

Civil engineering Statybos inžinerija

TVARIOSIOS TIEKIMO GRANDINĖS VALDYMAS STATYBOJE

Ieva CATALDO *

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2021 m. balandžio 26 d.; priimta 2021 m. lapkričio 30 d.

Santrauka. Tvarioji statyba ir tvariosios tiekimo grandinės valdymas (TTGV) statyboje pastaruoju metu sulaukia vis didesnio mokslo bendruomenės dėmesio. Naujais moksliniais tyrimais atskleidžia, kad TTGV taikymas leidžia mažinti aplinkai daromą poveikį, mažinti statybos bendrovių sukeltą riziką ir didinti įmonių konkurencingumą. Esami požiūriai literatūroje yra dažniausiai orientuoti į projektų tiekimo grandinių valdymą, o ne į ilgalaikį tvarų statybos įmonės sprendimų priėmimą. Taip pat didžioji dalis esamų tiekimo grandinės valdymo metodų ir sistemų perkeliama į statybos sritį neatsižvelgiant į statybos sektoriaus įmonių specifiką, todėl tvariosios tiekimo grandinės procesų valdymo vertinimas statybos sektoriuje ir jo nagrinėjimas yra aktualus ne tik teoriniu ir moksliniu, bet ir praktiniu aspektu. Straipsnyje pateikti tyrimai, skirti nagrinėti tvarųjį tiekimo grandinės valdymą statybų sektoriuje iš holistinės perspektyvos, daugiausia dėmesio skiriant ilgalaikių tvaryjusių statybos įmonės sprendimų priėmimui, o ne sutelkiant dėmesį tik į tiekimo grandinės valdymą statybos projektams. Šiame darbe pateikiamas autorės sudarytas tvarumo rodiklių sąrašas, skirtas nagrinėti statybos bendrovių tiekimo grandines. Šie tvarumo rodikliai buvo suskirstyti į kategorijas, priskirti vienai ar porai grupių, peržiūrint jų naudojimą ankstesnėje literatūroje, kad geriau atspindėtų tvariosios tiekimo grandinės valdymo jų naudojimo statybos įmonėse principą. Rodiklių naudojimas gali padėti formuoti tvariąją politiką ir pagerinti statybos sektoriaus bendrovių strategijas.

Reikšminiai žodžiai: statyba, tvarumas, tiekimo grandinė, tvarumas statybos sektoriuje, žalioji logistika, tvariosios tiekimo grandinės valdymas.

Įvadas

Tvariojo tiekimo grandinės valdymo taikymas statybų įmonėse sumažina poveikį aplinkai, padidina statybų įmonių konkurencingumą ir sumažina nesėkmių riziką. Statybos sektoriaus naujovės priimamos lėtai. Mokslininkai, tiriantys tiekimo grandines ir jų valdymą, teigia, kad tiekimo grandinės (vietinės ir holistinės) gali būti pranašesnės, jei būtų aktyviai valdomi konjunktyriniai santykiai ir procesai tarp įmonių (Baldi & Borgman, 2001; Chandra & Kumar, 2000; Mentzer et al., 2001). Tačiau dažnai nepaisoma valdymo aspekto ir jo svarbos, kuri nustato pridėtinę statybos projekto vertę. Statybų tiekimo grandinėje veikia rangovai, gamintojai, statybinių medžiagų tiekėjai, statybininkai ir vystytojai, vežėjai ir kiti sandėliavimo paslaugas teikiantys tarpininkai, taip pat klientas (užsakovas). Visi statybų tiekimo grandinės (TG) subjektai yra susieti finansais, informacija ir medžiagomis, tačiau ne visi jie yra privalomi kiekvienoje grandinės dalyje (Flidner, 2003). Statybos įmonės veiksmai ir klientų poreikiai lemia staty-

bų tiekimo grandinės struktūrą. Tiekimo grandinė traktuojama kaip įvykių grandinė ir jos negalima analizuoti stebint vieną grandies dalį ar etapą, TG turi būti traktuojama kaip tinklas (Li et al., 2006). Tarkime, rangovas gali iš karto įsigyti medžiagų iš kelių tiekėjų ir perparduoti savo gaminį keliems tarpininkams.

Šio straipsnio tyrimo objektas yra statybos įmonės Lietuvoje ir pasaulyje bei jų logistikos sistema.

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 tuo, kad leidžia sugrupuotus tvarumo rodiklius pritaikyti statybos bendrovėms, sutaupyti išteklius, padidinti pajamas ir tausoti aplinką.

Šiuo straipsniu siekiama nustatyti tvarumo rodiklių sąrašą, skirtą nagrinėti statybų bendrovių tiekimo grandines.

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

1. Literatūros apžvalga

Pagrindinis statybos tiekimo grandinės valdymo uždavinys yra koordinuoti ir integruoti medžiagų, finansų ir informacijos srautus tarp klientų, tiekėjų, rangovų, subrangovų, medžiagų gamintojų, mažmeninės ir didmeninės prekybos įmonių, kontroliuoti ir automatizuoti statybos ir logistikos procesus. Vienos ar kelių integruotų kompiuterinių sistemų naudojimas ir procesų standartizavimas leidžia statybos įmonėms sutaupyti laiko, išvengti klaidų, sumažinti darbuotojų skaičių ir padidinti statybos proceso efektyvumą. Užtikrinus sklandų projektavimo, statybos, logistikos planavimo, medžiagų ir gamybos užsakymą, sumažinama reikalingų darbuotojų ir specialistų suma, sutrumpėja statybos laikas ir optimizuojamos išlaidos (Monk & Wagner, 2012). Dauguma tiekimo grandinių (ne tik statybų srityje) yra komercinės, tai reiškia, kad jos yra sėkmingos, kai pasiekiamas norimas tiekimo grandinės pelningumas (Brint et al., 2021). Norint, kad statybų tiekimo grandinė būtų sėkminga visais etapais, reikia įvertinti tiekimo grandinės valdymą. Suprantant, kad visi statybų tiekimo grandinės srautai priklauso nuo sąnaudų, galima daryti išvadą, kad efektyvus statybų srautų valdymas ir šių srautų judėjimo koordinavimas yra esminė sėkmės sąlyga (Lambert, 2008).

