

Civil engineering Statybos inžinerija

TIEKIMO GRANDINĖS VALDYMO STATYBOS ĮMONĖSE TVARUMO MATAVIMAS

Ieva CATALDO 

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

- gauta 2023 m. gegužės 3 d.
- priimta 2023 m. spalio 18 d.

Santrauka. Šiais laikais mokslininkai vis dažniau atsižvelgia į tvarumo aspektą statybų sektoriuje. Siekdami pabrėžti augančią tvarumo sampratos svarbą bendrojoje darbo kultūroje, statybų įmonių vadovai turėtų atlikti tvariojo tiekimo grandinės valdymo vertinimą ir diegti tvarumui matuoti skirtą indeksą. Tvarumo vertinimas statybos tiekimo grandinės valdymo procese (TGV) dažniausiai atliekamas atsižvelgiant į ekonominius, fizinius, socialinius ir geografinius rodiklius, Brundtlando konvencijos nutarimu geriau žinomus kaip TBL (angl. *Triple Bottom Line*).

Atlikus išplėstinę akademinės literatūros analizę, pasikonsultavus su darniosios statybos pramonės ekspertais buvo apžvelgta esama tiekimo grandinės (TG) tvarumo vertinimo situacija statybų sektoriuje. Straipsnyje pateikti tyrimai, skirti nagrinėti tvariosios tiekimo grandinės valdymą (TTGV) statybų sektoriuje iš holistinės perspektyvos, daugiausia dėmesio skiriant tvarumo matavimo svarbai statybos srityje. Antroje straipsnio dalyje buvo pristatyti apklausos metu gauti respondentų rezultatai vertinant tvarumo rodiklius statybų sektoriuje skirtingais metodais. Šiame darbe pateikiamas autorės sudarytas tvarumo rodiklių sąrašas, skirtas statybos bendrovių tiekimo grandinėms nagrinėti. Šie tvarumo rodikliai buvo suskirstyti į kategorijas, priskirti vienai ar porai tvarumo grupių, peržiūrint jų naudojimą ankstesnėje literatūroje. Atlikus išplėstinę 30 respondentų iš Lietuvos ir Šiaurės Italijos statybos sektoriaus profesionalų apklausą buvo sudaryti tvarumo rodiklių vertinimo sąrašai, kuriuose tvarumo rodikliai statybų sektoriuje pagal svarbą buvo įvertinti keliais skirtingais būdais. Šie rodikliai apima TTGV statybos įmonėse taikymo principus. Galiausiai, siekiant kiekybiškai įvertinti tvarumo rodiklius, įvertinti jų efektyvumą ir klasifikaciją, buvo pristatytas svarbiausių tvarumo rodiklių sąrašas. Rodiklių svarbos nustatymas gali padėti akademikams tvarumo rodiklių matavimo indekso kūrimo procese, prisidėti prie tvariosios politikos formavimo ir pagerinti statybos sektoriaus bendrovių strategijas.

Šio straipsnio autorės pasiūlyta statybos įmonių TGV tvarumo vertinimo ir matavimo sistema gali būti plėtojama svarbiausių TTGV rodiklių statybai vertinti ir geriausia statybos įmonių tiekėjui parinkti, taip pat naudojama sprendžiant daugiakriterio vertinimo problemas. Šio tyrimo tikslas – įvertinti TTGV rodiklių reikšmę statybos pramonėje ir nustatyti, kuri tvarumo vertinimo sistema yra optimali tvariajai statybai patikimumo, sąnaudų mažinimo ir ilgaamžiškumo principų požiūriu. Šie komponentai yra vieni sudėtingiausių statybos inžinerijos ir valdymo uždavinių.

Reikšminiai žodžiai: statybos pramonė, tvarumo rodiklis, statybos tiekimo grandinė, tvarumo matavimas, tvariosios tiekimo grandinės valdymas.

 Autorius susirašinėti. El. paštas ieva.cataldo@vilniustech.lt

1. Įvadas

Nepaisant to, kad akademinėje visuomenėje ir statybų pramonėje tvarumas užima vis svarbesnį vaidmenį, TTGV rodiklių tyrimų pagal tris tvarumo charakteristikas (ekologinę, socialinę ir ekonominę) yra mažai (Luthra et al., 2017; Liu et al., 2019). Tvarumo sąvoka yra plati, todėl ją išmatuoti dažnai yra sudėtinga, o tvarumo matavimo indeksas yra pamirštamas. Akademinėje visuomenėje populiarėja moksliniai straipsniai apie tvarumo ir tiekimo grandinės valdymo problemas (Sroufe, 2017). Brundtlando komisijos ataskaita, kuri apibrėžė tvarumo sampratą tarp mokslininkų ir paskatino tvarumo rodiklių principus integruoti į statybos sektorių, buvo postūmis šio tyrimo plėtrai. Nors yra nemažai tyrimų, kuriuose didžiausias dėmesys buvo skirtas tvaru-

mo rodiklių diegimo TTGV statybų projektuose kontekstui, dauguma jų pabrėžė tiekėjų atrankos klausimo svarbą (Maqbool, 2018). Tačiau daugelis ekspertų geriau supranta tvarumo rodiklius ir pagrindinius darniųjų projektų valdymo elementus, todėl reiktų atsižvelgti ir į šį aspektą.

Siekiant išspręsti minėtas problemas, šio tyrimo tikslas yra atsakyti į kelis klausimus: a) kokie yra svarbiausi tvarumo rodikliai TTGV statyboje? b) kaip galima būtų mokliškai įvertinti šiuos tvarumo rodiklius? c) ar galima juos suskirstyti į mažesnes grupes? Taip suformuluoti šio darbo tikslai: pirmiausiai pateikiamas tvarumo rodiklių, naudojamų statybos TTGV, sąrašas. Spręsdami svarbiausių tvarumo rodiklių vertinimo neapibrėžtumo klausimą, Šiaurės Italijos ir Lietuvos statybos įmonių atstovai pateikė savo rezultatus antroje dalyje. Galiausiai, sukurta išsami statybos

