

## Civil engineering Statybos inžinerija

# STATYBOS TIEKIMO GRANDINĖS DALYVIŲ IR REIŠKŠMINGUMŲ ANALIZĖ

Giedrius FUGALIS , Darius MIGILINSKAS \*

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2019 m. spalio 21 d.; priimta 2019 m. spalio 23 d.

**Santrauka.** Statybos tiekimo grandinės valdymas yra neatsiejamas statybos projekto procesas. Netinkamai kontroliuojant statybos tiekimo grandinę, tarp visų statybos dalyvių gali atsirasti nemažai trikdžių bei padaryta žalos statybos projektui. Trikdžiai atsiranda neužtikrinant tokių kokybiškų tiekimo grandinės funkcijų, kaip aprūpinimas medžiagomis, gamyba, sandėliavimas, paskirstymas, pinigų ir informacijos srautai. Jei tiekimo grandinė valdoma neefektyviai, nebus pasiektas norimas statybos projekto rezultatas, taip pat tai gali pakenkti ir įmonėms, kurios dalyvauja tiekimo grandinėje. Todėl labai svarbu tinkamai planuoti kiekvieną tiekimo grandinės procesą ir ieškoti efektyviausio sprendimo bei tenkinti tiek įmonės, tiek klientų poreikius. Straipsnyje išanalizuoti tiekimo grandinės veiksniai, galima dalyvių įtaka ir reikšmė tiekimo grandinėje, pateikta apklausos analizė, kartu pritaikant santykinės svarbos indekso metodą. Straipsnio pabaigoje išanalizuoti konkretūs statybos tiekimo grandinės mazgai, suformuluotos išvados ir pasiūlytas tiekimo grandinės modelis.

**Reikšminiai žodžiai:** statybos tiekimo grandinė, analizė, efektyvumas, statybos dalyviai, reikšmingumas.

## Įvadas

Statyba – viena svarbiausių ūkio šakų, kurios plėtrą lemiantys rodikliai atspindi bendrą šalies ekonomikos lygį. Statant visus objektus, plėtojasi ir kitos ūkio šakos, gerėja visos šalies ekonomika. Pagrindiniai statybos dalyviai – statytojas, projektuotojas, rangovas ir tiekėjai. Bendras statybos projektą įgyvendinančių dalyvių tikslas – siekti efektyviai, laiku ir ekonomiškai, pagrįstomis sąnaudomis įgyvendinti projektą, t. y. visi statybos projekto dalyviai turi bendradarbiauti siekdami bendros naudos. Vienas svarbiausių statybos efektyvumą užtikrinančių veiksnių – efektyvus statybinių medžiagų tiekimas, paremtas pažangia logistika, kai užtikrinamas patikimas transportavimas, sandėliavimas ir valdymas, sujungtas su pažangiausiu planavimu, apskaita ir informacinių technologijų pritaikymu (Bechtel ir Yayaram, 1997; Cao ir Lumineau, 2015).

Nėra jokių abejonių, kad statybos sektorius visuomet turi didelę įtaką kiekvienos šalies ekonomikai. Tai pasaulinė veikla, turinti daug ypatingų savybių, lyginant su kitomis ekonominėmis veiklomis. Tiekimo grandinė statybos sektoriuje yra sudėtinga, nes yra labai skirtingų tipų, dydžių ir sudėtingumo projektų, o pramonėje taip pat yra didelis subrangos lygis (Christopher, 1992). Naujaisi ty-

rimai parodė, kad, siekiant pagerinti statybos sektoriaus našumą ir produktyvumą, svarbu, jog statybos įmonėse būtų priimtas veiksmingas tiekimo grandinės valdymas. SCM (angl. *Supply chain management*) yra gamybos pramonėje pradėta koncepcija. Ji vertinama kaip naujovė, paremta ankstesniais metodais, pvz., *Total Quality Management* (TQM) ir *Just-in-time* (JIT) (Beheraa, Mohantya ir Prakash, 2015). Pavėluotas tiekimas reiškia pavėluotai atliktą darbą, o per skubus ar per greitas medžiagų tiekimas reiškia neefektyvų darbą (medžiagas reikia sandėliuoti, jos sušlampa ir pan.) (Ke, Cui, Govindan ir Zavadskas, 2015). Lietuvoje daugelis statybos projektų tiekimo grandinių valdomos tiesiog telefono skambučiais ar elektroniniu paštu (užsakant medžiagas), tačiau yra daugybė šiuolaikinių programų, kurios užtikrina medžiagų tiekimo grandinę, palengvina darbą statybos dalyviams, skatina tarpusavio bendradarbiavimą.