Tiekimo grandinės valdymas statybų sektoriuje gali išspręsti susipynusius organizacinius iššūkius ir pasiūlyti veiksmingas galimų kliūčių valdymo strategijas bet kuriame statybos etape (Lewis et al., 2014). Peržiūrint statybų tiekimo grandinės valdymo struktūrą galima išskirti tris pagrindines dalis, kurios yra būtinos sėkmingoms tiekimo grandinės operacijoms: valdymo elementai, verslo procesai ir tiekimo grandinės struktūra (1 pav.).

Siekdami tinkamai valdyti tiekimo grandinę didelės rizikos situacijose, statybos bendrovės, vartotojai ir tiekėjai dažnai turi bendradarbiauti (Chopra & Meindl, 2001, 2016; Pagell et al., 2009). Tiekimo grandinės stabilumas ir efektyvus darbas, pasinaudojant naujomis įmonės galimybėmis, atspindi užtikrintame gebėjime valdyti visą logistikos procesą (išlaidas, produktus, tiekėjus, sandėliavimą) ir jo dalyvius (Yousaf et al., 2020).



1 paveikslas. Paprastoji tiekimo grandinės vadybos struktūra (Konovalenko & Ludwig, 2019)
Figure 1. Simple structure of supply chain management (Konovalenko & Ludwig, 2019)

Norint nepriekaištingai įgyvendinti tiekimo grandinės rizikos valdymo problemą statybų sektoriuje, tarp kurių yra nuoseklumas ir glaudus tarpusavio priklausomumas, būtina nustatyti galimą riziką. Paskui atliekamas rizikos ir pasekmių vertinimas. Galiausiai reikia pasirinkti tinkamą strategiją (Cucchiella & D'Adamo, 2013). Rizikos stebėjimas yra vienas iš paskutinių žingsnių svarbiausiose ir esminiuose rizikos valdymo proceso etapuose tiekimo grandinėje. Ji turi užtikrinti tolesnę statybos įmonės veiklą be numatomų pavojų ar sutrikimų.

Tiekimo grandinės valdymas (TGV) paprastai apibrėžiamas kaip „sisteminis, strateginis tradicinių verslo funkcijų ir taktikos koordinavimas konkrečioje įmonėje ir visose tiekimo grandinės įmonėse, siekiant pagerinti ilgalaikius veiklos rezultatus tarp atskirų bendrovių ir visos tiekimo grandinės“ (Mentzer et al., 2001). Tiekimo grandinės ir jos valdymą nagrinėjantys mokslininkai teigia, jog tiekimo grandinių (lokalios bei holistinės) veiklos rezultatai gali būti geresni, jei yra aktyviai valdomi tarp įmonių vykstantys konjunkciniai ryšiai ir procesai (Baldi & Borgman, 2001; Beamon & Ware, 1998; Chandra & Kumar, 2000; Cooper et al., 1997; Lambert et al., 2004; Mentzer et al., 2001; Murillo, 2001; Nøkkentved, 2000; Tapscott et al., 2000; Zheng et al., 2001; Židonis, 2001). Tačiau valdymo aspektas yra dažnai pamiršamas, jis ir lemia, kokia bus sukurta pridėtinė vertė. Tiekimo grandinės valdymas mokslinėje literatūroje siejamas su procesiniu požiūriu, akcentuojama kokybinė procesų pusė (Cooper et al., 1997; Pagh & Cooper, 1998; Croxton et al., 2001; Bolunole, 2003; Goldsby & Garcia-Dastugue, 2003; Lambert et al., 2004; Rogers et al., 2004; Zakarevičius et al., 2004; Kvedaravičius, 2006; Lambert, 2008).

Nagrinėjant tvarumo sąvoką reiktų pasigilinti ir suprasti, kas yra tiekimo grandinė. Net iki XX a. dešimtojo dešimtmečio mokslininkų (Christopher, 1998; Lee & Dale, 1998; Prahalad & Hamel, 1996) požiūris į tiekimo grandinę apėmė platų spektrą: buvo akcentuojami santykiai su tiekėjais, informacijos dalijimasis, verslo procesų valdymas, propaguojamas orientavimasis į klientą ir bendradarbiavimas. Tačiau praktikos ir mokslo tezių sujungimas tiekimo grandinės procesų valdymo srityje dar nebuvo identifikuojamas. Pagrindinis tiekimo grandinės valdymo tikslas buvo pagerinti ryšius tarp įmonių procesų, o valdymo tikslas – pagerinti sąsajas tarp vidaus procesų.

Bėgant metams, paskirstymo poreikio planavimas, įmonės išteklių planavimas, produkto duomenų valdymas, elektroninė komercija, bendradarbiavimo inžinerija ir kiti informacinių technologijų sprendimai papildė organizacijų gamybos sistemas. Vienas iš svarbiausių būdų tikslingai ir kryptingai valdyti tiekimo grandinę ir jos procesus – žmogiškasis elementas, ypatinga svarba taikoma kompetencijai (Rigby et al., 2000; Rakickas ir Skunčikienė, 2007). Tiekimo grandinė turi būti charakterizuojama įvairiapusišku požiūriu. Anot Chirstopherio (1998), tiekimo grandinės yra bendrai sprendimus priimantis įmonių tinklas. Lee et al. (2007) požiūriu, TG yra santykių valdymas, o Ofneris (2004) tiekimo grandinę supranta kaip tam tikrą

valdymo sistemą. Jos tikslas – susieti gamintojus (mažmenininkus, didmenininkus, eksportuotojus) ir klientus.