TG vertinti skirta tvarumo rodiklių vertinimo sistema. Šio straipsnio tyrimo objektas yra statybos įmonės Lietuvoje ir pasaulyje bei jų tvarumo rodiklių sistema ir vertinimas. Šio darbo pagrindinis tikslas – esamos padėties analizės pagrindu išsiaiškinti TTGV situaciją ir požiūrį Lietuvos ir pasaulio statybos sektoriaus įmonėse, įvertinti ir pagerinti TTGV efektyvumą taikant tvarumo rodiklių svarbą statybos įmonėse. Straipsnio nagrinėjama tema yra aktuali, nes leidžia sugrupuotus tvarumo rodiklius pritaikyti statybos bendrovėms. Žinant svarbiausius rodiklius galima tinkamai atsižvelgti į statybos TTGV esmę, sutaupyti išteklius, padidinti pajamas ir tausoti aplinką. Šiuo straipsniu siekiama nustatyti tvarumo rodiklių sąrašą su svarbiausiais rodikliais, skirtą statybų bendrovių tiekimo grandinėms nagrinėti, bei sudaryti tolesnes statybos sričiai tinkamas gaires tvarumo matavimo indeksui nustatyti.

2. Literatūros apžvalga

Nors tvarumo sąvoka yra dažnai vartojama, statybų sektoriuje nauji patobulinimai įdiegiami palyginti lėtai (Masood et al., 2022). Tačiau organizacijų tinkle valdymas, anot TGV tyrinėjančių mokslininkų, turėtų pagerinti vietinių ir išorinių tiekimo grandinių optimalesnį veikimą (Chandra & Kumar, 2000; Mentzer et al., 2001; Amiri et al., 2021). Statybos tiekimo grandinėje kartu su rangovais, gamintojais, statybinių medžiagų tiekėjais, statybininkais, inžinieriais įtraukiami ir užsakovas, statybininkai, vežėjai ir kiti tarpininkai, vykdančys statybos projekto valdymą. Nors visi TG subjektai statyboje yra sujungti finansų, duomenų ir medžiagų grandimis, ne visi jie būtini kiekvienoje grandinės grandyje (Blengini & Shields, 2010; Brix-Asala et al., 2018).

Kuriant bei palaikant pasaulines ir regionines tiekimo grandines, TTGV galima apibrėžti kaip veiksmingą ir efektyvų susijusių socialinių, ekonominių ir aplinkosauginių elementų valdymą. Šiuo procesu yra skatinama darnioji valdymo praktika, kurią taikant yra sumažinamas atliekų kiekis ir garantuojama ilgalaikė statybos projekto priežiūra. Visoms šalims, dalyvaujančioms kuriant ir tiekiant prekes bei paslaugas visais jų gyvavimo ciklo etapais, taikant TTGV yra sukuriama ekonominė, socialinė ir aplinkosauginė gerovės vertė. Tvariojo tiekimo grandinės valdymo taikymas statybos organizacijose padeda sumažinti poveikį aplinkai, gedimų riziką ir padidina jų konkurencingumą (Suhi et al., 2019). Nepaisant jos svarbos, į šią valdymo perspektyvą, kuri apibrėžia įtrauktą pastato projekto vertę, dažnai yra neatsižvelgiama (Kivilä et al., 2017).

TTGV iš viso apima keturias sritis: a) duomenų, politinių ir finansinių elementų administravimą; b) socialinių veiksmų valdymą; c) novatoriškų ir aplinkosauginių projektų valdymą ir d) projekto valdymą nuo pradžios iki jo užbaigimo (Bastas & Liyanage, 2018). Statybos TG struktūrą klientai turi pasirinkti dėl subjekto veiklos (Goyal et al., 2018). Į tiekimo grandinę reikia žiūrėti kaip į tinklą, o ne kaip į atskirų žingsnių ar etapų seriją, nes ji laikoma įvykių grandine (Heidary Dahooie et al., 2020; Moktadir et al., 2021; Zhang & Yu, 2021). Statybos projekto plėtotojai turi prieigą prie įvairių statybinių medžiagų tiekėjų, taip pat

gali prekiauti su keliais partneriais ir tarpininkais. Kadangi tam reikia tobulinti ir vykdyti statybų projekto susitarimus, taikant TTGV pabrėžiama platesnė veiklų įvairovė, kurias turi vykdyti statybų sektoriaus organizacijos ir darbuotojai, turintys ryšį su TG (Heidary Dahooie et al., 2020).

Pagal naujausius mokslinės literatūros šaltinius, dabartinės metodikos ir įrankiai nėra pakankamai veiksmingi, nepakankamai saugūs ir patikimi. Norint patenkinti augančius klientų ir rangovų poreikius, reikia imtis tam tikrų žingsnių optimizuojant logistines ir statybines operacijas (Yan et al., 2019). Siekdamas patenkinti vartotojų poreikius, besikeičiančius administracinius standartus, kuo efektyviau skatinti prekybines operacijas, statybų bendrovės turėtų į pagalbą pasitelkti dirbtinio intelekto (angl. *Artificial Intelligence* – AI), pvz., blokų grandinės (angl. *Blockchain*), daiktų interneto ir kitų integruotųjų kompiuterinių programų pažangųjį potencialą (Rejeb et al., 2020; Bakhtiarzadeh et al., 2021; Sindhvani et al., 2022). Siekdami sukurti proaktyvų ir nuspėjamąjį išmanų rizikos valdymo mechanizmą, statybos TG dalyvaujantys statybos sektoriaus vadovai pradėjo dėmesį telkti į dirbtinio intelekto padedamą sprendimų priėmimo būdą, pagrįstą įvairiais duomenų šaltiniais. Dėl šių savybių mašininio mokymosi (angl. *Machine Learning* – ML) ir dirbtinio intelekto metodai yra tinkami TTGV pramonėje (Sindhvani et al., 2022). Naudojant AI, problemos išsprendžiamos greičiau, tiksliau ir naudojant didesnę įvesties įvairovę nei taikant įprastinius metodus. Priimant TG rizikos valdymo sprendimus, sudėtingos ir nuspėjamosios duomenų analizės taikymas pastaraisiais metais smarkiai išaugo. Atsižvelgiant į tai, jog tikslingiau naudoti dirbtinį intelektą tiekimo grandinės rizikos valdymo procese, taikomi tam tikri novatoriški metodai, tokie kaip ML, giluminis mokymasis (angl. *Deep Learning*) ir natūralios kalbos apdorojimas (angl. *Natural Language Processing*) (Deiva Ganesh & Kalpana, 2022).