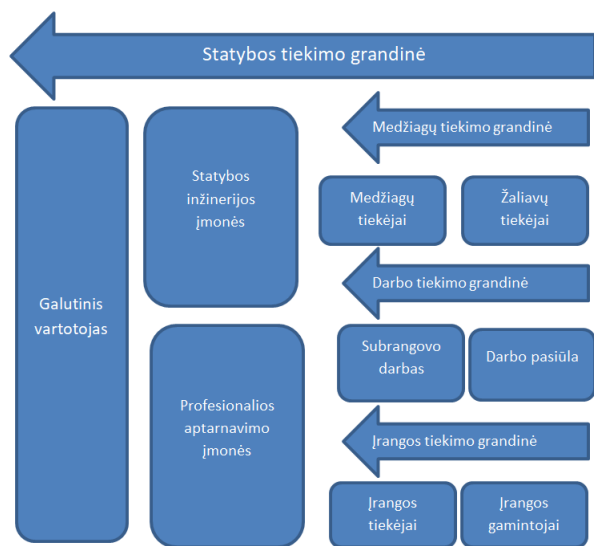
## 1. Tyrimo objektas

Siekiant šio tyrimo tikslų, visų pirma būtina apibrėžti ir suprasti santykius tarp klientų, konsultantų, rangovų ir subrangovų (Cao ir Lumineau, 2015) bei šių santykių

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [darius.migilinska@vgtu.lt](mailto:darius.migilinska@vgtu.lt)

tipus ir reikšmingumą pagal bendradarbiavimo integracijos laipsnį. Pasak M. Christopherio, tiekimo grandinė yra tinklas organizacijų, kurios ankstesniais ir žemesniais ryšiais dalyvauja įvairiuose procesuose ir veiklose, kurie sukuria vertę produktų ir paslaugų pavidalu galutinio kliento rankose. Jis taip pat teigia, kad logistika iš esmės yra planavimo sistema, kuria siekiama sukurti vieno produkto ir jo informacijos srautą kaip tęstinį verslo planą. Tiekimo grandinės valdymas remiasi šia sistema ir siekia susieti kitus subjektų procesus, t. y. tiekėjų, klientų ir pačios statybos organizacijos (Christopher, 1992). Tiekimo grandinė dar buvo konceptualizuota kaip sistema, kurios sudedamosios dalys yra medžiagų tiekimas, gamybos įrenginiai, skirstymo paslaugos ir klientai, susieti su žaliavų srautu ir grįžtamuju informacijos srautu. Partneriškus santykius palaiko dvi ar daugiau organizacijų, kurios, dirbdamos kartu, siekia gerinti veiklos rezultatus, suderindamos abipusius tikslus, spręsdamos ginčus, nuolat įvertindamos ir tobulindamos padarytą pažangą bei dalydamosi nauda (Ke et al., 2015). Statybos pramonėje klientas inicijuoja statybų projekto pradžią, statybų tiekimo grandinė dažnai konceptualizuota kaip procesas, kurio metu viskas pateikiama galutiniam vartotojui (žr. 1 pav.) ir apima visus statybos projektų dalyvius.

Klientai nustato savo statybos reikalavimus iš labai konkurencingų statybos tiekimo rinkų, todėl statybos projektas suteikia reikiamą funkcionalumą jų verslui remti (Ke et al., 2015). Be to, statybos ar inžinerijos įmonės dažniausiai apima visą statybos procesą, kurį teikia galutiniam vartotojui. Šios įmonės atlieka visų sudedamųjų statybos tiekimo grandinių integravimo vaidmenį ir paprastai veikia labai konkurencingoje rinkoje (Papadopoulos, Zamer, Gayialis ir Tatsiopoulos, 2016). Profesionalių paslaugų įmonės apima visas profesionalias paslaugas teikiančias inžineriją, projektavimą, planavimą ir pan. Neabejotina, kad pagrindinė statybos tiekimo grandinės ypatybė yra



1 paveikslas. Statybos tiekimo grandinių įvairovė (Cox ir Ireland, 2006)

Figure 1. Construction supply chain (Cox & Ireland, 2006)

ta, kad kiekvienas klientas yra unikalus, turintis unikalius reikalavimus (Li, Xie, Teo ir Peng, 2010; Lu ir Hao, 2013). Statybos tiekimo grandinė turi prisitaikyti prie to, kad būtų efektyvesnė ir naudingesnė.