Apžvelgus skirtingų mokslininkų teorijas apie tiekimo grandinę galima daryti išvadą, jog tiekimo grandinė – tai optimizuota ir koordinuota įmonių, esančių tinkle, veikla, kuri užtikrina tinkle įmonių sąnaudų mažinimą ir užsaky-
mų pristatymą ir paslaugos atlikimą klientams laiku.

2. Statybos tiekimo grandinės valdymas ir jo ypatumai

Tvarusis tiekimo grandinės valdymas gali būti laikomas bendru terminu, kuris apima atvirkštinę logistiką ir žaliąjį tiekimo grandinės valdymą. TTGV pabrėžia platesnį tiekimo grandinės vadovų ir įmonių veiksmų spektrą, nes tam reikia parengti ir įgyvendinti politiką, siekiant pagerinti partnerių aplinkos, ekonominį ir socialinį valdymą. Tiekimo grandinės valdymas apima keturias sritis: (1) informacija, produktas, finansų valdymas; (2) ekonominių ir socialinių veiksnių valdymas; (3) technologijos ir naujų projektų valdymas; ir 4) suinteresuotųjų šalių valdymas (2 pav.).

Statybos tiekimo grandinės valdymo užduotis – koordinuoti ir integruoti materialinius, finansinius ir informacinius srautus tarp klientų, tiekėjų, statytojų, rangovų, medžiagų gamintojų, mažmeninės ir didmeninės prekybos įmonių bei kontroliuoti ir automatizuoti statybos ir logistikos procesus (Monk & Wagner, 2012).

Registruojant klientų užsakymus, statybos dokumentų kontrolę ir statybos objektus galima nuspėti ateities planus bei planuoti visą tiekimo grandinės valdymą nuo statybos projekto parengimo iki galutinio statinio užbaigimo ir pridavimo.

Pagrindinė ir pirmoji TG dalis – užsakovas, todėl ir pirminė įmonės užduotis: patenkinti kliento poreikius ir padidinti pelną, t. y. padidinti skirtumą tarp galutinio produkto vertės jo vartotojui ir patirtų sąnaudų, skirtų galutinio užsakovo poreikiams tenkinti, kitaip vadinama didžiausia pridėtine verte. Dažniausiai tiekimo grandinėse pagrindinis pajamų šaltinis ir pelną nešantis subjektas yra užsakovas. Dauguma statybos (ir ne tik) tiekimo grandinių yra komercinės, tai reiškia, kad ji yra sėkminga tada, kai yra pasiekiamas norimas TG pelningumas (Brint et al., 2021). Norint, kad statybos tiekimo grandinė būtų sėk-

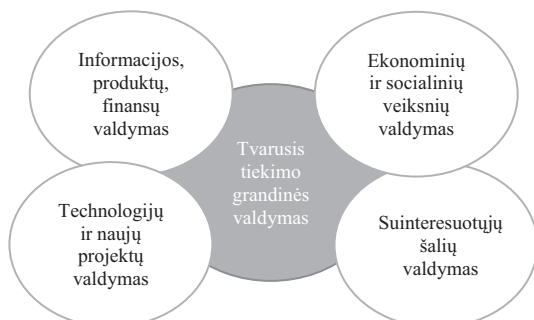
minga visuose etapuose, reikia vertinti tiekimo grandinės valdymą. Suprantant, kad visi statybos tiekimo grandinėje esantys srautai lemia sąnaudas, galima artėti prie išvados, kad esminė sėkmės sąlyga yra efektyvus statybos srautų valdymas bei tų srautų judėjimo koordinavimas (Lambert, 2008). Tarpusavyje susijusi tiekimo grandinė yra klientų ir ryšių tarp organizacijos dalių ir tiekėjo valdymas, jos tikslas yra pasiekti strateginį pranašumą.

Anot Konovalenko ir Ludwigo (2019), TGV apibrėžime telpa visos pagrindinės veiklos, kurios kuria pridėtinę vertę statybos įmonėms: pradedant projektavimu, projekto planavimu iki statinio pastatymo ir apipavidalinimo. Statybos srityje tiekimo grandinės srautai apima daugelį sluoksnių ir susideda iš informacijos srauto, medžiagų judėjimo bei finansinių duomenų apskaitimo tarp visų TG dalyvių (mažmenininkų ir didmenininkų, klientų, statytojų, tiekėjų, gamintojų). Pagrindinis statytojų ir projektuotojų keliamas tikslas tiekimo grandinei – padidinti operacijų greitį, greičiau įgyvendinti statybos projektus ir sumažinti atsargų kiekį (Konovalenko & Ludwig, 2019). Visi bendrosios statybos pramonės dalyviai yra tarpusavyje susiję ir veikia kaip tam tikra ekosistema. Dauguma tyrimų pabrėžia būtinybę pereiti prie tvaraus požiūrio į projektų valdymą, ypač statybų sektoriuje. Shen ir kt. aprašomos priežastys, kodėl tvarumas turėtų būti įtrauktas į statybos valdymo planą, įskaitant konkurencinę veiklą (Shen et al., 2010).