Norint suprasti esminius tvarumo rodiklius, būtina išspręsti su TTGV susijusias problemas statybos projektuose (Pade et al., 2008). Sąvoka „rodiklis“ neatitinka vienos apibrėžtos ir tikslios idėjos, jį galima apibūdinti kaip „tam tikros rūšies matuoklį ar skaitiklį“, tvirtina Reid ir Rout (2020). Moldan ir Dahl (2007) teigia, kad ne visos tvarumo rodiklių grupės yra vienodai tikslios ir kiekybinės. Jollands (2006) savo tyrime teigia, kad „rodiklis iš esmės yra ženklas; teiginys, reikalaujantis aiškinimo“. Norint plačiau suprasti šį terminą, šiuo tyrimu siekiama pateikti daugiau informacijos apie statybos projektų TTGV tvarumo rodiklius.

Kaip buvo minėta anksčiau, rasti svarbiausius tvarumo rodiklius bei suskaičiuoti tvarumo indeksą, tinkantį statybos TTGV sričiai, yra sudėtingas daugiakriterio skaičiavimo – MCDM (angl. *Multi-criteria Decision Analysis*) – iššūkis. Literatūroje ši problema buvo nagrinėjama taikant įvairias MCDM metodikas (Fernández-Sánchez & Rodríguez-López, 2010; Ukaga, 2014). Ankstesniuose tyrimuose įvairios MCDM strategijos buvo taikomos optimizuojant TTVG veiklą. Atsižvelgus į ankstesnes pastangas diegti šias strategijas, matoma, jog, nepaisant daugybės pasiūlymų, ši problema vis dar kelia daug svarbių kliūčių. Dauguma taikomų metodų dar nepadėjo efektyviai ir išsamiai modeliuoti sudėtingų tvarumo rodiklių veiklos. Daugumoje ankstesnių straipsnių

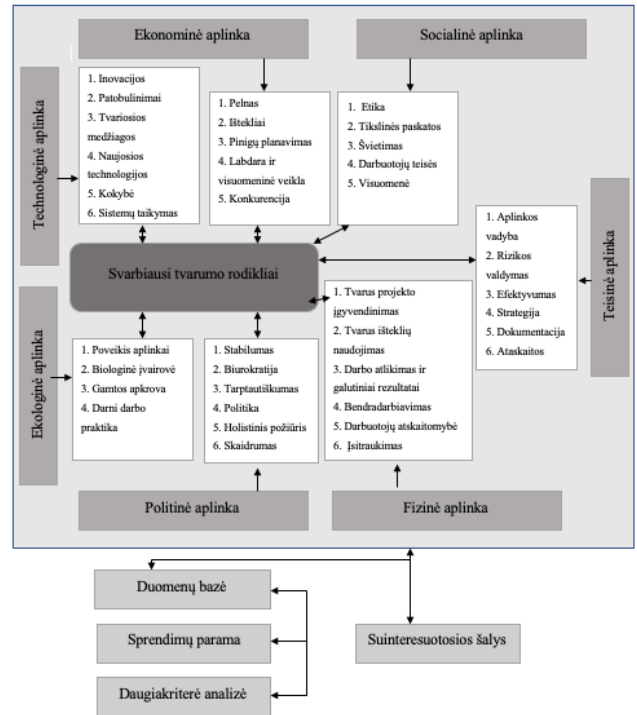
nebuvo kalbama apie unikalų MCDM metodą, todėl reikia rasti tinkamą ir patikimą strategiją, padedančią apskaičiuoti statybos sričiai tinkančių tvarumo rodiklių indeksą.

3. Tvarumo rodiklių grupavimas ir tyrimo eiga. Svarbiausių tvarumo rodiklių apklausos rezultatai statybos sektoriuje

Dažnai minima, jog tvarumo rodikliai ir kritiniai komponentai yra esminiai elementai, padedantys statybų kompanijoms įvertinti tvarumo svarbą (Gunnasdóttir et al., 2021). Remiantis Stanitso et al. (2021) pradine analize, mokslininkai sudarė esminių tvarumo rodiklių sąrašą statybų srityse, kurie gali lemti tvaryjū projektų sėkmę. Stanitsas et al. (2021) teigia, jog literatūroje vis dar yra spragų, susijusių su išsamia metodika ir tvarumo rodiklių, prisidedančių prie tvaryjū projektų valdymo statybos projektuose, klasifikacija pagal TBL scenarijų. Anot jo, nėra atlikta pakankamai tyrimų norint užtikrinti, kad tvarumo rodikliai, naudojami įvertinti statybos tiekimo grandines, yra sistemingai klasifikuoti. Remiantis šiuo požiūriu, šiame tyrime teigiama, jog sutelkus dėmesį į tam tikrus, suskirstytus rodiklius, statybos projektų tvarumo aspektas gali būti gerokai patobulintas (TBL scenarijus).

Norint geriau įvertinti rodiklius, 1 pav. pateikiama šio straipsnio autorės sudaryta rodiklių grupavimo sistema į septynias tvarumo grupes. Autorė pasirinko šias tvarumo grupių aplinkas (jose telpa visi rodikliai): ekologinė, socialinė, ekonominė, teisinė, technologinė, fizinė ir politinė. Iš plataus rodiklių sąrašo buvo pasirinkti 38 svarbiausi rodikliai. Jie buvo suskirstyti į septynias tvarumo aplinkas.

