali su utjecaj prakse ljudskih potencijala i organizacijskog učenja na učinak građevinskih tvrtki u Kini. Provedena je anketa, a podaci su analizirani pomoću SEM-a (engl. *Structural Equation Modelling* - SEM). Nalazi su pokazali da organizacijsko učenje djeluje kao moderator u odnosu između prakse ljudskih resursa i organizacijskog učinka. Štoviše, rezultat je implicirao da bi građevinske tvrtke trebale percipirati organizacijsko učenje kao kritični element konkurentske prednosti tijekom procesa razvoja organizacije i ulagati u poboljšanje organizacijskog učenja kroz poboljšane prakse upravljanja ljudskim resursima.

Abdul Rasid i suradnici [17] analizirali su u kojoj se mjeri jedna javna agencija usvojila područja znanja o upravljanju projektima u smislu integracije projekta, opsega, trajanja, troškova, kvalitete, upravljanja ljudskim resursima, komunikacije, upravljanja rizicima i nabave. Ova je studija otkrila da većina ispitanika vjeruje da su sva ova područja znanja o upravljanju projektima prijeko potrebna za upravljanje građevinskim projektima.

Espinosa-Garza i suradnici [18] pokušali su poboljšati produktivnost i upravljanje građevinskim projektima kako bi se maksimizirala učinkovitost i djelatnost resursa. Studija slučaja između dviju meksičkih tvrtki procijenjena je i podaci su obrađeni tijekom dvije godine. Nalazi su pokazali da planirana vrijednost procijenjenog projekta bez standardiziranih podataka ima veći postotak pogreške u odnosu na projekt sa standardiziranim podacima. Kao rezultat toga, izjavili su da će nedostatak standardizacije podataka smanjiti produktivnost i povećati ulaganja.

Ghodrati i suradnici [19] u svojoj studiji navode da je za povećanje produktivnosti rada na građevinskim projektima potrebno identificirati i priznati učinke strategija upravljanja. Ispitali su i učinke 9 strategija upravljanja na produktivnost rada i otkrili da su građevinski projekti s većom primjenom strategije upravljanja rezultirali povećanom produktivnošću rada. Uočeno je da su u građevinskim projektima komunikacija, programi poticaja i upravljanje radom najjače povezani s produktivnošću. Studija od Haugbølle i suradnika [20] imala je za cilj povećati razumijevanje rezultata građevinarstva usredotočujući se na promjene u količini proizvoda, njihovim karakteristikama i sastavu agregata. Nalazi su pokazali da su se troškovi izgradnje gotovo utrostručili tijekom proteklih 50 godina, a poboljšanja u tehničkoj izvedbi činila su samo oko 20 %. Također su sugerirali da će identificiranje i analiza dugoročnih čimbenika pomoći rastu građevinske industrije i da bi moglo pomoći u poboljšanju produktivnosti.

Gurmu i Ongkowijoyo [21] razvili su logistički regresijski model za procjenu produktivnosti građevinskog projekta na temelju mjere u kojoj su prakse upravljanja ljudskim resursima planirane ili provedene. Izjavili su da učinkovito upravljanje ljudskim resursima može pomoći tvrtkama da izbjegnú nepotrebne troškove povezane s niskom produktivnošću. Osim toga, naveli su da se implementacija tehnika upravljanja gradnjom razlikuje od tvrtke do tvrtke, a niža razina implementacije uvijek je

povezana s nižom razinom produktivnosti. Iz rezultata modela pokazalo se da je odnos između veličine poduzeća i praksi upravljanja ljudskim resursima i pozitivan i značajan.

Ukratko, kako se veličina poduzeća povećava, potražnja za upravljanjem ljudskim resursima, organizacijskim učenjem, organizacijskim sustavima i strategijama upravljanja značajno raste. Slično tome, čimbenici upravljanja u svakoj fazi projekta izravno doprinose produktivnosti i uspjehu projekta. Stoga se ovaj rad usmjerava na prepoznavanje potencijalnih čimbenika upravljanja koji utječu na građevinske projekte.

3. Specifičnost provedenog istraživanja

Produktivnost građenja pruža osnovne informacije za procjene troškova, planiranje proračuna i vremensko planiranje građevinskih aktivnosti [22, 23]. Prakse upravljanja za povećanje produktivnosti mogu se znatno razlikovati između vrsta projekata i zemalja, kao i između različitih lokalnih građevinskih tržišta [24]. Slično tome, neadekvatno planiranje i upravljanje tijekom faze prije izgradnje rezultira sukobima tijekom faze izgradnje [25, 26]. Štoviše, Durdyev i suradnici

[27] izjavili su da je menadžment odgovoran za rezultate produktivnosti.

Kako bi postigle gospodarski rast i poboljšale živote svojih građana, zemlje u razvoju suočavaju se s izazovima u korištenju raspoloživih resursa [28]. Među raspoloživim resursima radna snaga je nedvojbeno najvrjednija u građevinarstvu [29, 30]. U azijskim zemljama predviđanje raspoloživosti radne snage je rijetko [29]. Dodatno, Yates [31] je izjavio da u Indiji, ako je upravljanje učinkovito, produktivnost zemljanih radova može biti do četiri puta veća od standardnih mjera. Nadalje, 92 % radnika zaposleno je u neformalnom sektoru [32], a dva najznačajnija čimbenika koji utječu na produktivnost su neučinkovito upravljanje ljudskim resursima i radnički štrajkovi [10]. Štoviše, neučinkovito upravljanje radnom snagom može činiti do 65 % ukupnih radnih sati na projektu [33]. Uz dostupnost resursa, u ovom se radu razmatraju i drugi čimbenici upravljanja. Nadalje, Agrawal i Halder [34] izjavili su da se većina indijskih građevinskih projekata suočava s prekoračenjem rokova i kašnjenjima. Stoga je važno procijeniti čimbenike upravljanja među građevinskim poduzetnicima kako bi se poboljšala izvedba projekata. Faktori koji su uzeti iz literature prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Grupe, izjave i reference čimbenika uključenih u ovo istraživanje