Norint toliau tirti statybų tiekimo grandinę, reikia geriau suprasti galimas grėsmes. Pasak Boone et al. (2019), dėl išorinių ir vidinių aplinkos veiksnių įvairovės padidėja tiekimo grandinės rizika. Globalizacija, pasaulinės politikos pokyčiai ir kitos makroaplinkos tendencijos didina iššūkių (spaudimas pagerinti efektyvumą ir kiek įmanoma sumažinti veiklos sąnaudas) arba kylančių problemų riziką. Pagrindinis rizikos valdymo tikslas yra stebėti, kontroliuoti ir įvertinti tiekimo grandinės riziką, kuri galėtų užtikrinti maksimalų pelningumo augimą ir tęstinumą ateityje tiekimo grandinėje (Boone et al., 2019; RezaHoseini et al., 2021). Medžiagų ir įrangos tiekimo laiku trūkumas tinkamoje vietoje yra svarbiausia statybų tiekimo grandinės grėsmių ir broko priežastis. Siekdama sumažinti rizikos pasekmes ir apsaugoti verslo bei prekės ženklo vertę, statybų organizacija turi nuspręsti, ką ji gali padaryti šioje konkurencinėje ir sudėtingoje verslo aplinkoje.

3. Tvarumo sąvoka statybos TG ir tvarumo rodikliai

Tvarumas, kaip daugiadalykė koncepcija, buvo sukurta praėjusio amžiaus septintajame dešimtmetyje. Tai mus supančios aplinkos, kuri turi ribotus išteklius, bei žmogaus egzistavimas kartu nelaužant nustatytų etikos ir moralės normų (Kopnina et al., 2018). Tvarumas – tai mokslo sritis, kuri stengiasi išlaikyti ir išsaugoti nykstančius gamtos išteklius. Reaguodamos į eskaluojamą aplinkos ir klimato kaitą, vyriausybinių organizacijų ir akademinės bendruomenės didina visuomenės sąmoningumą ir susidomėjimą šia tema (Kopnina et al., 2018).



2 paveikslas. TTGV apibrėžimas (sudaryta autorės)
Figure 2. Definition of SSCM (compiled by author)

Tvarumas pratęsia tradicinį tiekimo grandinės valdymą (TGV) ir gamybą už dabartinės praktikos ribų, siekiant įtraukti ir pagerinti aplinkos, socialines ir ekonomines perspektyvas (Ahi et al., 2018). Be to, dėl išieškotų išteklių ir rimtų aplinkos problemų vyriausybės institucijos nustatė daug griežtų aplinkosaugos taisyklių (Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija, 2020). Didžioji dalis mokslininkų pritaria nuostatai, kad organizacijos gali pasiekti savo tvariosios vadybos tikslus tausodamos aplinką (Kopnina et al., 2018). Pasaulio ekonomikos plėtros komisija ir Rio de Žaneire vykusioje Jungtinių Tautų Tvariojo vystymosi konferencijoje 2012 m. buvo pabrėžiamas tvaraus verslo poreikis, kuriuo siekiama patenkinti dabartinių kartų poreikius, nesusilpninant ateities kartų galimybių patenkinti savo poreikius (Pasaulio aplinkos ir plėtros komisija, 2012).

Dauguma tyrimų pabrėžia būtinybę projektų valdymo srityje judėti link tvaraus būdo, ypač statybų sektoriuje. Shen et al. (2010) apibūdina priežastis, kodėl tvarumas turėtų būti numatytas statybų valdymo plane: „kalbant apie statybų verslą, tvarumas yra veiksnys, nulemiantis naudingą rezultatą ir pridedantis papildomos ekonominės naudos ir privalumų statybos įmonėms, kartu prisideda prie geresnės aplinkos, pažangios visuomenės bei siekia konkurencingos veiklos“.

Norint išspręsti tvarumo klausimus statybos sektoriuje, būtina suprasti atitinkamus rodiklius. Konkretūs rodikliai, lemiantys projekto sėkmę, paprastai naudojami statybų projektuose (Stanitsas et al., 2021).

TTGV integruoja tvarumo tikslus ir reikalavimus, kuriuos nustato statybos įmonės vadovybė, išorės suinteresuotosios šalys, tiekėjai ir klientai. Tam, kad tiekimo grandinė būtų tvari, visi statybų tiekimo grandinės nariai turi įvykdyti kai kuriuos tikslus, pavyzdžiui, aplinkosauginius, socialinius, etinius ar ekonominius (Fritz, 2019). Naudinga perspektyva galėtų būti produkto gyvavimo ciklo analizė, leidžianti nustatyti daikto poveikį aplinkai per visą jo gyvavimo ciklą, pradedant produkto projektavimo etapu, baigiant produkto ar pastato naudojimu (Fritz, 2019; Wong et al., 2015). Statybinių medžiagų tiekėjų pasirinkimas gali būti pagrįstas įvairiais kriterijais, tokiais kaip aplinkosauga. Juos statybos įmonės turi nustatyti atsižvelgdamos į savo strateginius tikslus, politiką ir reguliavimo standartus (Schöggel et al., 2017). Dėl aplinkosauginio veiksmingumo stebėjimo priešasčių statybų įmonės galėtų pasirinkti savo tiekėjus pagal aplinkosaugos kriterijus arba nustatyti tam tikrą politiką, kurios turi laikytis tiekėjai, norėdami bendradarbiauti (Wong et al., 2015).

Dauguma tyrimų apie TTGV yra susiję su trimis pagrindiniais tvarumo ramsčiais, kurie Brundtlando ataskaitoje apibrėžiami kaip aplinkosauginiai, ekonominiai ir socialiniai ramsčiai, dažniausiai žinomi kaip triguba linija (*Tripple Bottom Line* – trump. TBL) Šiuos ramsčius TTGV išnagrinėjo Carteris ir Rogersas (2008) ir pateikė dažniausiai cituojamus TTGV apibrėžimus. Tačiau vis dar yra nedaug priemonių, vertinančių statybų įmonės tvarumą remiantis TBL.