Siekiant patvirtinti TTGV rodiklius, gautų sisteminės literatūros apžvalgos metu, taikymą ir svarbą statybos projektuose, šiame tyrime buvo atlikti pusiau struktūriniai interviu. Tyrimo tikslas – TTGV tvarumo rodiklių svarbos nustatymas keliais skirtingais metodais statybos projektuose. Kadangi TBL scenarijus yra būtinas norint įvertinti tvarumo sąvoką, jo taikymas taip pat buvo neišvengiamas (Ahi et al., 2018). Struktūruoti interviu šiame darbe buvo



1 paveikslas. Svarbiausių tvarumo rodiklių statybos TTGV analizės koncepcinis modelis (sudaryta autorės)

atlikti pagal Tura et al. (2019) interviu planavimo strategijos gaires. Anketos su šiais tvarumo rodikliais buvo sudarytos ir įteiktos siekiant įvertinti tvarysios statybos ekspertus Šiaurės Italijoje ir Lietuvoje. Sisteminės literatūros apžvalgos (angl. *Systematic Literature Review*) proceso rezultatai TTGV statybos tvarumo rodikliuose buvo patvirtinti naudojant interviu kaip duomenų rinkimo iš projektų vadovų priemonę. Pagrindinis interviu tikslas buvo išsiaiškinti, ar literatūros tyrimo išvados apie TTGV taikomus rodiklius statyboje yra patvirtintos statybos pramonės ekspertų. Iš lentelės galima spręsti, kurių sričių atstovai dominavo rengtoje apklausoje Šiaurės Italijoje ir Lietuvoje (1 lentelė).

1 lentelė. Respondentų skaičius statybų pramonės šakose (sudaryta autorės)

Nr.	Pramonės šaka	Veiklos sritis	Respondentų skaičius
1.	Statybinės medžiagos	Pramonės vadovas, inžinierius	2
2.	Statybinių atliekų išvežimas	Operacijų vadovas	2
3.	Statybų logistika	Logistikos projektų vadovas, administratorius	4
4.	Saulės energija	Projektų vadovas	1
5.	Atsinaujinančiosios technologijos	Direktorius, atsinaujinančiųjų technologijų inžinierius	2
6.	Dizainas ir statyba	Aplinkosaugos inžinierius, dizaineris	3
7.	Akademinė aplinka	Dėstytojas, tyrėjas	4
8.	Ekologiškų namų statymas ir projektavimas	Tvaryjū namų statytojas ir projektuotojas	5
9.	Moduliniai namai	Inžinierius, projektuotojas	2
10.	Infrastruktūra ir plieno konstrukcijos	Statybų vadybininkas	1
11.	Žalioji statyba ir pasyvieji namai	Inžinierius, darbuotojas	2
12.	Architektūra	Dizaineris, architektas	2
Iš viso			30 respondentų

Matoma, jog didžiausias respondentų skaičius (5) iš 30-ies dalyvavusiųjų buvo iš ekologinių namų projektavimo ir statybų sritys, taip pat akademinės aplinkos bei statybų logistikos sritys (po 4 respondentus).

Visos šios apklausos interviu sesijos vyko nuo 2022 m. balandžio mėn. iki 2022 m. gruodžio mėn., apklausų metu pagrindinis tikslas buvo išsiaiškinti individualius pašnekovų požiūrius, atsižvelgiant į jų ankstesnę patirtį statybos valdymo srityje. Ekspertai išsakė savo nuomones ir skyrė didelį dėmesį tvarumo rodiklių vertinimui statybos srityje skirtingais metodais. TTGV tvarumo rodiklių reikšmė statyboje ir pirmųjų nustatytų statybos projektų rodiklių patikrinimas buvo pagrindinės diskusijų temos kiekviename interviu. Apklausos buvo atliekamos gyvai ir internetu. 2 lentelėje pateikta informacija apie respondentų profilį. Matoma, jog didžioji dauguma apklausoje dalyvavusių ekspertų buvo vyriškos lyties (net 23 iš 30), vidutinis respondentų amžius buvo tarp 30 ir 49 metų. Dauguma respondentų buvo baigę aukštąjį universitetinį išsilavinimą (86,67 proc.). Didžiosios dalies įmonių, kurioms atstovavo ekspertai, darbuotojų skaičius buvo tarp 10 ir 15 darbuotojų (50 proc.). Daugiausia respondentų atsakė, jog jų darbo patirtis statybos srityje siekė nuo 10 iki 15 metų (43,33 proc.).

Visos anketos buvo pusiau struktūrintos. Jų tikslas buvo gauti nuomonę apie tvarumo rodiklių svarbą statybos sek-

toriuje. Pradinis tvarumo rodiklių sąrašas (iš viso 38) buvo pateiktas respondentams. Vėliau jie buvo paprašyti išreikšti savo nuomonę apie kiekvieną rodiklį ir įvertinti kiekvieną pagal skirtingas skales (nuo 0 iki 100; nuo 0 iki 100 kas 10-ą; Likerto skalėje bei rangavimo būdu kiekvienoje tvarumo grupėje). Iš viso buvo 15 ekspertų Lietuvoje ir 15 Šiaurės Italijoje, atstovaujančių tvariosios statybos įmonėms.

Santykinės svarbos indeksas (RII) skaičiuojamas taikant formulę:

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

čia ω_{jt} – eksperto suteiktas kiekvieno veiksnio įvertinimas nuo 1 iki 5; $\max_t \omega_{jt}$ – aukščiausias įvertinimas (šiuo atveju lygus 5); r – apklausoje dalyvavusių ekspertų skaičius.

Globalūs reikšmingumai apskaičiuojami pagal šią formulę:

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

čia n – vertinimų rodiklių skaičius.

Taip pat kiekvienas ekspertas turėjo sureitinguoti rodiklius tvarumo grupėje nuo svarbiausio (1) iki mažiausiai svarbaus (jei tvarumo grupėje yra keturi tvarumo rodikliai, mažiausiai svarbus rodiklis bus reitinguojamas 4 numeriu, jei tvarumo grupėje yra penki tvarumo rodikliai, numeris bus 5 ir t. t.).