Grupe	ID	Izveštaji	Popis literature
Organizacijski sustav (engl. <i>Organization System</i>) [OS]	OS1	Dobro definirana organizacijska hijerarhija rezultira boljim procesom upravljanja.	[16, 19, 21, 24, 27, 31]
	OS2	Organizacijske prakse i organizacijska kultura imaju izravan utjecaj na učinak menadžmenta.	[16, 27, 35, 36]
	OS3	Formuliranje organizacijskih strategija poboljšava učinak upravljanja.	[16, 24, 31, 36]
	OS4	Organizacije koje potiču individualno učenje ističu bolju izvedbu.	[1, 16, 31, 36-39,]
Operativni menadžment (engl. <i>Operational Management</i>) [OM]	OM1	Pravilno planiranje oblikovanosti rada i sudjelovanja ima utjecaj na učinak upravljanja.	[16, 19, 24, 40]
	OM2	Uprava bi trebala olakšati dodjeljivanje odgovarajuće odgovornosti radniku.	[16, 19, 24, 40]
	OM3	Usvajanje napredne tehnologije može poboljšati izvedbu projekta.	[1, 16, 19, 35, 41]
	OM4	Ispravno donošenje odluka nalikuje ispravnim praksama upravljanja.	[16, 19, 24, 42]
	OM5	Poznavanje ergonomije pomaže u postizanju dugoročnih performansi.	[16, 43, 44]
Upravljanje i kontrola (engl. <i>Management & Control</i>) [MC]	MC1	Menadžment treba unaprijed kontrolirati pogreške ispravnim planiranjem aktivnosti.	[16, 24, 35, 39, 45-47]
	MC2	Uprava mora održavati odgovarajuće vodstvo i koordinaciju.	[16, 24, 35, 39, 42, 46]
	MC3	Uprava bi trebala osigurati odgovarajuće usluge i održavanje radnicima.	[16, 19, 24, 31, 39]
	MC4	Uprava bi se trebala usredotočiti na razvoj radnog tima.	[16, 19, 24, 39, 48, 49]
	MC5	Uprava bi trebala dobro planirati raspodjelu resursa.	[1, 16, 24, 31, 39, 40, 50]
Upravljanje i ograničenja (engl. <i>Management & Limitation</i>) [ML]	ML1	Neodgovarajući novčani tok utječe na izvedbu projekta.	[1, 27, 31, 51]
	ML2	Učinak upravljanja ograničen je ekonomskim i tržišnim uvjetima.	[1, 27, 31, 45, 51]
	ML3	Ugovorna ograničenja utječu na proces upravljanja.	[24, 52-54]
	ML4	Izvršenje projekta ovisi o raspoloživosti resursa.	[1, 16, 31]
Zapošljavanje i selekcija (engl. <i>Recruitment & Selection</i>) [RS]	RS1	Odabir ugovora i podugovora utječe na izvedbu projekta.	[24, 27, 36, 46, 53, 55]
	RS2	Odabir radne snage naglašava učinak upravljanja.	[1, 16, 19, 24, 27, 31, 38]
	RS3	Veličina i odabir tima utječu na učinak upravljanja.	[16, 19, 21, 36, 38, 55]

4. Metodologija

Iz literature su prikupljeni čimbenici upravljanja za ovaj rad. Na temelju prirode i mjere čimbenika, oni su grupirani u određenu kategoriju kako bi se predvidio pojedinačni i grupni učinak odabranih čimbenika. Stoga je upitnik osmišljen uključivanjem tih čimbenika kao izvješća. Izvješće uključeno u upitnik i njegove odgovarajuće skupine prikazano je u tablici 1. Za procjenu potencijalnih čimbenika upravljanja koji utječu na građevinske projekte, u ovom se radu odabrao upitnik kao metoda istraživanja. Upitnik se sastoji od dva dijela i izrađen je u suradnji sa stručnjacima. Shodno tome, sadržaj i struktura upitnika su revidirani kako bi on bio privlačniji te kako bi se povećala vjerojatnost da će ga ispitanici ispuniti. Štoviše, istraživanje je bilo usmjereno na utvrđivanje potencijalnih čimbenika upravljanja koji utječu na građevinske projekte. Pritom su podaci prikupljeni od odgovornih ili vodećih stručnjaka u građevinskoj industriji (tj. naručitelja, inženjera, arhitekata, voditelja projekta, konzultanata, izvođača radova i akademskog osoblja). Upitnik je nasumično poslan elektroničkom poštom na adrese 150 indijskih građevinskih stručnjaka. Ispitanici su bili upućeni da popune upitnik pomoću Likertove skale od pet stupnjeva kako bi se utvrdio utjecaj faktora (vrlo nizak - 1; nizak - 2; neutralan - 3; visok - 4; vrlo visok - 5). Od stručnjaka je primljeno ukupno 108 odgovora, a njihovi demografski podaci prikazani su u tablici 2. Sveukupno, ova je anketa dala stopu odgovora od 72 %. Iz dobivenih podataka analizirani su testovi frekvencije, testovi pouzdanosti, testovi kvartila i indeks relativne važnosti (RII) te su na temelju rezultata predložena odgovarajuća rješenja.

5. Rezultati i opažanja

5.1. Podaci o ispitanicima

Proces planiranja i organiziranja raspoloživih resursa za postizanje cilja naziva se upravljanje (menadžment). Upravljanje uključuje svaki aspekt procesa ili proizvodnje. Stoga je upitnik podijeljen investitorima, inženjerima, voditeljima projekta, arhitektima, konzultantima, izvođačima radova i akademskom osoblju u indijskoj građevinskoj industriji kako bi se procijenio utjecaj čimbenika upravljanja među građevinskim praktičarima. Među njima je najviše odgovora dobiveno od inženjera (38,9%) i investitora (22,2%). Nadalje, radno iskustvo mjerilo se godinama, a najmanje 3 godine smatra se vremenom za stjecanje stručnosti u određenom području. Iz tablice 2., iskusni stručnjaci dali su više od 70 % ukupnog odgovora. Osim toga, upitnik uključuje promet organizacije s ciljem da se organizacija kategorizira kao mikro (promet manji od 5 crorea, mala (5-75 crorea), srednja (75-250 crorea) ili velika (iznad 250 crorea). Ovdje je bitno istaknuti da se u indijskom monetarnom sustavu koristi izraz "crore" koji označava deset milijuna indijskih rupija, pri čemu je 1 EUR = 87,9142 rupija). Prema rezultatima ankete, 50 % odgovora primljeno je od organizacija s prometom manjim od pet crorea, a odziv na upitnik organizacija s prometom iznad 250 crorea iznosio je oko 23,1 %. Obično, u mikro i malim projektima, inženjeri i investitori obavljaju ulogu upravljanja projektima od početka do kraja. Stoga će prikupljeni

podaci pružiti relevantne informacije o čimbenicima upravljanja koji utječu na indijske građevinske projekte.