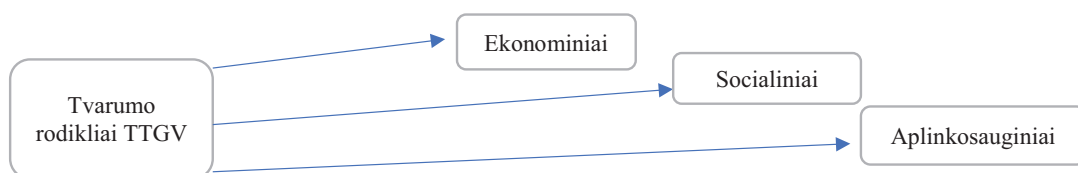
Norint atsižvelgti į statybų tvarumo terminą, reikia suprasti atitinkamus rodiklius. Kadangi pagrindinė sąnaudų mažinimo ir perdurbimo sistema yra pagrindinis pasaulinės tiekimo grandinės valdymo analizės reikalavimas, Moldanas ir Dahlas (2012) tvirtina, kad ne visi rodikliai yra vienodai tikslūs ir kiekybiškai įvertinti. Pasak Stanitso et al. (2021), prieš nagrinėjant statybų įmonių tiekimo grandines, visų pirma būtina tvarumo rodiklius suskirstyti į kelias grupes (3 pav.).

Šios grupės (ekonominės, socialinės ir aplinkosauginės) leidžia lengviau suskirstyti rodiklius, kurie yra svarbūs darnaus tiekimo grandinės statybų etapuose. Šiuos aspektus galima geriau suprasti, kai TTGV scenarijus yra nuspėjamas (pesimistinis, realistinis ir optimistinis). Šiame straipsnyje TTGV scenarijus nebus vertinamas. Kai kurie rodikliai taikomi ne tik vienai, bet ir kelioms grupėms vienu metu. Siekiant išspręsti su statybų tvarumu susijusias problemas, reikia suprasti atitinkamus rodiklius.

Norint pasiekti šio tyrimo tikslą ir nustatyti tvarumo rodiklius, turinčius įtakos statybų projektams tvariosios grandinės kontekste, tyrimų strategijoje laikomasi mišrių metodų požiūrio (Gunnasdottir et al., 2021). Iš pradžių buvo atlikta sisteminė literatūros apžvalga tam, kad būtų nustatyti statybų projektų požiūriu svarbūs rodikliai. Rezultatams patvirtinti ateityje bus naudojami Lietuvos statybų kompanijų atstovų interviu, siekiant gauti ekspertų nuomonę apie kiekvieno iki šiol nustatyto tvaraus tiekimo grandinės praktikos rodiklio patvirtinimą statybos projektuose.

Remiantis literatūros tyrimu, akivaizdu, kad yra daugybė rodiklių, galinčių paveikti tvarias tiekimo grandines statybose. Nustatyti tvarumo rodikliai pagal toliau matomas grupes (ekonominė, socialinė ir aplinkosauginė), skirti statybos įmonių tiekimo grandinėms nagrinėti, išvardyti 1, 2 ir 3 lentelėse. Kai kurie rodikliai tinka ne tik vienai, bet kelioms grupėms.

Aplinkosauginių tvarumo rodiklių grupėje buvo išskirti 17 pagrindinių statybos sektoriuje aktualių rodiklių, kurie aptariami 2 lentelėje.



3 paveikslas. Tvarumo rodiklių grupės TTGV (sudaryta autorės)
Figure 3. Groups of sustainability elements in SSCM (compiled by author)

1 lentelė. Ekonominiai tvarumo rodikliai statybos organizacijose (Stanitsas et al., 2021; Swami et al., 2020; Popovic et al., 2018; Turi et al., 2014; Reid & Rout, 2020)

Table 1. Economic sustainability indicators in construction companies (Stanitsas et al., 2021; Swami et al., 2020; Popovic et al., 2018; Turi et al., 2014; Reid & Rout, 2020)

Rodiklio numeris	Indikatorius	Kokioms grupėms tinka (ekonominis – EKO, socialinis – SOC, aplinkosauginis – APL)
EKO 1	Finansinis, ekonominis darbo atlikimas	EKO
EKO 2	Ekonominis ir politinis stabilumas	EKO, SOC
EKO 3	Suinteresuotųjų šalių dalyvavimas	EKO, SOC
EKO 4	Inovacijų valdymas, naujų produktų kūrimas	EKO, SOC
EKO 5	Tikslinė rinkodara ir nauda	EKO
EKO 6	Efektyvi projektų kontrolė	EKO
EKO 7	Geriausios praktikos strategija	EKO
EKO 8	Efektyvus išteklių paskirstymas	EKO
EKO 9	Ryšių su užsakovais valdymas, prieiga prie kontaktų	EKO, SOC
EKO 10	Taikymo srities valdymas atsižvelgiant į pokyčius	EKO
EKO 11	Verslo etika	EKO, SOC
EKO 12	Patalpų valdymo technologijos ir bendri patobulinimai	EKO
EKO 13	Sąnaudų valdymo planas	EKO
EKO 14	Išteklių planavimas	EKO, SOC, APL
EKO 15	Tiekimo grandinės narių bendradarbiavimas	EKO, SOC
EKO 16	Efektyvus strateginis planavimas	EKO, SOC, APL
EKO 17	Organizacinė kultūra	EKO, SOC
EKO 18	Projektų rezultatų akcentavimas	EKO, SOC
EKO 19	Kuriamas projektų valdymo planas statybos valdymo veiklai vykdyti	EKO, SOC, APL
EKO 20	Gebėjimas sumokėti ir įperkamas	EKO
EKO 21	Tikslinės paskatos	EKO
EKO 22	Ekonominė ir aplinkosauginė apskaita	EKO, APL
EKO 23	Efektyvus rizikos valdymo planas	EKO
EKO 24	Pokyčių valdymo strategijos įgyvendinimas	EKO, SOC, APL