Galiausiai, buvo apskaičiuota bendroji rodiklio svarba sudėjus komponentus į visumą (skaičiavimo rezultatai: RII , globalus reikšmingumas (q_j^g) nuo 100 iki 10 (ρ) ir nuo 100 iki 10 kas 10-tą (θ). Reitingo kiekvienoje grupėje matas į šią skaičiavimo sistemą nebuvo įtrauktas. Kalbant apie bendrąją rodiklio svarbą, kuo skaičius arčiau 1, tuo rodiklio bendroji svarba yra didesnė, o kuo arčiau 0 – mažesnė. Rodiklio bendrosios svarbos (b) formulė pateikiama toliau:

$$b = \frac{RII_j + q_j^g + \rho + \theta}{10000}. \quad (3)$$

3 lentelėje yra pateikiami apklausų rezultatai su tvarumo rodikliais kiekvienoje tvarumo grupėje. Pagal lentelės duomenis galima spręsti, jog tarp ekologinių tvarumo rodiklių svarbiausias rodiklis respondentams buvo darnioji darbo aplinka, aplinkosauginis švietimas buvo tarp svarbiausių socialinių rodiklių srityje. Teisinėje grupėje svarbiausias buvo darbo efektyvumo rodiklis, tarp fizinių rodiklių – tvarus išteklių naudojimas, tarp politinių – ekonominis ir politinis stabilumas, tarp technologinių svarbiausias rodiklis buvo inovacijos, o tarp ekonominių rodiklių grupės svarbiausias tvarumo rodiklis respondentams buvo pelnas. Iš ekspertų apklausų bendruoju rodiklio svarbos metodu buvo sujungti skirtingais metodais gauti rezultatai. Tvarumo rodiklių reitingavimas kiekvienoje grupėje į bendrosios rodiklio svarbos skaičiavimą nebuvo įtrauktas, tačiau rezultatai buvo panašūs abiem atvejais. Nustatytos rodiklių svarbos reikšmės galėtų būti pritaikytos tolesnei analizei – daugiakriteriam vertinimui atlikti (pagal 1 pav. koncepcinį modelį).

2 lentelė. Respondentų, dalyvavusių apklausoje, profilis (sudaryta autorės)

Respondentų profilis	Klasifikacija	Skaičius	Procentas
Amžius	Mažiau nei 20 metų	0	0
	20–29 metų	4	13,33
	30–39 metų	11	36,67
	40–49 metų	9	30
	50 ir daugiau metų	6	20
Lytis	Vyras	23	76,67
	Moteris	7	23,33
Išsilavinimas	Vidurinis	0	
	Aukštesnysis	1	3,33
	Aukštasis koleginius	3	10
	Aukštasis universitetinis	26	86,67
Veiklos sritis	Vystytojas	8	26,67
	Dizaineris / konsultantas	7	23,33
	Rangovas	11	36,67
	Akademikas	4	13,33
Darbuotojų skaičius įmonėje	1–9 žmonės	7	23,33
	10–19 žmonių	15	50
	50–249 žmonės	5	16,67
	>250 žmonių	3	10
Patirtis metais	Mažiau nei 5 metai	2	6,67
	5–10 metų	6	20
	10–15 metų	13	43,33
	Daugiau nei 15 metų	9	30

3 lentelė. Tvarumo rodiklių statybos organizacijose įvertinimas skirtingais metodais (sudaryta autorės)

Nr.	Rodikliai	Autoriai	Nuo 100 iki 10 kas 10-tą (θ)	Nuo 100 iki 10 (ρ)	RII_j	Globalus reikšmingumas (q_j^g)	Reitingas kiekvienoje grupėje	Rodiklio bendroji svarba (b)
EKOLOGINIAI								
1.	Poveikis aplinkai	(Židonienė et al., 2015; Chang et al., 2018)	70	71	0,83	0,4368	2	0,1802
2.	Biologinė įvairovė	(Fernández-Sánchez & Rodríguez-López, 2010)	70	74	0,72	0,3789	3	0,1414
3.	Sumanus išteklių naudojimas	(Ali et al., 2008)	60	66	0,82	0,4052	4	0,1316
4.	Darni darbo praktika	(Cappuyens, 2016)	70	72	0,83	0,4315	1	0,1806
SOCIALINIAI								
5.	Etika	(Banihashemi et al., 2017)	60	65	0,77	0,4052	5	0,1217
6.	Tikslinės paskatos	(De Sousa Jabbour et al., 2018)	60	64	0,7	0,3684	4	0,0991
7.	Aplinkosauginis švietimas	(Kivilä et al., 2017)	80	85	0,9	0,4736	1	0,2899
8.	Darbuotojų teisės	(Wilkerson et al., 2018)	70	72	0,87	0,4578	2	0,2008
9.	Visuomeniniai santykiai	(Callistus & Clinton, 2016)	60	65	0,71	0,3736	3	0,1035
TEISINIAI								
10.	Aplinkos vadyba	(Banihashemi et al., 2017)	70	67	0,64	0,3368	3	0,1011
11.	Rizikos valdymas	(Martens & Carvalho, 2017)	60	64	0,8	0,4210	4	0,1294
12.	Efektyvumas	(Nord & Sjøthun, 2014)	90	89	0,89	0,4684	1	0,334
13.	Geriausios praktikos strategija	(Fortune & White, 2006)	80	81	0,85	0,4473	2	0,2464
14.	Dokumentacija	(Martens & Carvalho, 2017);	50	47	0,62	0,3263	6	0,0476
15.	Socialinio poveikio ataskaitos	(Berssaneti & Carvalho, 2015)	50	52	0,57	0,3000	5	0,0445
FIZINIAI								
16.	Tvarusis projekto įgyvendinimas	(Yong & Mustafa, 2013)	70	70	0,77	0,4052	3	0,1529
17.	Tvarus išteklių naudojimas	(Fernández-Sánchez & Rodríguez-López, 2010)	80	86	0,9	0,4736	2	0,2933
18.	Darbo atlikimas ir galutiniai rezultatai	(Alsanad, 2015)	80	87	0,82	0,4315	1	0,2463
19.	Suinteresuotųjų šalių įtraukimas	(Banchuen et al., 2017)	50	57	0,64	0,3368	4	0,0615
20.	Darbuotojų atskaitomybė	(Toor & Ogunlana, 2008)	60	64	0,8	0,4210	5	0,1294
21.	Suinteresuotųjų šalių įsitraukimas	(Ukaga, 2014)	50	56	0,65	0,3421	6	0,0623
POLITINIAI								
22.	Ekonominis ir politinis stabilumas	(Soltani et al., 2018)	90	93	0,88	0,4631	1	0,3412
23.	Biurokratizmas	(Gan et al., 2017)	70	72	0,71	0,3736	3	0,1337
24.	Tarptautiškumas	(Fortune & White, 2006)	70	70	0,73	0,3842	4	0,1375