## 2. Tyrimo problematika, metodologija ir rezultatai

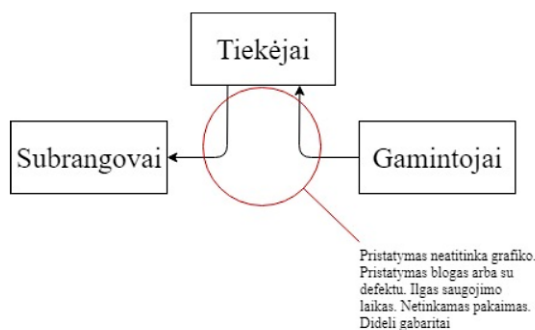
Visuotinės statybos tiekimo grandinės valdymo apibrėžties nebuvimas iš dalies priklauso nuo to, kaip sukurta tiekimo grandinės koncepcija. Daug mokslinių tyrimų įrodė, kad statyba gali turėti daug problemų. Šių problemų analizė parodė, kad didžioji jų dalis yra tiekimo grandinės problemos, kilusios iš skirtingų šalių ar funkcijų sąsajų. 2 paveiksle pavaizduotas nagrinėjamas mazgas ir jo problemos.

Esami tyrimai ir empirinės pastabos patvirtina idėją, kad didelę statybos tiekimo grandinės problemų dalį lemia prastas išpareigojimų vykdymas (Pryke, 2009; Meng, Sun ir Jones, 2011). Tai reiškia, kad nėra aišku, kas už ką atsakingas, kad trūksta visos situacijas aprašančių sutarčių ar pan. Sėkmingai valdoma statybos tiekimo grandinė CSCM (angl. *Construction Supply Chain Management*) mažina statybos problemų (Ke et al., 2015), o taikomi metodai, procesų ir informacijos valdymo priemonės, tokie kaip BIM ir LEAN, gali padėti sėkmingai pasiekti statybos projekto tikslus (Akel, Tommelein ir Boyers, 2004; Hsu, Aurisicchio ir Angeloudis, 2019).

Straipsnyje pateikta apklausos analizė kartu pritaikant santykinės svarbos indekso metodą. RII – tai statistinis metodas, taikomas siekiant nustatyti įvairių veiksnių reitingą. Metodas yra nesudėtingas ir gana tikslus. Tai puikiai žinomas, efektyvus ir nesunkiai suprantamas metodas. Norint nustatyti santykinę veiksnių svarbą, balai transformuojami į santykinės svarbos indeksą pagal šią formulę (Gudienė, Banaitis ir Banaitienė, 2013):

$$RII = \frac{\sum_{t=1}^r \omega_{jt}}{\max_t \omega_{jt} \times r}, \quad (1)$$

čia  $\omega_{jt}$  – eksperto suteiktas kiekvieno veiksnio įvertinimas nuo 1 iki 5;  $\max_t \omega_{jt}$  – aukščiausias įvertis;  $r$  – apklausoje dalyvavusių ekspertų skaičius



2 paveikslas. Nagrinėtas tiekimo grandinės mazgas (sudaryta autoriaus)

Figure 2. Supply chain unit analyzed (created by author)

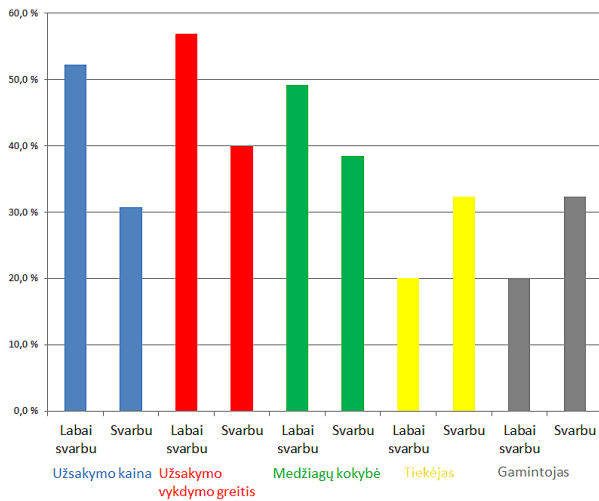
Globalūs veiksmų reikšmingumai apskaičiuojami pagal šią formulę:

$$q_j^a = \frac{\sum_{t=1}^r \omega_{jt}}{\max_t \omega_{jt} \times n}, \quad (2)$$

čia  $n$  – vertinamų veiksmų skaičius.