2 lentelė. Aplinkosauginiai tvarumo rodikliai statybos organizacijose (Stanitsas et al., 2021; Swami et al., 2020; Popovic et al., 2018; Turi et al., 2014; Reid & Rout, 2020)

Table 2. Environmental sustainability factors in construction companies (Stanitsas et al., 2021; Swami et al., 2020; Popovic et al., 2018; Turi et al., 2014; Reid & Rout, 2020)

Rodiklio numeris	Indikatorius	Kokioms grupėms tinka (ekonominis – EKO, socialinis – SOC, aplinkosauginis – APL)
APL 1	Švietimas ir mokymas aplinkosaugos srityje	APL, SOC
APL 2	Tvarus projekto įgyvendinimas valdant statybos projekto suinteresuotąsias šalis	APL, SOC
APL 3	Atsižvelgiant į produktų ir paslaugų gyvavimo ciklą, siekiant sumažinti poveikį aplinkai	APL, EKO
APL 4	Tvarių statybinių medžiagų naudojimas	APL
APL 5	Aplinkos tvarkymo planas	APL, SOC
APL 6	Projekto biologinė įvairovė	APL
APL 7	Tinkamos ir lanksčios aplinkos dizaino detalės ir specifikacijos	APL, EKO
APL 8	Prisitaikymas prie klimato pokyčių / nelaimių rizikos valdymas	APL, EKO, SOC
APL 9	Aplinkos vadybos sistemų / politikos reikšmė	APL
APL 10	Poveikio aplinkai vertinimo projekto ataskaita	APL, SOC
APL 11	Statybinis vandens kokybės poveikis	APL, SOC
APL 12	Aplinkosauginė atsakomybė	APL, SOC
APL 13	Naujausias aplinkosauginės statybos technologijos ir metodai	APL, EKO, SOC
APL 14	Tvarus gamtos išteklių naudojimas	APL, EKO
APL 15	Nuosekli ir nuspėjama apkrova	APL
APL 16	Ekologinis efektyvumas	APL, EKO, SOC
APL 17	Tinkami naudoti atsinaujinantys energijos ištekliai, iškastinio kuro mažinimas	APL, EKO

Socialinių tvarumo rodiklių grupėje išskirti 24 pagrindiniai statybos sektoriuje aktualūs rodikliai aptariami 3 lentelėje.

Iš visų tvarumo rodiklių, išskirtų aplinkosauginėje, ekonominėje ir socialinėje grupėje, reikia paminėti svarbiausius ir labiausiai pritaikomus gamybininkams bei Lietuvos statybų sektoriaus vystytojams. Atsižvelgiant į Lietuvos statybų sektoriaus unikalumą ir išskirtinumą, svarbiausi ekonominės grupės tvarumo rodikliai apima: finansinį, ekonominį darbo atlikimą (rodiklio numeris EKO1), išteklių planavimą (EKO 14), efektyvų strateginį planavimą (EKO 16), tikslinę rinkodarą ir naudą (EKO 5) ir efektyvų išteklių paskirstymą (EKO 8).

Iš aplinkosauginių tvarumo rodiklių svarbiausiųjų penketuką sudaro: tvarus projekto įgyvendinimas valdant statybos projekto suinteresuotąsias šalis (APL 2), tvarių statybinių medžiagų naudojimas (APL 4), poveikio aplinkai vertinimo projekto ataskaita (APL 10), aplinkosauginė atsakomybė (APL 12) bei tvarus gamtos išteklių naudojimas (APL 14).

Svarbiausių socialinių tvarumo rodiklių penketuke yra: statybos įmonių tvarumas ir organizacinė kultūra (SOC 3), žmonių teisės (SOC 7), suinteresuotųjų šalių įtraukimas ir valdymas (SOC 10), skaidrūs ir konkurencingi pirkimų procesai (SOC 13) ir atskaitomybės kultūra (SOC 21).

4. Diskusija

Šie anksčiau išvardinti ir analizuojami rodikliai (ekonominiai (24 rodikliai), aplinkosauginiai (17) ir socialiniai (24), iš viso – 65 rodikliai) buvo sudaryti apžvelgiant mokslinę literatūrą, tinkančią tvariosios tiekimo grandinės valdymui statybos sektoriuje analizuoti. Rodikliai buvo suskirstyti į kategorijas apžvelgus jų taikymo būdus pagal TTGV filosofiją tam, kad geriau atsispindėtų jų taikymo principas statybų projektuose (1, 2 ir 3 lentelės). Kiekvienos lentelės 3 stulpelyje atskleidžiamas pagrindinis rodiklio TTGV ryšys su kitomis kategorijomis (aplinkosaugine, socialine ar ekonomine prasme), jis yra pagrindinis pradinio skirstymo kategorijomis kriterijus. Įdomu tai, kad didžioji dalis socialinės dalies rodiklių turi tiesioginį ryšį su daugeliu vadybos klausimų, todėl tai atspindi tvariosios tiekimo grandinės valdymo aspektą (Yildiz et al., 2020). Pažymėtina, kad rodiklių rodymo tvarka neparodo jų svarbos.