3 lentelės pabaiga

Nr.	Rodikliai	Autoriai	Nuo 100 iki 10 kas 10-tą (θ)	Nuo 100 iki 10 (ρ)	RI_j	Globalus reikšmingumas (q_j^a)	Reitingas kiekvienoje grupėje	Rodiklio bendroji svarba (b)
25.	Politika	(Kivilä et al., 2017)	70	75	0,71	0,3736	2	0,1393
26.	Holistinis požiūris	(Wilkerson et al., 2018)	50	47	0,67	0,3526	6	0,0556
27.	Skaidrumas	(Schönborn et al., 2019)	60	66	0,74	0,3894	5	0,1142
TECHNOLOGINIAI								
28.	Inovacijos	(Martens & Carvalho, 2017)	90	88	0,88	0,4631	1	0,3228
29.	AI patobulinimai	(Banihashemi et al., 2017)	70	71	0,76	0,4000	5	0,1511
30.	Tvariosios medžiagos	(Iluah et al., 2014)	80	83	0,86	0,4526	2	0,2585
31.	Naujosios technologijos	(Toor & Ogunlana, 2008)	70	77	0,87	0,4578	4	0,2147
32.	Kokybė	(Yong & Mustafa, 2013)	80	86	0,83	0,4368	3	0,2495
33.	Sistemų taikymas	(Ahadzie et al., 2008)	60	61	0,61	0,3210	6	0,0717
EKONOMINIAI								
34.	Pelnas	(Laasch, 2018)	90	93	0,89	0,4684	1	0,349
35.	Ištekliai	(Tabish & Jha, 2011)	90	92	0,88	0,4631	2	0,3375
36.	Pinigų planavimas	(Pulaski & Horman, 2005)	90	88	0,85	0,4473	3	0,3012
37.	Labdara	(Martens & Carvalho, 2017)	50	54	0,68	0,3578	5	0,0657
38.	Konkurencija	(Van Horen et al., 2018)	70	73	0,7	0,3684	4	0,1318

4. Išvados

Norėdami užtikrinti minimalų poveikį aplinkai ir įgyti konkurencinį pranašumą rinkoje, statybų įmonių vadovai pradeda suprasti darnaus elgesio reikšmę. Viena iš svarbiausių priemonių, kurios statybų įmonės turi imtis, siekdamas skatinti tvarumą savo bendrojoje darbo kultūroje, yra tvarumo rodiklių sąrašas TTGV vertinti.

Šiame darbe pateikta svarbiausių tvarumo rodiklių, taikomų TTGV statybų srityje, analizė, išsamiai apžvelgta, kas iki šiol šioje srityje buvo moksliskai nuveikta, ir nustatytos sritys, kuriose reikia papildomų tyrimų. Siekiant geriau suprasti esminius tvarumo rodiklius, turinčius įtaką statybos tiekimo grandinių veiklai, buvo atliktas išsamus literatūros tyrimas. Šio tyrimo rezultatai buvo paremti pusiau struktūriniais interviu. Galutinėje apklausoje buvo pateikti trisdešimt aštuoni tvarumo rodikliai, susiję su TTGV metodais statybos projektuose. Svarbiausi tvarumo rodikliai taip pat buvo sugrupuoti į pagrindines septynias TTGV statybos pramonės vertinimo grupes ir pateikti literatūros apžvalgoje. Rodikliai taip pat buvo sureitinguoti Šiaurės Italijos ir Lietuvos ekspertų keliais skirtingais būdais. Pagal kiekvieną iš septynių tvarumo kriterijų šiame tyrime buvo

nustatyti 38 esminiai tvariosios veiklos rodikliai. Vertinant TTGV tvarumo rodiklius statybinėse organizacijose buvo naudojamos įvairios metrikos, nustatytos tyrime remiantis literatūros analize ir respondentų nuomonėmis. Šiame tyrime analizei buvo pasitelkta Šiaurės Italijoje ir Lietuvoje dirbančių respondentų nuomonė tvarumo rodiklių svarbai įvertinti Likerto metodu. Tvarumo rodikliai buvo sureitinguoti kiekvienoje iš septynių tvarumo grupių. Rezultatai parodė, jog svarbiausi tvarumo rodikliai socialinėje tvarumo grupėje buvo – aplinkosauginis švietimas ir darbuotojų teisės; ekologinėje – darni darbo praktika ir poveikis aplinkai, teisinėje – efektyvumas ir geriausias praktikos strategija; fizinėje – tvarus išteklių naudojimas; technologinėje – inovacijos, tvariosios medžiagos ir naujosios technologijos; ekonominėje – pinigų planavimas, taip pat ištekliai, o politinėje – ekonominis ir politinis stabilumas.

Šiame straipsnyje pateikti statybos srities nariams svarbūs skaičiavimai ir svarbiausių tvarumo rodiklių vertinimo, susijusio su tiekimo grandinės grupėmis, rezultatai. Šiame tyrime nagrinėjami keli galimi būdai tvarumo rodiklių svarbai išmatuoti, jie galėtų suteikti tolesnių teorinių įžvalgų apie TTGV statybų pramonėje ir padėtų sukurti tikslų tvarumo skaičiavimo indekso modelį. Siekiant išplėsti tyrimo išvadas, ateityje būtų galima šią apklausą pateikti kitų

statybos sričių atstovams. Šios apklausos rezultatai gali padėti akademikams plėtoti tolesnius tyrimus nagrinėjant tvarumo svarbą statybos TG, o šiame straipsnyje pateiktos apklausos rezultatai gali būti pagrindu tvarumo indekso matavimui sudaryti.