Tablica 2. Podaci o ispitanicima

Parametri	Frekvencija	Postotak	
Specifikacija ispitanika			
Investitor	24	22,2	
Konzultant	11	10,2	
Voditelj projekta	16	14,8	
Inženjer	42	38,9	
Drugo	15	13,9	
Iskustvo u građevinskoj industriji			
1-3 godina	26	24,1	
4-10 godina	31	28,7	
11-20 godina	28	25,9	
Više od 20 godina	23	21,3	
Veličina organizacije s obzirom na promet			
< 5 crore	< 568.706,90 EUR	54	50
5-75 crore	568.706,90 - 8.530.603,50 EUR	13	12
75-250 crore	8.530.603,50 - 28.435.345,00 EUR	10	9,3
> 250 crores	> 28.435.345,00 EUR	25	23,1
Vlada/NVO		6	5,6
Ukupno		108	100
Napomena: U indijskom monetarnom sustavu koristi se izraz "crore" koji označava deset milijuna indijskih rupija, pri čemu je 1 EUR = 87,9142 rupija, 1 crore = 10.000.000,00 rupee = 113.741,38 EUR (siječanj 2023.)			

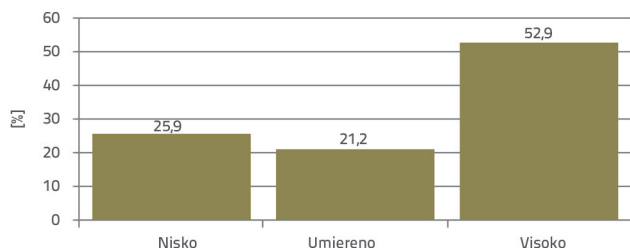
5.2. Kvartili podataka

Kvartili se koriste za dijeljenje kontinuiranih podataka (rezultata ankete) u više jednakih skupina i predstavljaju prikupljene podatke u smislu različitih razina (tj. niske, srednje i visoke). U sadašnjem uzorku od 108 odgovora, razina 25. percentila (Q1) pada na 83, medijan (Q2) je na 88, a razina 75. percentila (Q3) je na 95,25. Rezultat ispod Q1 označava nisku razinu, rezultat između Q1 i Q3 označava srednju razinu, a rezultat iznad Q3 označava visoku razinu.

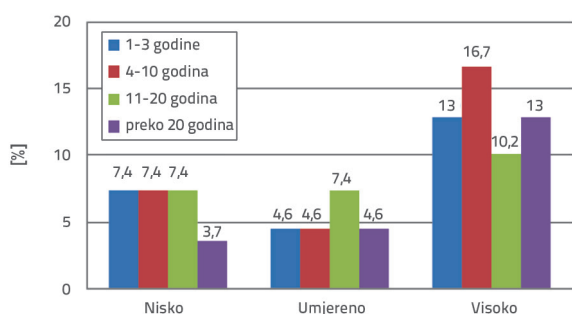
Štoviše, slika 1. prikazuje postotak podataka dobivenih u niskom, srednjem i visokom kvartilu. Međutim, 108 odgovora upućuje na mišljenje 108 ispitanika. Pri tome, 52,9 podataka ubraja se u visoku kategoriju i to pokazuje da je 52,9 % ispitanika koji su sudjelovali u ovom istraživanju dalo visoku vrijednost odabranim čimbenicima upravljanja. Slično tome, 25,9 % podataka nalazi se na niskoj razini, a 21,2 % podataka na umjerenj razini. Osim toga, više od polovine ispitanika dalo je veću vrijednost i ona upućuje na veće prihvaćanje utjecaja čimbenika upravljanja. Nadalje, kako bi se ispitaio postotak kvartila na temelju iskustva praktičara, proveden je sljedeći test kvartila.

Slika 2. ilustrira daljnju podjelu kvartila na temelju iskustva ispitanika. Usporedbom postotka kvartila (slika 2.), veći postoci se mogu vidjeti na visokoj razini nego na niskoj i umjerenj razini.

Na primjer, postotak ispitanika s više od 20 godina iskustva je 3,7 na niskoj razini i 13 na visokoj razini. Slično tome, postotak ispitanika s 4-10 godina iskustva je 7,4 na niskoj razini i 16,7 na visokoj razini.



Slika 1. Razina faktora upravljanja



Slika 2. Faktori razine upravljanja temeljeni na iskustvu ispitanika

Tablica 4. RII i rezultati rangiranja

ID	Investitor		Izvođač radova		Konzultant		Arhitekt		Voditelj projekta		Inženjer		Znanstvenik		Svi odgovori			Grupno gledano	
	RII	R	RII	R	RII	R	RII	R	RII	R	RII	R	RII	R	RII	R	RG	RII	R
OS1	0,791	21	0,855	4	0,734	14	0,8	14	0,800	4	0,834	9	0,842	14	0,812	20	4		
OS2	0,867	8	0,764	19	0,867	3	0,825	8	0,800	4	0,667	21	0,842	14	0,830	15	3		
OS3	0,881	4	0,837	8	0,800	8	0,788	17	0,767	12	0,800	17	0,850	11	0,843	9	2		
OS4	0,886	3	0,819	11	0,734	14	0,863	3	0,800	4	0,867	3	0,875	6	0,863	2	1*	0,837	4
OM1	0,877	5	0,819	11	0,800	8	0,875	2	0,700	21	0,834	9	0,892	3	0,860	4	2		
OM2	0,853	11	0,837	8	0,867	3	0,788	17	0,734	16	0,834	9	0,875	6	0,839	10	3		
OM3	0,834	16	0,873	2	0,934	1*	0,825	8	0,834	2	0,800	17	0,825	19	0,836	13	4		
OM4	0,910	1*	0,782	16	0,600	21	0,85	4	0,800	4	0,867	3	0,875	6	0,863	2	1*		
OM5	0,862	9	0,8	15	0,934	1	0,825	8	0,734	16	0,834	9	0,825	19	0,836	13	4	0,847	1*
MC1	0,843	15	0,764	19	0,734	14	0,763	21	0,800	4	0,834	9	0,850	11	0,819	17	5		
MC2	0,877	5	0,782	16	0,734	14	0,888	1*	0,767	12	0,834	9	0,875	6	0,856	6	2		
MC3	0,858	10	0,855	4	0,800	8	0,775	19	0,800	4	0,867	3	0,842	14	0,838	11	3		
MC4	0,848	13	0,837	8	0,867	3	0,838	6	0,800	4	0,834	9	0,825	19	0,838	11	3		
MC5	0,877	5	0,928	1*	0,800	8	0,825	8	0,734	16	0,900	1*	0,850	11	0,860	4	1*	0,842	2
ML1	0,853	11	0,819	11	0,667	19	0,85	4	0,800	4	0,900	1*	0,900	1*	0,854	8	2		
ML2	0,805	19	0,746	21	0,800	8	0,813	12	0,734	16	0,867	3	0,892	3	0,819	17	3		
ML3	0,829	17	0,819	11	0,867	3	0,775	19	0,734	16	0,867	3	0,859	10	0,825	16	4		
ML4	0,891	2	0,855	4	0,800	8	0,813	12	0,834	2	0,867	3	0,884	5	0,867	1*	1*	0,841	3
RS1	0,848	13	0,873	2	0,667	19	0,838	6	0,867	1*	0,834	9	0,900	1*	0,856	6	1*		
RS2	0,824	18	0,782	16	0,734	14	0,8	14	0,767	12	0,767	19	0,842	14	0,812	20	3		
RS3	0,805	19	0,855	4	0,867	3	0,8	14	0,767	12	0,734	20	0,842	14	0,813	19	2	0,827	5