Analizuojant pirmiau minėtas lenteles, ekonominė tvarumo pusė apima techninius veiksnius, inžinerines priemones ir gyvybingumo veiksnius. Tam tikrą laikotarpį padidėjus statybos darbų daugiakomponenčiui produktyvumui, statybos projektas gali būti laikomas ekonomiškai perspektyviu (Zhang et al., 2019). Aplinkosauginiu aspektu kokybės veiksniai yra suprantami kaip parametrai,

3 lentelė. Socialiniai tvarumo rodikliai statybos organizacijose (Stanitsas et al., 2021; Swami et al., 2020; Popovic et al., 2018; Turi et al., 2014; Reid & Rout, 2020)
Table 3. Social sustainability indicators in construction companies (Stanitsas et al., 2021; Swami et al., 2020; Popovic et al., 2018; Turi et al., 2014; Reid & Rout, 2020)

Rodiklio numeris	Indikatorius	Kokioms grupėms tinka (ekonominis – EKO, socialinis – SOC, aplinkosauginis – APL)
SOC 1	Socialinė atsakomybė	SOC
SOC 2	Socialinių veiksmų finansavimas, socialinio teisingumo sampratos	SOC, EKO
SOC 3	Statybos įmonių tvarumas ir organizacinė kultūra	SOC, APL, EKO
SOC 4	Darbo praktika	SOC
SOC 5	Tvarus užimtumas	SOC, EKO
SOC 6	Bendruomenės santykiai ir įsitraukimas	SOC, EKO
SOC 7	Žmonių teisės	SOC
SOC 8	Darbuotojų išsipareigojimas darbo vietoje	SOC
SOC 9	Visuomenės pritarimas projektui	SOC
SOC 10	Suinteresuotųjų šalių įtraukimas ir valdymas	SOC
SOC 11	Politinių veiksmų nepriklausomumas nuo statybos projekto	SOC
SOC 12	Socialinio poveikio ataskaitos	SOC
SOC 13	Skaidrūs ir konkurencingi pirkimų procesai	SOC
SOC 14	Rangovo ir tiekėjo santykiai	SOC, EKO
SOC 15	Gerai apibrėžta statybos projekto apimtis ir projekto apribojimai	SOC, EKO, APL
SOC 16	Holistinis požiūris į naudą	SOC, EKO, APL
SOC 17	Produktų ir paslaugų sistemos	SOC, EKO, APL
SOC 18	Akcentuojamas aukštos kokybės darbas	SOC, EKO
SOC 19	Konkurencijos skatinimas	SOC, EKO
SOC 20	Kokybės valdymo sistemos diegimas	SOC
SOC 21	Atskaitomybės kultūra	SOC
SOC 22	Išsami sutarties dokumentacija	SOC
SOC 23	Prisitaikymas projekto aplinkoje	SOC
SOC 24	Nematerialiojo turto valdymas	SOC

kurie susiję su elementariomis aplinkosaugos paslaugomis (tokiomis kaip poveikio aplinkai vertinimas, aplinkosauginis auditas, aplinkos oro užterštumo, triukšmo vertinimas ir panašiai). Aplinkos vadybos veiksniai yra TG praktika, per kurią organizacija valdo savo projekto veiklos poveikį aplinkai, pateikdama struktūrinę požiūrį į tvarų planavimą (Brix-Asala et al., 2018). Socialinis vadybos aspektas apima komunikacijos ir komandos veiksnius, apibūdinančius, kaip naudingai susisiekti su suinteresuotaisiais subjektais ir vietos visuomene dėl statybų projekto. Bendraujant ir bendradarbiaujant dėl tvarumo projekto sėkmės, išskiriamas projektas ir formuojamas suinteresuotųjų šalių pritarimas (Zhang et al., 2019).

Šie rodikliai apima TTGV vertes, vartotojų dalyvavimą tiekimo grandinėje, komandos narius, organizavimą, techninių išteklių prieinamumą, išorinę aplinką, tikslų projekto užduotį, plėtros tikslus, gamtos išteklius ir vadovų palaikymą.

Tvარიųjų statybos projektų tikslas yra teikti paslaugas vietos bendruomenėms, teigiamai veikiančioms visus TTGV tvarumo požymius (Ashby et al., 2012). Siekiant atskleisti galutinio rezultato tvarumo potencialą, dar prieš pirmąjį projekto statybos etapą reikia atlikti tyrimus.

Išvados

Šiame straipsnyje buvo atlikta mokslinės literatūros analizė, po kurios apibrėžta tiekimo grandinės ir tvarumo sąvoka statybos srityje. TGV apibrėžiamas kaip sisteminis, strateginis tradicinių verslo funkcijų koordinavimas konkrečioje įmonėje (šiuo atveju statybos), kuriuo yra siekiama pagerinti ilgalaikius rezultatus tarp atskirų bendrovių ir jos narių tiekimo grandinių, taip pat leidžia mažinti aplinkai daromą poveikį, mažinti statybos projekto nesėkmės rizikas bei didinti statybos įmonių konkurencingumą. Išanalizavus mokslinę literatūrą, susijusią su tvariosios tiekimo grandinės valdymu, nustatyta, jog nėra vienodos svarbos tvარიųjų rodiklių, tinkamų visiems statybos projektams. Esami požiūriai literatūroje dažniausiai orientuoti į projektų tiekimo grandinių valdymą, tačiau ne į tvarų statybos įmonės sprendimų priėmimą ir statybos projektų gyvavimo ciklo vertinimą, kurį atliekant tvarumo rodikliai atlieka svarbų vaidmenį.