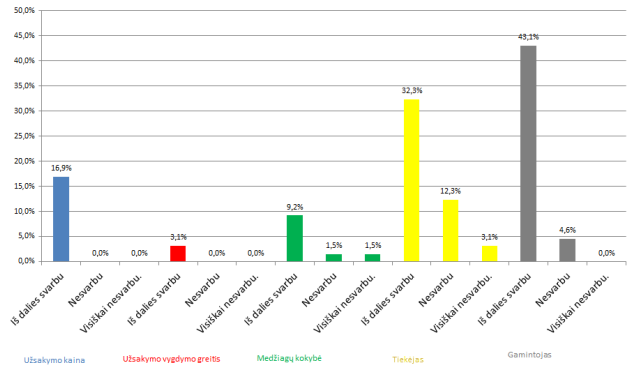
*Tiekimo grandinės dalyviai.* Apklausoje tyrime dalyvavo 65 respondentai. Apklausoje buvo siunčiamos elektroniniu paštu. Daugiausia respondentų sudarė statybų srities specialistai – 84,7 %. Jiems buvo užduotas klausimas – kiek svarbūs šie elementai komplektuojant užsakymą į statybą (užsakymo kaina, užsakymo vykdymo greitis, medžiagų kokybė, tiekėjas, gamintojas)?

Visi šie komponentai statybų versle yra svarbūs, tai parodo apklausos rezultatai. Nė vienas respondentas nemano, jog šie elementai yra visiškai nesvarbūs. Kaip matyti iš 3 paveikslas, net 56,9 % respondentų mano, jog labai



3 paveikslas. Respondentų pasiskirstymas, komponentai ir jų svarba

Figure 3. Respondents distribution, components and their importance



4 paveikslas. Respondentų pasiskirstymas pagal komponentų svarbą

Figure 4. Respondents distribution by components importance

svarbus užsakymo vykdymo greitis, užsakymo kainą pasirinko 52,3 % respondentų, o medžiagų kokybę – 49,2 % respondentų. Užsakymo vykdymo greitis yra gerai valdomos tiekimo grandinės dalis ir daug pastangų čia turi įdėti tiek gamintojas, tiek tiekėjas. Pabrėžtina, kad labai svarbus dalyvių tarpusavio bendradarbiavimas, nes to reikia geram tiekimo grandinės valdymui.

Negalima nuvertinti gamintojo ir tiekėjo tiekimo grandinėje, tačiau 4 paveiksle matoma, kad respondentai nežymėjo kraštutinių reikšmių vertinimo (t. y. kad jie yra labai svarbūs, bet jie ir nežymėjo, kad jie yra visiškai nesvarbūs). Taigi visi elementai tiekimo grandinėje atlieka savo funkciją ir yra reikalingi.

Nustatyti veiksmų poveikiai ir elementų, lemiančių tiekimo grandinės efektyvumą, suskirstymas pagal klausimo pobūdį pateikti 1 lentelėje, o perskaiciavimai – 2 lentelėje. Balai transformuoti santykiniu svarbos indeksu, remiantis (1) formule. Santykinės svarbos indeksas (RII) gali svyruoti nuo 0 iki 1. Globalūs reikšmingumai apskaičiuoti remiantis (2) formule. 1 lentelėje pateikiami rezultatai taikant RII metodą.

1 lentelė. Apklausoje lentelė taikant RII metodą  
Table 1. Survey results using RII method

Klausimas/grupė	Veiksniai	RII	Vieta grupėje
Tiekimo grandinės dalyvių svarba maksimuojant tiekimo grandinės efektyvumą	Stybininkas – pirkėjas	0.79076923	4
	Tiekėjas – pardavėjas	0.84307692	2
	Gamintojas	0.81846154	3
	Logistika	0.86153846	1
Tiekimo grandinės rizikos šaltinis	Tiekimo rizika	0.79384615	1
	Proceso rizika	0.74461538	3
	Paklausos rizika	0.73538462	4
	Valdymo rizika	0.76923077	3
Tiekimo grandinės medžiagų disbalansas	Atsargų planavimas	0.833846154	1
	Gamybos planai	0.79692308	2
	Kainų kaita	0.71384615	5
	Užsakymai	0.78153846	3
	Tiekėjai	0.73846154	4

2 lentelė. Apklauso lentelė taikant RII metodą globaliai  
Table 2. Survey results using RII method globally