ID - indikatori, R - rangiranje među čimbenicima, RG - rangiranje čimbenika unutar grupe, * označava čimbenik najvišeg ranga

5.3. Test pouzdanosti

Homogenost varijabli u upitniku određena je pomoću Cronbachove alfe. Slično tome, vrijednost podataka iz ovog upitnika izračunana je pomoću SPSS-a. Vrijednost Cronbachove alfe smatra se niskom kada je manja od 0,3, a vrijednost od 0,7 do 0,9 smatra se pouzdanom i dobrom [57]. Rezultati ispitivanja pouzdanosti za faktore upravljanja prikazani su u tablici 3. Ukupna vrijednost od 0,913 pokazuje da su podaci ankete dosljedniji i pouzdaniji.

Tablica 3. Cronbachovi alfa rezultati

Čimbenici	Cronbachova alfa
Organizacijski sustav - OS	0,893
Operativni menadžment - OM	0,892
Upravljanje i kontrola - MC	0,899
Upravljanje i ograničenja - ML	0,906
Zapošljavanje i selekcija - RS	0,900
Ukupno	0,913

5.4. Indeks relativne važnosti

Analiza podataka provedena je metodom indeksa relativne važnosti (RII), prema prijedlogu Doloa [58] te Vigneshwara i suradnika [57]. Gdje W označava težinu koju su ispitanici

dodijelili svakom faktoru (koja je u ovom slučaju u rasponu od 1 do 5), A označava najveću težinu (koja je u ovom slučaju 5), a N označava ukupan broj ispitanika (tj. 108 u ovom istraživanju). Nalazi analize su rangirani, kao što je prikazano u tablici 4.

$$RII = SW / (A \times N)$$

Na temelju vrijednosti RII, utjecaj čimbenika upravljanja može se klasificirati kao nizak (manje od 0,500), srednji (0,500 do 0,700) i visok (iznad 0,700). Iz tablice 4. svi čimbenici upravljanja ocijenjeni su kao visoki i pokazuju veće prihvaćanje utjecaja čimbenika upravljanja na građevinske projekte od strane ispitanika.

6. Rasprava

U upravljanju učinkom bilo koje organizacije ili tvrtke, modeliranje produktivnosti i identifikacija relevantnih trendova i uzroka postali su prijeko potrebni [59]. Štoviše, produktivnost utječe na ukupnu izvedbu bilo koje organizacije, bila ona velika ili mala [60-61]. Nadalje, građevinska industrija je toliko konkurentna i sudionici moraju povećati svoju produktivnost kako bi preživjeli [62]. Osim toga, čimbenici upravljanja djeluju kao dominantni čimbenici u određivanju produktivnosti bilo kojeg građevinskog projekta. Stoga se ovaj rad fokusira na potencijalne čimbenike upravljanja koji utječu na građevinske projekte.

Prema rezultatima ankete, većina odgovora stigla je od praktičara s četiri ili više godina iskustva i čini oko 70 % od ukupnog broja kao što je prikazano u tablici 2. Stoga se ovi podaci smatraju valjanima za analizu i raspravu o čimbenicima upravljanja koji utječu na građevinske projekte. Za određivanje razina prihvaćanja od strane ispitanika koriste se kvartili. Kao što je prikazano na slikama 1. i 2., većina odgovora pripada kategoriji visoke razine i implicira veći postotak prihvaćanja odabranih čimbenika upravljanja. Štoviše, kako bi se pokazala relativna važnost čimbenika upravljanja, primjenjuje se RII analiza, a u slijedećim se poglavljima raspravlja o daljnjim klasifikacijama na temelju čimbenika najvećeg utjecaja i učincima grupiranja.

6.1. Utjecajne skupine

Iz tablice 4. utvrđeno je da je najveća utjecajna skupina operativni menadžment (OM) s RII vrijednošću od 0,847. Operativni menadžment je pojam koji se odnosi na mjeru uspješnosti menadžmenta u obavljanju zadatka u smislu osmišljavanja projekta rada, dodjele odgovornosti, usvajanja tehnologije, donošenja odluka i dugoročnog razvoja. Također objašnjava sposobnost menadžmenta u izvršavanju zadatka ili aktivnosti na njihov jedinstven način. Druga najutjecajnija skupina je upravljačka kontrola (engl. *Management & Control* - MC) s RII vrijednošću od 0,842. Unatoč činjenici da ishod projekta ili aktivnosti može varirati, stabilnost uprave određena je načinom na koji postupi s čimbenicima koji su pod njihovom kontrolom. Posljedično, koncentriranje na kontrolirane aspekte

upravljanja uvijek će proizvesti vrhunske rezultate. Ovdje MC pripisuje čimbenike kao što su prethodno planiranje, vodstvo i koordinacija, pružanje odgovarajućih usluga radnicima/zaposlenicima, razvoj posade i raspodjela resursa.

Nalazi najutjecajnijih skupina pokazuju vrijednost aktivnosti upravljanja prije planiranja i imaju stalni učinak na rad i uspjeh projekta. Dakle, pravilno planiranje i provođenje projekata može utjecati na do 30 % troškova projekta [40]. Slično tome, pravilno planiranje može značajno smanjiti ponavljanje radova. Istraživači su otkrili da bi faza dizajna mogla činiti do 79 % svih ponavljanih radova [63]. Neučinkovito planiranje i raspoređivanje smatraju se uzrokom kašnjenja i ponavljanih radova, ali također imaju značajan utjecaj na nepotrebne ljudske napore, nadzor i rasipanje resursa [64, 65]. Time se fokusiranjem na čimbenike operativnog upravljanja i upravljačke kontrole može poboljšati izvršenje projekata.

6.2. Čimbenici utjecaja

Iz tablice 4. utvrđeno je da je ML4 čimbenik s najvećim utjecajem s RII vrijednošću od 0,867. On pripisuje važnost dostupnosti resursa tijekom izvođenja projekta. Dostupnost resursa (tj. ljudi, materijala, strojeva i novca) ima značajnu ulogu u svakom građevinskom projektu. Među resursima, ljudski faktor je dinamički element uspjeha projekta [66, 67] i uzrokuje daljnje varijacije u pogledu vještina, radnih grupa, itd. Budući da je rad najprilagodljiviji resurs dostupan menadžmentu, većina istraživača i stručnjaka usredotočila se na povećanje produktivnosti rada u građevinarstvu [68].