Literatūra

- Ahadzie, D. K., Proverbs, D. G., & Olomolaiye, P. O. (2008). Critical success criteria for mass house building projects in developing countries. *International Journal of Project Management*, 26, 675–687. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.09.006>
- Ahi, P., Searcy, C., & Jaber, M. Y. (2018). A quantitative approach for assessing sustainability performance of corporations. *Ecological Economics*, 152, 336–346. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.06.012>
- Ali, B., Sopian, K., Chan, H. Y., Mat, S., & Zaharim, A. (2008). Key success factors in implementing renewable energy programme in Malaysia. *WSEAS Transactions of Environment and Development*, 4, 1141–1150.
- Alsanad, S. (2015). Awareness, drivers, actions, and barriers of sustainable construction in Kuwait. *Procedia Engineering*, 118, 969–983. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.538>
- Amiri, M., Hashemi-Tabatabaei, M., Ghahremanloo, M., Keshavarz-Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., & Banaitis, A. (2021). A new fuzzy BWM approach for evaluating and selecting a sustainable supplier in supply chain management. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 28, 125–142. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1793424>
- Bakhtiarizadeh, E., Shahzad, W. M., Poshdar, M., Khalfan, M., & Rotimi, J. O. B. (2021). Blockchain and information integration: Applications in New Zealand's prefabrication supply chain. *Buildings*, 11, Article 608. <https://doi.org/10.3390/buildings11120608>
- Banchuen, P., Sadler, I., & Shee, H. (2017). Supply chain collaboration aligns order-winning strategy with business outcomes. *IIMB Management Review*, 29, 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2017.05.001>
- Banihashemi, S., Hosseini, M. R., Golizadeh, H., & Sankaran, S. (2017). Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries. *International Journal of Project Management*, 35, 1103–1119. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.01.014>
- Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). ISO 9001 and supply chain integration principles based sustainable development: A Delphi study. *Sustainability*, 10(12), Article 4569. <https://doi.org/10.3390/su10124569>
- Berssaneti, F. T., & Carvalho, M. M. (2015). Identification of variables that impact project success in Brazilian companies. *International Journal of Project Management*, 33, 638–649. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.07.002>
- Blengini, A., & Shields, D. J. (2010). Green labels and sustainability reporting: Overview of the building products supply chain in Italy. *Management of Environmental Quality*, 21, 477–493. <https://doi.org/10.1108/14777831011049115>
- Brix-Asala, C., Geisbush, A. K., Sauer, P., Schopflin, P., & Zehender, A. (2018). Sustainability tensions in supply chains: A case study of paradoxes and their management. *Sustainability*, 10(2), Article 424. <https://doi.org/10.3390/su10020424>
- Callistus, T., & Clinton, A. (2016). Evaluating barriers to effective implementation of project monitoring and evaluation in the Ghanaian construction industry. *Procedia Engineering*, 164, 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.635>
- Cappuyns, V. (2016). Inclusion of social indicators in decision support tools for the selection of sustainable site remediation options. *Journal of Environmental Management*, 184, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.035>
- Chandra, C., & Kumar, S. (2000). Supply chain management in theory and practice: A passing fad or a fundamental change? *Industrial Management & Data Systems*, 100, 100–114. <https://doi.org/10.1108/02635570010286168>
- Chang, I. S., Wang, W., Wu, J., Sun, Y., & Hu, R. (2018). Environmental impact assessment follow-up for projects in China: Institution and practice. *Environmental Impact Assessment Review*, 73, 7–19. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.06.005>
- De Sousa Jabbour, A. B. L., Jabbour, C. J. C., Foropon, C., & Godinho Filho, M. (2018). When titans meet – can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.017>
- Deiva Ganesh, A., & Kalpana, P. (2022). Future of artificial intelligence and its influence on supply chain risk management – A systematic review. *Computers & Industrial Engineering*, 169, Article 108206. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108206>
- Fernández-Sánchez, G., & Rodríguez-López, F. (2010). A methodology to identify sustainability indicators in construction project management—Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, 10(6), 1193–1201. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.04.009>
- Fortune, J., & White, D. (2006). Framing of project critical success factors by a systems model. *International Journal of Project Management*, 24, 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.07.004>
- Gan, X., Fernandez, I. C., Guo, J., Wilson, M., Zhao, Y., Zhou, B., & Wu, J. (2017). When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators. *Ecology Indicators*, 81, 491–502. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.068>
- Goyal, S., Routroy, S., & Shah, H. (2018). Measuring the environmental sustainability of supply chain for Indian steel industry: A graph theoretic approach. *Business Process Management Journal*, 24(2), 517–536. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2016-0200>
- Gunnarsdóttir, I., Davíðsdóttir, B., Worrell, E., & Sigurgeirsdóttir, S. (2021). It is best to ask: Designing a stakeholder-centric approach to selecting sustainable energy development indicators. *Energy Research & Social Science*, 74, Article 101968. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101968>
- Heidary Dahooie, J., Hosseini Dehshiri, S. J., Banaitis, A., & Binkytė-Vėlienė, A. (2020). Identifying and prioritizing cost reduction solutions in the supply chain by integrating value engineering and gray multi-criteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 26, 1311–1338. <https://doi.org/10.3846/tede.2020.13534>
- Ihuah, P. W., Kakulu, I. I., & Eaton, D. (2014). A review of critical project management success factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.ijbs.2014.08.001>
- Jollands, N. (2006). Getting the most out of eco-efficiency indicators for policy. *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics* (pp. 317–343). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781845428952.00024>
- Kivilä, J., Martinsuo, M., & Vuorinen, L. (2017). Sustainable project management through project control in infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 35, 1167–1183. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.02.009>