Klausimas/grupė	Veiksniai	RII	Bendra vieta
Tiekimo grandinės dalyvių svarba maksimizuojant tiekimo grandinės efektyvumą.	Stybininkas – pirkėjas	0.30414201	7
	<b>Tiekėjas – pardavėjas</b>	0.32426036	2
	Gamintojas	0.3147929	4
	<b>Logistika</b>	0.33136095	1
Tiekimo grandinės rizikos šaltinis.	Tiekimo rizika	0.30532544	6
	Proceso rizika	0.28639053	9
	Paklausos rizika	0.28284024	12
	Valdymo rizika	0.29585799	10
Tiekimo grandinės medžiagų disbalansas.	<b>Atsargų planavimas</b>	0.320710059	3
	Gamybos planai	0.30650888	5
	Kainų kaita	0.27455621	13
	Užsakymai	0.30059172	8
	Tiekėjai	0.28402367	11

Pirmoje grupėje didžiausią poveikį turi logistika, jos indeksas yra 0,86153846. Antroje grupėje didžiausias indeksas yra tiekimo rizikos – 0,79384615, trečioje – atsargų planavimas su 0,833846154 indeksu.

Apskaičiavus globaliai, 2 lentelėje pagal apklausos rezultatus nustatyti didžiausi veiksmų reikšmingumai: pirmoje vietoje – logistika su 0,33136095 indeksu, antroje vietoje – tiekėjas-pardavėjas su 0,32426036 indeksu, trečioje – atsargų planavimas su 0,320710059 indeksu.

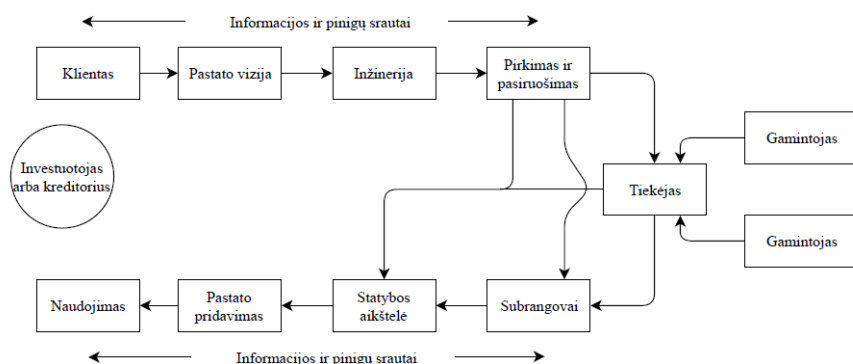
Išanalizavus apklausos rezultatus apie statybos tiekimo grandinę, matoma, kad kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis ar veiksnys daro įtaką tiekimo grandinės veiklai, dėl netinkamo grandinės valdymo gali nukentėti projektas ar ir pati įmonė. Daugiausia įtakos grandinėje turi tiekėjas, logistika ir atsargų planavimas. Galima teigti, kad, tinkamai pasirinkus medžiagų tiekėją, optimizavus atsargas ir pasirūpinus tinkama logistika, bus galima pasiekti aukštą statybos tiekimo grandinės efektyvumą.

Remiantis literatūros analize ir apklausos rezultatais, 5 paveiksle pateikiama vyraujanti statybos tiekimo grandinės Lietuvoje schema. Joje yra nemažai dalyvių, tokių kaip kreditorius (tai gali būti bankas ar privatus investuotojas), klientas, inžinieriai, architektai, gamintojai, tiekėjai, rangovai subrangovai, pastato pridavimas ir visoje grandinėje

vyraujantys pinigų bei informacijos srautai. Taigi, nutrūks kokiai nors grandinei, atsiranda daugybė problemų, dėl kurių beveik visi statybos tiekimo grandinės dalyviai patiria nuostolių.

### Išvados

1. Statybos tiekimo grandinę jungia daug grandžių ir organizacijų, apimamos visos statybos proceso dalys – projektavimas, statyba ir eksploatacija. Kai nors vienos grandies ryšys nutrūksta, beveik iš karto didėja visų tiekimo grandinės dalyvių išlaidos bei sąnaudos.
2. Statybos tiekimo grandinė daro didelę įtaką statybos projekto valdymui. Nuo jos priklauso projekto vykdymo greitis ir kokybė.
3. Apklausa parodė, kad kiekvienas statybos tiekimo grandinės dalyvis ar veiksnys yra reikalingas ir svarbus, tačiau užsakymo vykdymo greitis svarbiausias 56,9 % respondentų, užsakymo kaina svarbiausia 52,3 % respondentų, medžiagų kokybę pasirinko 49,2 % respondentų.
4. Atlikus tyrimą RII metodu, nustatyti trys efektyvumą lemiantys dalyviai arba veiksniai: 1) logistika – pats svarbiausias tiekimo grandinėje resursams užtikrinti; 2) patikimas tiekėjas arba pardavėjas lemia ne tik užsa-