OM4 i OS4 drugi su najutjecajniji čimbenici s RII vrijednošću od 0,863. Naglašavaju važnost individualnog učenja i donošenja odluka u organizaciji. U ovom tehnološki naprednom desetljeću, kontinuirano učenje pojedinaca je bitno i organizacije bi trebale promicati individualno učenje za dugoročni razvoj. Pretpostavlja se da je proces učenja značajniji u radno intenzivnim industrijama jer je automatizirani rad ograničen činjenicom da strojevi ne mogu imati koristi od prethodnog iskustva i stoga kontinuirano učenje može povećati stopu proizvodnje [69]. Slično tome, donošenje odluka se smatra kritičnom komponentom uspjeha iz perspektive menadžmenta. Štoviše, na temelju iskustva i osobne vrijednosti, donošenje odluka može biti značajno i ono daje prednost poslovnoj vrijednosti [19]. Stoga se imenuju iskusni stručnjaci koji osiguravaju kontinuirani rast organizacije. Tijekom faze izgradnje, odluke o praktičnoj implementaciji povećavaju produktivnost [24].

Treći najutjecajniji čimbenici s RII vrijednošću od 0,860 su OM1 i MC5. Ovo pokazuje važnost uspostave pravilne oblikovnosti rada i raspodjele resursa od strane menadžmenta. Ovaj rezultat je u skladu s nalazima Penga i suradnika [70], jer su procijenili da se planiranjem radne snage može uštedjeti približno 9,2 % na ukupnim troškovima. Stoga su pravilna oblikovnost rada i predviđanje tijeka rada ključni za povećanje produktivnosti [71]. U globalnim uvidima, poslovno upravljanje odražava kvalitetu i fleksibilnost [72]. Nadalje, učinkovito i djelotvorno korištenje

resursa pokazuje odgovarajuću upravljačku kontrolu. Odluke o raspodjeli resursa donesene na razini aktivnosti imaju značajan utjecaj na ukupno vrijeme i raspored troškova projekta [73, 74]. Među skupinom za zapošljavanje i odabir, RS1 je važan čimbenik i pripisuje se odabiru izvođača i podizvođača. Odabirom odgovarajućeg izvođača ili podizvođača omogućuje se završetak u roku, kontrola troškova i povećanje vrijednosti organizacije. Sve u svemu, odabrani čimbenici naglašavaju važnost voditelja projekta u građevinskoj industriji [75]. Dakle, u okviru aktivnosti upravljanja projektom, voditelj projekta mora kontinuirano evaluirati i usklađivati upravljačke pristupe kojima kontrolira izvođenje projekta [76]. Štoviše, Ljevo i Vukomanović [77] navode da važnost pojedinačnih čimbenika kvalitete varira tijekom različitih faza građevinskih projekata na temelju perspektive upravljanja. Stoga razvoj standardnog modela za mjerenje napora upravljanja može pomoći u boljoj vizualizaciji cijelog projekta.

7. Preporuke

Usmjerenošću na navedene čimbenike upravljanja moguće je strukturirati proces pretvaranja raspoloživih inputa u željeni output. Usredotočenost na ove čimbenike upravljanja može povećati produktivnost projekta, a povećana produktivnost na razini projekta koristi cijeloj industriji [24]. Pri tome je potrebno upravljati fluktuacijama u pogledu resursa (rad, materijal, strojevi i kapital), a kreatori politika trebaju standardizirati prakse upravljanja. Stoga predviđanje rezultata ljudskog rada, poticanje sindikalnog udruživanja [32], određivanje prioriteta planiranja aktivnosti i primjena znanja o praksi upravljanja gradnjom povećavaju postotak uspješnog završetka. Dostupnost resursa neprestano varira na različitim lokacijama (osobito radne snage). To je zbog prisutnosti viška nesindikalne radne snage. Slično tome, utvrđeno je da je raspodjela resursa glavno ograničenje. Stoga je potrebna ispravna procjena radne snage, opreme i učinkovitosti kako bi se poboljšala ispravna raspodjela resursa. Budući da su dostupnost i raspodjela resursa međusobno u potpunosti povezani, razvoj alata za izračunavanje ukupne raspoloživosti resursa (osobito radne snage) i analiziranje učinkovitosti (vještina, iskustvo itd.) može pomoći u poboljšanom predviđanju. Stoga, ispravno predviđanje raspoloživih resursa može pomoći u boljem planiranju i rasporedu građevinskih aktivnosti.

LITERATURA

- [1] Demirkesen, S., Ozorhon, B.: Measuring Project Management Performance: Case of Construction Industry, *EMJ - Eng. Manag. J.*, 29(2017)4, pp. 258–277, doi: 10.1080/10429247.2017.1380579
- [2] Goodrum, P.M., Haas, C.T., Borchering, J.D., Allmon, E.: Case studies of U.S. construction labor productivity trends in 1970–1998, *Proc. Constr. Congr. VI Build. Together a Better Tomorrow an Increasingly Complex World*, 278 (2000), pp. 808–817, doi: 10.1061/40475(278)85
- [3] Kuroshi, P.A., Lawal, M.: Study of internal factors affecting labour productivity in medium sized construction firms in Nigeria, *Int. J. Educ. Researc*, 2 (2014) 12, pp. 83–92
- [4] Chan, P.: Development of a process documentation system for the house-building industry factors affecting labour productivity in the construction industry, *Univ. Northumbria. Assoc. Res. Constr. Manag.*, 2 (2002) 9, pp. 791–800

Obično organizacije prenose dio projekta na izvođača/podizvođača i svaki proces prijenosa uključuje ugovore i provizije. Kako se broj prijenosa povećava, početno kapitalno ulaganje i rizik će se povećavati. Slično tome, to smanjuje kvalitetu projekta. Osim toga, odabir izvođača i podizvođača ima ključnu ulogu u uspjehu projekta u smislu proračuna, rasporeda i sporova. Stoga se mora pokrenuti i provoditi procjena učinka izvođača i podizvođača.