- Laasch, O. (2018). Beyond the purely commercial business model: Organizational value logics and the heterogeneity of sustainability business models. *Long Range Planning Journal*, 51, 158–183. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.09.002>
- Liu, Y., Eckert, C., Yannou-Le Bris, G., & Petit, G. (2019). A fuzzy decision tool to evaluate the sustainable performance of suppliers in an agrifood value chain. *Computers and Industrial Engineering*, 127, 196–212. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.022>
- Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686–1698. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.078>
- Maqbool, R. (2018). Efficiency and effectiveness of factors affecting renewable energy projects; an empirical perspective. *Energy*, 158, 944–956. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.015>
- Martens, M. L., & Carvalho, M. M. (2017). Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective. *International Journal of Project Management*, 35, 1084–1102. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.04.004>
- Masood, R., Lim, J. B. P., González, V. A., Roy, K., & Khan, K. I. A. (2022). A systematic review on supply chain management in prefabricated house-building research. *Buildings*, 12(1), Article 40. <https://doi.org/10.3390/buildings12010040>
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22, 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Moktadir, M. A., Mahmud, Y., Banaitis, A., Sarder, T., & Khan, M. R. (2021). Key performance indicators for adopting sustainability practices in footwear supply chains. *E&M Economics and Management*, 24, 197–213. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2021-1-013>
- Moldan, B., & Dahl, A. L. (2007). Challenges to sustainability indicators. In *Sustainability indicators: A scientific assessment* (pp. 1–26). Island Press.
- Nord, N., & Sjøthun, S. F. (2014). Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway. *Energy Building*, 76, 476–487. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.010>
- Pade, C., Mallinson, B., & Sewry, D. (2008). An elaboration of critical success factors for rural ICT project sustainability in developing countries: Exploring the DWESA case. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 10(4), 32–55. <https://doi.org/10.1080/15228053.2008.10856146>
- Pulaski, M. H., & Horman, M. J. (2005). Continuous value enhancement process. *Journal of Construction Engineering Management*, 131, 1274–1282. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:12\(1274\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:12(1274))
- Reid, J., & Rout, M. (2020). Developing sustainability indicators – The need for radical transparency. *Ecological Indicators*, 110, Article 105941. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105941>
- Rejeb, A., Simske, S., Rejeb, K., Treiblmaier, H., & Zailani, S. (2020). Internet of Things research in supply chain management and logistics: A bibliometric analysis. *Internet of Things*, 12, Article 100318. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100318>
- Schönborn, G., Berlin, C., Pinzone, M., Hanisch, C., Georgoulas, K., & Lanz, M. (2019). Why social sustainability counts: The impact of corporate social sustainability culture on financial success. *Sustainable Production and Consumption*, 17, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.08.008>
- Sindhvani, R., Afridi, S., Kumar, A., Banaitis, A., Luthra, S., & Singh, P. L. (2022). Can Industry 5.0 revolutionize the wave of resilience and social value creation? A multi-criteria framework to analyze enablers. *Technology in Society*, 68, Article 101887. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101887>
- Soltani, S., Gu, N., Sivam, A., Ochoa, P. I., & McGinley, T. (2018). *Social sustainability in the built environment: A critical conceptual framework*. Zero Waste Sa Research Centre for Sustainable Design and Behaviour, School of Art, Architecture and Design, University of South Australia Zero Waste, Australia.
- Sroufe, R. (2017). Integration and organizational change towards sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 162, 315–329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.180>
- Stanitsas, M., Kirytopoulos, K., & Loepoulos, V. (2021). Integrating sustainability indicators into project management: The case of construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 279, Article 123774. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123774>
- Suhi, S. A., Enayet, R., Haque, T., Ali, S. M., Moktadir, A., & Paul, S. K. (2019). Environmental sustainability assessment in supply chain: An emerging economy context. *Environmental Impact Assessment Review*, 79, Article 106306. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106306>
- Tabish, S. Z. S., & Jha, K. N. (2011). Identification and evaluation of success factors for public construction projects. *Construction Management and Economics*, 29, 809–823. <https://doi.org/10.1080/01446193.2011.611152>
- Toor, S. U. R., & Ogunlana, S. O. (2008). Critical coms of success in large-scale construction projects: Evidence from Thailand construction industry. *International Journal of Project Management*, 26, 420–430. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.08.003>
- Ukaga, O. (2014). Gilbert Silvius, Ron Schipper, Julia Planko, Jasper van den Brink and Adri Kohler: Sustainability in project management. *Environment, Development and Sustainability*, 16, 455–457. <https://doi.org/10.1007/s10668-013-9511-8>
- Van Horen, F., Van Der Wal, A., & Grinstein, A. (2018). Green, greener, greenest: Can competition increase sustainable behavior? *Journal of Environmental Psychology*, 59, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2018.08.007>
- Wilkerson, M. L., Mitchell, M. G. E., Shanahan, D., Wilson, K. A., Ives, C. D., Lovelock, C. E., & Rhodes, J. R. (2018). The role of socio-economic factors in planning and managing urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 31, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.017>
- Yan, J., Lai, F., Liu, Y., Yu, D. C., Yi, W., & Yan, J. (2019). Multi-stage transport and logistic optimization for mobilized and distributed battery. *Energy Conversion and Management*, 196, 261–276. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.001>
- Yong, Y. C., & Mustafa, N. E. (2013). Critical success factors for Malaysian construction projects: An empirical assessment. *Construction Management and Economy*, 31, 959–978. <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.828843>
- Zhang, H., & Yu, L. (2021). Resilience-cost tradeoff supply chain planning for the prefabricated construction project. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1), 45–59. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14114>
- Židonienė, S., & Kruopienė, J. (2015). Life cycle assessment in environmental impact assessments of industrial projects: Towards the improvement. *Journal of Cleaner Production*, 106, 533–540. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.081>

MEASURING SUSTAINABILITY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN CONSTRUCTION COMPANIES

I. Cataldo

Abstract

This paper provides an analysis of the most important sustainability indicators for SSCM in construction and gives a detailed overview of what has been scientifically accomplished in the field to date, and identifies areas for further research. The most important sustainability indicators were also grouped and presented in the literature review into the main seven assessment groups of the SSCM construction industry and ranked by experts from Northern Italy and Lithuania in several different ways.

Based on the data from the Table 3, it can be inferred that a harmonious work environment among ecological sustainability indicators appeared as the most crucial indicator for respondents. Environmental education was among the most important social indicators. In the legal group, work efficiency emerged as the most significant indicator, while in the physical group, sustainable resource use was crucial. In the political realm, economic and political stability was the most important, and among technological indicators, innovation stood out. Among economic indicators, profit was the most significant sustainability indicator for respondents.

A general indicator importance method combined results obtained from expert surveys using various methods. The ranking of sustainability indicators in each group was not included in the calculation of the overall indicator importance, but the results were similar in both cases. The determined importance of indicator values could be adapted for further analysis, specifically for multicriteria evaluation, as per the conceptual model shown in Figure 1.

This article provides members of the construction industry with detailed calculations and results of the evaluation of key sustainability indicators related to supply chain groups. This study explores several possible ways to measure the importance of sustainability indicators, which could provide further theoretical insights into SSCM in the construction industry and help develop an accurate sustainability index model.

Keywords: construction industry, sustainability indicator, construction supply chain, sustainability measurement, sustainable supply chain management.