5 paveikslas. Tiekimo grandinės modelis Lietuvoje  
Figure 5. Supply chain model in Lithuania

- kymo kainą, greitį ir daugybę kitų papildomų elementų; 3) atsargų planavimas.
5. Daug statybos projektų neturi sandėliavimo galimybių, taip pat pasitaiko atvejų, kai sandėliavimo kaštai labai dideli, todėl svarbu tinkamai susiplanuoti atsargas, kad statybų grafikas nekistų ir statybos vyktų pagal planą bei siūlomą tiekimo grandinės modelį.

## Literatūra

- Akel, N. G., Tommelein, I. D., & Boyers, J., C. (2004). Application of lean supply chain concepts to a vertically-integrated company: A case study. In *Proceedings of the 12<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 12* (pp. 74-560). Copenhagen, Denmark.
- Behera, P., Mohantya, R. P., & Prakash, A. (2015). Understanding construction supply chain management. *Production Planning & Control*, 26(16), 1332-1350. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1045953>
- Bechtel, C., & Yayaram, J. (1997). Supply chain management: a strategic perspective. *International Journal of Logistics Management*, 8(1), 15-34. <https://doi.org/10.1108/09574099710805565>
- Christopher, M. (1992). *Logistics and supply chain management: strategies for reducing costs and improving service*. Pitman Publishing, London, UK.
- Cao, Z., & Lumineau, F. (2015). Revisiting the interplay between contractual and relational governance: A qualitative and meta-analytic investigation. *Journal of Operations Management*, 33, 15-42. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.09.009>
- Cox, A., & P. Ireland, P. (2002). Managing construction supply chains: the common sense approach. *Engineering Construction and Architectural Management*, 9(5-6), 409-418. <https://doi.org/10.1108/eb021235>
- Gudienė, N., Banaitis, A., & Banaitienė, N. (2013). Evaluation of critical success factors for construction projects – an empirical study in Lithuania. *International Journal of Strategic Property Management*, 17(1) 21–31. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2013.787128>
- Ke, H., Cui, Z., Govindan, K., & Zavadskas, E. K. (2015). The impact of contractual governance and trust on EPC projects in construction supply chain performance. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 26(4), 349-363. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.4.9843>
- Hsu, P. H., Aurisicchio, M., & Angeloudis, P. (2019). Risk-averse supply chain for modular construction projects. *Automation in Construction*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102898>
- Li, Y., Xie, E., Teo, H. H., & Peng, M. W. (2010). Formal control and social control in domestic and international buyer-supplier relationships. *Journal of Operations Management*, 28(4), 333-344. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.11.008>
- Lu, S., & Hao, G. (2013). The influence of owner power in fostering contractor cooperation: Evidence from China. *International Journal of Project Management*, 31(4), 522-531. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.10.008>
- Meng, X., Sun, M., & Jones, M. (2011). Maturity model for supply chain relationships in construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(2), 97-105. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000035](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000035)
- Papadopoulos, G. A., Zamer, N., Gayialis, S. P., & Tatsiopoulou, I. P. (2016). Supply chain improvement in construction industry. *Universal Journal of Management*, 4(10), 528-534. <https://doi.org/10.13189/ujm.2016.041002>
- Pryke, S. (2009). *Construction supply chain management: concepts and case studies*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781444320916>

## ANALYSIS OF PARTICIPANTS AND SIGNIFICANCE FACTORS IN CONSTRUCTION SUPPLY CHAIN

G. Fugalis, D. Migilinskas

### Abstract

The construction supply chain is an integral part of the construction process, due to inadequate control of the construction supply chain, where competition and number of disturbances increase among all construction members. Disturbances occur in the supply chain functions such as material supply, production, storage, distribution, cash and information flow shortcomings. Inefficient supply chain management will prevent the desired outcome of a construction project and may also be detrimental to companies involved in the supply chain. Therefore, it is essential to properly plan every process in the supply chain and to find the most efficient solution and meet the needs of both the company and the customers. The article analyses the significance of factors and the potential influence of participants in the supply chain and provides the survey with application the relative importance index method. At the end of the article, specific construction supply chain relations are analysed, conclusions are drawn and a supply chain model is proposed.

**Keywords:** construction supply chain, analysis, efficiency, construction member, significance.