8. Zaključak

U ovom se radu procjenjuje važnost čimbenika upravljanja analizom percepcije dionika koji sudjeluju u građevinskim procesima. Čimbenici upravljanja uključeni u ovo istraživanje prikupljeni su iz pregleda literature i grupirani kao organizacijski sustav, operativno upravljanje, upravljanje i kontrola, upravljanje i ograničenja te zapošljavanje i odabir. Kako bi se ocijenili čimbenici utjecaja na upravljanje, to je ispitivanje sastavilo i provelo istraživanje putem upitnika koji je distribuiran indijskim sudionicima u poslovima vezanima za građevinarstvo. Prikupljeno je ukupno 108 odgovora, a podaci su analizirani pomoću softvera SPSS. Nalazi istraživanja pokazali su važnost dostupnosti resursa, individualnog učenja, donošenja odluka, pravilnog osmišljavanja oblikovnosti i raspodjele resursa od strane menadžmenta kao najvažnijih čimbenika utjecaja. Razmatranje ovih čimbenika upravljanja od strane organizacije može pomoći u boljem postizanju rezultata projekta. Osim toga, rezultat ovog istraživanja može pomoći građevinskim stručnjacima u određivanju važnosti čimbenika upravljanja. Štoviše, za građevinsku industriju potrebni su sustavni model i stabilan okvir upravljanja. Stoga se iz čimbenika i skupine ovog istraživanja može razviti model za daljnje predviđanje utjecaja upravljanja na izvedbu projekta. Kako bi se postigli ciljevi organizacije, buduća istraživanja će naglasiti dugoročni model za mjerenje uspješnosti upravljanja u građevinskoj industriji. Slično tome, buduća istraživanja mogu se usredotočiti na implementaciju upravljačkog okvira za mikro, male i srednje organizacije.

Zahvala

Autori žele izraziti svoju zahvalnost brojnim ispitanicima ovog istraživanja na njihovoj velikodušnoj suradnji i doprinosima.

- [5] Kisi, K.P., Mani, N., Rojas, E.M.: Estimating Optimal Labor Productivity: A Two-Pronged Strategy', *Construction Research Congress 2014*, pp. 757–766, doi: 10.1061/9780784413517.078
- [6] Kisi, K.P., Mani, N., Rojas, E.M., Foster, E.T.: Optimal Productivity in Labor-Intensive Construction Operations: Pilot Study, *J. Constr. Eng. Manag.*, 143 (2017) 3, pp. 04016107, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001257
- [7] Mani, N., Kisi, K.P., Rojas, E.M., Foster, E.T.: Estimating Construction Labor Productivity Frontier: Pilot Study, *J. Constr. Eng. Manag.*, 143 (2017) 10, pp. 04017077, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0001390
- [8] Hanna, A.S., Heale, D.G.: Factors affecting construction productivity: Newfoundland versus rest of Canada, *Can. J. Civ. Eng.*, 21 (1994) 4, pp. 663–673, doi: 10.1139/194-066
- [9] Georgy, M.E., Chang, L.M., Zhang, L.: Prediction of Engineering Performance: A Neurofuzzy Approach, *J. Constr. Eng. Manag.*, 131 (2005) 5, pp. 548–557, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2005)131:5(548)
- [10] Iyer, K.C., Jha, K.N.: Factors affecting cost performance: evidence from Indian construction projects, *Int. J. Proj. Manag.*, 23 (2005) 4, pp. 283–295, doi: 10.1016/j.ijproman.2004.10.003
- [11] Horner, M., Zakieh, R.: Characteristic items – A new approach to pricing and controlling construction projects, *Constr. Manag. Econ.*, 14 (1996) 3, pp. 241–252, doi: 10.1080/014461996373494
- [12] Dai, J., Goodrum, P.M., Maloney, W.F.: Construction Craft Workers' Perceptions of the Factors Affecting Their Productivity, *J. Constr. Eng. Manag.*, 135 (2009) 3, pp. 217–226, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2009)135:3(217)
- [13] Ranasinghe, U., Ruwanpura, J., Liu, X.: Streamlining the Construction Productivity Improvement Process with the Proposed Role of a Construction Productivity Improvement Officer, *J. Constr. Eng. Manag.*, 138 (2012) 6, pp. 697–706, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000469
- [14] Lee, M.J., Hanna, A.S., Loh, W.Y.: Decision Tree Approach to Classify i Quantify Cumulative Impact of Change Orders on Productivity, *J. Comput. Civ. Eng.*, 18 (2004) 2, pp. 132–144, doi: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2004)18:2(132)
- [15] Chan, P., Kaka, A.: Construction Labour productivity Improvements, *Proceedings of the third international postgraduate research conference in the built human environment*, 20 (2003) 4, pp. 99–102
- [16] Zhai, X., Liu, A.M.M., Fellows, R.: Role of Human Resource Practices in Enhancing Organizational Learning in Chinese Construction Organizations, *J. Manag. Eng.*, 30 (2014) 2, pp. 194–204, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000207
- [17] Abdul Rasid, S.Z., Wan Ismail, W.K., Mohammad, N.H., Long, C.S.: Assessing Adoption of Project Management Knowledge Areas i Maturity Level: Case Study of a Public Agency in Malaysia, *J. Manag. Eng.*, 30 (2014) 2, pp. 264–271, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000200
- [18] Espinosa-Garza, G., Loera-Hernández, I., Antonyan, N., Increase of productivity through the study of work activities in the construction sector, *Procedia Manuf.*, 13 (2017), pp. 1003–1010, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.100
- [19] Ghodrati, N., Wing Yiu, T., Wilkinson, S., Shahbapour, M.: Role of Management Strategies in Improving Labor Productivity in General Construction Projects in New Zealand: Managerial Perspective, *J. Manag. Eng.*, 34 (2018) 6, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000641
- [20] Haugbølle, K., Larsen, J.N., Nielsen, J.: Construction productivity revisited: towards measuring performance of construction output, *Eng. Constr. Archit. Manag.*, 26 (2019) 5, pp. 794–813, doi: 10.1108/ECAM-03-2018-0094
- [21] Gurmu, A.T., Ongkowijoyo, C.S.: Predicting Construction Labor Productivity Based on Implementation Levels of Human Resource Management Practices, *J. Constr. Eng. Manag.*, 146 (2020) 3, pp. 04019115, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001775
- [22] El-Gohary, K.M., Aziz, R.F., Abdel-Khalek, H.A.: Engineering Approach Using ANN to Improve i Predict Construction Labor Productivity under Different Influences, *J. Constr. Eng. Manag.*, 143 (2017) 8, pp. 1–10, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001340
- [23] Matejević, B., Zlatanović, M.: Regression model for predicting productivity of RC slab concreting process, *Građevinar*, 69 (2017) 7, pp. 561–572, doi: 10.14256/JCE.1538.2016
- [24] Gurmu, A.T., Aibinu, A.A.: Construction Equipment Management Practices for Improving Labor Productivity in Multistory Building Construction Projects, *J. Constr. Eng. Manag.*, 143 (2017) 10, pp. 04017081, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001384
- [25] Hanna, A.S., Gunduz, M.: Impact of Change Orders on Small Labor-Intensive Projects, *J. Constr. Eng. Manag.*, 130 (2004) 5, pp. 726–733, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2004)130:5(726)
- [26] Doloi, H.: Application of AHP in improving construction productivity from a management perspective, *Constr. Manag. Econ.*, 26 (2008) 8, pp. 841–854, doi: 10.1080/01446190802244789
- [27] Durdjev, S., Ismail, S., Kandymov, N.: Structural Equation Model of the Factors Affecting Construction Labor Productivity, *J. Constr. Eng. Manag.*, 144 (2018) 4, p. 04018007, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001452
- [28] Enshassi, A., Mohamed, S., Mayer, P., Abed, K.: Benchmarking masonry labor productivity, *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 56 (2007) 4, pp. 358–368, doi: 10.1108/17410400710745342
- [29] Wong, J.M.W., Chan, A.P.C., Chiang, Y.H.: Forecasting construction manpower demand: A vector error correction model, *Build. Environ.*, 42 (2007) 8, pp. 3030–3041, doi: 10.1016/j.buildenv.2006.07.024
- [30] Nojedehi, P., Nasirzadeh, F.: A hybrid simulation approach to model and improved construction labor productivity, *KSCSE J. Civ. Eng.*, 21 (2017) 5, pp. 1516–1524, doi: 10.1007/s12205-016-0278-y
- [31] Yates, J.K.: *Productivity Improvement for Construction i Engineering*, Reston, American Society of Civil Engineers, 2014.
- [32] Dhal, M.: Labor Stand: Face of Precarious Migrant Construction Workers in India, *J. Constr. Eng. Manag.*, 146 (2020) 6, pp. 04020048, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001761
- [33] Thomas, H.R., Minchin, R.E., Chen, D.: Role of workforce management in bridge superstructure labor productivity, *J. Manag. Eng.*, 19 (2003) 1, pp. 9–16, doi: 10.1061/(ASCE)0742-597X(2003)19:1(9)
- [34] Agrawal, A., Halder, S.: Identifying factors affecting construction labour productivity in India and measures to improve productivity, *Asian J. Civ. Eng.*, 21 (2020) 4, pp. 569–579, doi: 10.1007/s42107-019-00212-3
- [35] Durdjev, S., Mbachu, J.: On-site Labour Productivity of New Zealand Construction Industry: Key Constraints and Improvement Measures, *Constr. Econ. Build.*, 11 (2011) 3, pp. 18–33, doi: 10.5130/AJCEB.v11i3.2120
- [36] Gad, G.M., Shane, J.S.: Trust in the Construction Industry: A Literature Review, in *Construction Research Congress 2014*, (2014) 5, pp. 2136–2145, doi: 10.1061/9780784413517.217

- [37] Bureš, V., Stropková, A.: Labour Productivity i Possibilities of its Extension by Knowledge Management Aspects, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 109 (2014), pp. 1088–1093, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.12.592
- [38] Panas, A., Pantouvakis, J.P.: On the use of learning curves for the estimation of construction productivity, *Int. J. Constr. Manag.*, 18 (2018) 4, pp. 301–309, doi: 10.1080/15623599.2017.1326302
- [39] Liberda, M., Ruwanpura, J., Jergeas, G.: Construction Productivity Improvement: A Study of Human, Management i External Issues, *Construction Research Congress*, 44 (2003) 8, pp. 1–8, doi: 10.1061/40671(2003)5
- [40] Dai, J., Goodrum, P.M., Maloney, W.F., Srinivasan, C.: Latent Structures of the Factors Affecting Construction Labor Productivity, *J. Constr. Eng. Manag.*, 135 (2009) 5, pp. 397–406, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2009)135:5(397)
- [41] Hwang, B.G., Zhu, L., Ming, J.T.T.: Factors Affecting Productivity in Green Building Construction Projects: The Case of Singapore, *J. Manag. Eng.*, 33 (2017) 5, pp. 04016052, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000499
- [42] Dainty, A.R.J., Cheng, M.I., Moore, D.R.: Competency-Based Model for Predicting Construction Project Managers' Performance, *J. Manag. Eng.*, 21 (2005) 1, pp. 2–9, doi: 10.1061/(asce)0742-597x(2005)21:1(2)
- [43] Kazaz, A.Y., Ulubeyli, S.: A different approach to construction labour in Turkey: Comparative productivity analysis, *Build. Environ.*, 39 (2004) 1, pp. 93–100, doi: 10.1016/j.buildenv.2003.08.004
- [44] Battini, D., Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F.: New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design, *Int. J. Ind. Ergon.*, 41 (2011) 1, pp. 30–42, doi: 10.1016/j.ergon.2010.12.001
- [45] Hanafi, M.H., Ghani Khalid, A., Razak, A.A., Abdullah, S.: Main Factors Influencing Labour Productivity of the Installation of on-Site Prefabricated Components, *Int. J. Acad. Res.*, 2 (2010) 6, pp. 139–146
- [46] Goodrum, P.M., Haas, C.T., Caldas, C., Zhai, D., Yeiser, J., Homm, D.: Model to Predict the Impact of a Technology on Construction Productivity, *J. Constr. Eng. Manag.*, 137 (2011) 9, pp. 678–688, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000328
- [47] Lee, D.W., Lee, T.S.: The improvement & management of historical data at the construction site - Focused on the supervision committee, *KSCE J. Civ. Eng.*, 8 (2004) 5, pp. 479–489, doi: 10.1007/bf02899575
- [48] Dai, J., Goodrum, P.M., Maloney, W.F.: Analysis of craft workers' and foremen's perceptions of the factors affecting construction labour productivity, *Constr. Manag. Econ.*, 25 (2007) 11, pp. 1139–1152, doi: 10.1080/01446190701598681
- [49] Rivas, R.A., Borcherding, J.D., González, V., Alarcón, L.F.: Analysis of Factors Influencing Productivity Using Craftsmen Questionnaires: Case Study in a Chilean Construction Company, *J. Constr. Eng. Manag.*, 137 (2011) 4, pp. 312–320, doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000274
- [50] Tsai, M.H., Yang, C.H., Wang, C.H., Yang, I.T., Kang, S.C.: SEMA: A Site Equipment Management Assistant for Construction Management, *KSCE J. Civ. Eng.*, 26 (2022) 3, pp. 1144–1162, doi: 10.1007/s12205-021-0972-2
- [51] Wang, Q., El-Gafy, M., Zha, J.: Bi-level framework for measuring performance to improve productivity of construction enterprises, in *Construction Research Congress 2010: Innovation for Reshaping Construction Practice - Proceedings of the 2010 Construction Research Congress*, 35 (2010) 8, pp. 970–979, doi: 10.1061/41109(373)97
- [52] Hasan, A., Jha, K.N.: Acceptance of the Incentive/Disincentive Contracting Strategy in Developing Construction Markets: Empirical Study from India, *J. Constr. Eng. Manag.*, 142 (2016) 2, pp. 04015064, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001048
- [53] Gurcanli, G.E., Bilir Mahcicek, S., Serpel, E., Attia, S.: Factors Affecting Productivity of Technical Personnel in Turkish Construction Industry: A Field Study, *Arab. J. Sci. Eng.*, 46 (2021) 11, pp. 11339–11353, doi: 10.1007/s13369-021-05789-z
- [54] Park, S.H., Kim, Y.S.: An assessment of contract management capabilities for overseas construction projects, *KSCE J. Civ. Eng.*, 22 (2018) 7, pp. 2147–2158, doi: 10.1007/s12205-017-1056-1
- [55] Hwang, B. G., Krishnankutty, P., Zhu, L., Caldas, C. H., Shounak, A., Mulva, S.: Improving Labour Productivity in Process Construction Maintenance and Shutdown/Turnaround Projects, *Int. J. Constr. Manag.*, 1 (2018) 1, pp. 15, doi: 10.1080/15623599.2018.1492664
- [56] Alinaitwe, H.M., Mwakali, J.A., Hansson, B.: Factors affecting the productivity of building craftsmen - studies of Uganda, *J. Civ. Eng. Manag.*, 13 (2007) 3, pp. 169–176, doi: https://doi.org/10.1080/13923730.2007.9636434
- [57] Vigneshwar, R.V.K., Shanmugapriya, S., Sindhu Vaardini, U.: Analyzing the Driving Factors of BIM Adoption Based on the Perception of the Practitioners in Indian Construction Projects, *Iran. J. Sci. Technol. Trans. Civ. Eng.*, 46 (2022) 3, doi: 10.1007/s40996-022-00834-9
- [58] Doloi, H.: Twinning Motivation, Productivity i Management Strategy in Construction Projects, *Eng. Manag. J.*, 19 (2007) 3, pp. 30–40, doi: 10.1080/10429247.2007.11431738
- [59] Dissanayake, M., Fayek, A.R., Russell, A.D., Pedrycz, W.: A hybrid neural network for predicting construction labour productivity, *Proc. 2005 ASCE Int. Conf. Comput. Civ. Eng.*, 2005, pp. 819–830, doi: 10.1061/40794(179)78
- [60] Kazaz, A., Ulubeyli, S.: Drivers of productivity among construction workers: A study in a developing country, *Build. Environ.*, 42 (2007) 5, pp. 2132–2140, doi: 10.1016/j.buildenv.2006.04.020
- [61] Valverde-Gascueña, N., Navarro-Astor, E., Fuentes-Del-Burgo, J., Ruiz-Fernandez, J.P.: Factors that affect the productivity of construction projects in small and medium companies: Analysis of its impact on planning, *Assoc. Res. Constr. Manag. ARCOM 2011 - Proc. 27th Annu. Conf.*, 2 (2011) 9, pp. 879–888
- [62] Park, H.S., Thomas, S.R., Tucker, R.L.: Benchmarking of Construction Productivity, *J. Constr. Eng. Manag.*, 131 (2005) 7, pp. 772–778, doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2005)131:7(772)
- [63] Wanberg, J., Harper, C., Hallowell, M.R., Rajendran, S.: Relationship between Construction Safety and Quality Performance, *J. Constr. Eng. Manag.*, 139 (2013) 10, pp. 04013003, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000732
- [64] Abdel-Razek, R.H., Abd Elshakour, H.M., Abdel-Hamid, M.: Labor productivity: Benchmarking and variability in Egyptian projects, *Int. J. Proj. Manag.*, 25 (2007) 2, pp. 189–197, doi: 10.1016/j.ijproman.2006.06.001
- [65] Marinković, D., Stojadinović, Z., Ivanišević, N.: Work cycle based scheduling, *Gradevinar*, 65 (2013) 11, pp. 993–1002, doi: 10.14256/JCE.845.2013
- [66] Hamid, A.R.A., Singh, B., Jamadi, M.A.: Foreign Labour Employment in Construction Projects, *Int. J. Sci. Res. Publ.*, 3 (2013) 11, pp. 2250–3153
- [67] El-Batreek, A.H., Ezeldin, A.S., Elbarkouky, M.M.G.: A framework for construction labor productivity improvement in Egypt, *AEI 2013 Build. Solut. Archit. Eng. - Proc. 2013 Archit. Eng. Natl. Conf.*, 2013, pp. 1007–1017, doi: 10.1061/9780784412909.098

- [68] Thomas, A.V., Sudhakumar, J.: Critical analysis of the key factors affecting construction labour productivity - an Indian perspective, *Int. J. Constr. Manag.*, 13 (2013) 4, pp. 103–125, doi: 10.1080/15623599.2013.10878231
- [69] Jarkas, A., Horner, M.: Revisiting the applicability of learning curve theory to formwork labour productivity, *Constr. Manag. Econ.*, 29 (2011) 5, pp. 483–493, doi: 10.1080/01446193.2011.562911
- [70] Peng, J., Fayek, A.R., Mohamed, A., Kennett, C.: Exploring the impact of Work Forc Planning on labour productivity variance mitigation on industrial construction projects: A mathematical framework, in *Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World*, Proceedings of the 2012 Construction Research Congress, 2012. pp. 376–385, doi: 10.1061/9780784412329.038
- [71] Loganathan, S., Kalidindi, S.: Masonry Labor Construction Productivity Variation : an Indian Case, *Proc. First Indian Lean Constr. Conf.*, 1 (2015) 2, pp. 175–185
- [72] Putri, N.T., Yusof, S.M., Hasan, A., Darma, H.S.: A structural equation model for evaluating the relationship between total quality management and employees' productivity, *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 34 (2017) 8, pp. 1138–1151, doi: 10.1108/IJQRM-10-2014-0161
- [73] Ulubeyli, S., Kazaz, A., Er, B.: Planning Engineers' Estimates on Labor Productivity: Theory and Practice, *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 119 (2014), pp. 12–19, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.004
- [74] Su, Y. Lucko, G.: Linear scheduling with multiple crews based on line-of-balance and productivity scheduling method with singularity functions, *Autom. Constr.*, 70 (2016), pp. 38–50, doi: 10.1016/j.autcon.2016.05.011
- [75] Ozorhon, B., Akgemik, O.F., Caglayan, S.: Influence of project manager's competencies on project management success, *Građevinar*, 74 (2022) 1, pp. 21–33, doi: 10.14256/JCE.2453.2018
- [76] Radujkovic, M., Sjekavica, M.: Development of a project management performance enhancement model by analysing risks, changes, and limitations, *Građevinar*, 69 (2017) 2, pp. 105–120, doi: 10.14256/JCE.1866.2016
- [77] Ljevo, Ž., Vukomanović, M., Rustempašić, N.: Analysing significance of key quality factors for management of construction projects, *Građevinar*, 69 (2017) 5, pp. 359–366, doi: 10.14256/jce.1723.2016