Siekiant išspręsti su statybų tvarumu susijusias problemas, tvarumo rodikliai buvo suskirstyti į tris grupes: socialinis (valdymas), ekonominis ir aplinkosauginis pagal mokslininkų pateiktus duomenis, susijusius su TG rizikomis ir indikatoriais. Svarbu paminėti, kad kai kurie rodikliai tinka ne tik vienai, bet kelioms grupėms tuo pačiu metu. Norint pasiekti straipsnio tikslą ir nustatyti tvarumo rodiklius, turinčius įtakos statybų projektams tvariosios grandinės kontekste, tyrimų strategijoje buvo laikomasi mišriųjų metodų požiūrio. Šie rodikliai yra geriau suprantami, kai TTGV scenarijus yra nuspėjamas (pesimistinis, realistinis ir optimistinis). Rodiklių suskirstymas pagal TGV tvarumo grupes ir jų nuodugnus tyrimas suteikia pagrindą projektų vadovams ir tyrėjams toliau analizuoti

ir tirti statybos inžinerijos projektų rodiklius. Atlikę šį tyrimą, statybos projektų vadovai gali lengviau planuoti naujausius pažangius tvarius metodus statybos srityje. Atsižvelgiant į nustatytus 65 tvarumo rodiklius (socialinius, aplinkos ir ekonominius), lengviau gali būti įgyvendinami novatoriški statybų projektai. Realiame gyvenimo scenarijuje tvarumo rodiklių naudojimas statybos srityje gali padėti sukurti tvariosios politikos formuotojų ir statybos bendrovių vadovų statybos sektoriaus strategijas. Pasitelkus šį straipsnį ateityje tvarumo rodiklių sąveika ir jų svarbumas gali būti plėtojamas ir toliau nagrinėjama tvarumo svarba statybos tiekimo grandinėms vertinti. Siekiant atskleisti galutinį statybos projekto rezultato tvarumo potencialą, dar prieš pirmąjį statybos etapą būtina įvertinti statybos tvarumo rodiklių svarbą projekte. Būsimoose tyrimuose plėtojant tvariosios tiekimo grandinės valdymą statyboje galima būtų tirti nustatytų tvarumo rodiklių tarpusavio ryšį, analizuoti rodiklių svarbą konkrečiuose statybos projektuose.

Literatūra

- Ahi, P., Searcy, C., & Jaber, M. (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>
- Ashby, A., Leat, M., & Hudson-Smith, M. (2012). Making connections: A review of supply chain management and sustainability literature. *Supply Chain Management*, 17, 497–516. <https://doi.org/10.1108/13598541211258573>
- Baldi, S., & Borgman, H. (2001). *A case study of the automotive industry* [Conference presentation]. 14th Bled Electronic Commerce Conference, Slovenia.
- Beamon, B. M., & Ware, T. M. (1998). A process quality model for the analysis, improvement and control of supply chain systems. *Logistics Information Management*, 11(2), 105–113. <https://doi.org/10.1108/09576059810209991>
- Bolumole, Y. A. (2003). Evaluating the supply chain role of logistics service providers. *International Journal of Logistics Management*, 14(2), 93–107. <https://doi.org/10.1108/09574090310806620>
- Boone, T., Ganeshan, R., Jain, A., & Sanders, N. R. (2019). Forecasting sales in the big supply chain: Consumer analytics in the big data era. *International Journal of Forecasting*, 35(1), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.09.003>
- Brint, A., Genovese, A., & Piccolo, C. (2021). Reducing data requirements when selecting key performance indicators for supply chain management: The case of multinational automotive component manufacturer. *International Journal of Production Economics*, 233, 107967. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107967>
- Brix-Asala, C., Geisbush, A. K., Sauer, P., Schopflin, P., & Zehendner, A. (2018). Sustainability tensions in supply chains: A case study of paradoxes and their management. *Sustainability*, 10(2), 424. <https://doi.org/10.3390/su10020424>
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360–387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816>

- Chandra, C., & Kumar, S. (2000). Supply chain management in theory and practice: A passing fad or a fundamental change? *Industrial Management & Data Systems*, 100(3), 100–114. <https://doi.org/10.1108/02635570010286168>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2001). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*. Prentice Hall.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management* (6th ed.). Pearson Education, Inc.
- Christopher, M. (1998). *Logistics & supply chain management*. London Pitmans.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply chain management: More than a new name for logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>
- Croxton, K. L., Garcia-Dastugue, S. J., Lambert, D. M., & Rogers, D. S. (2001). The supply chain management processes. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 13–36. <https://doi.org/10.1108/09574090110806271>
- Cucchiella, F., & D'Adamo, I. (2013). Issue on supply chain if renewable energy. *Energy Conversion and Management*, 76, 774–780. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.07.081>
- Fliedner, G. (2003). CPFR: An emerging supply chain tool. *Industrial Management & Data Systems*, 103(1), 14–21. <https://doi.org/10.1108/02635570310456850>
- Fritz, M. M. C. (2019). Sustainable supply chain management. In W. L. Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar, & T. Wall (Eds.), *Responsible consumption and production*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71062-4_21-1
- Goldsby, T. J., & Garcia-Dastugue, S. J. (2003). The manufacturing flow management process. *The International Journal of Logistics Management*, 14(2), 33–52. <https://doi.org/10.1108/09574090310806585>
- Gunnasdottrir, I., Davidsdottrir, B., & Worrell, E. (2021). It is best to ask: Designing a stakeholder-centric approach to selecting sustainable energy development indicators. *Energy Research & Social Science*, 74, 101968. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101968>
- Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija. (2020). <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>
- Konovalenko, I., & Ludwig, A. (2019). Event processing in supply chain management – The status quo and research outlook. *Computers and Industry*, 105, 229–249. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.12.009>
- Kopnina, H., Washington, H., & Gray, J. (2018). The ‘future of conservation’ debate: Defending ecocentrism and the Nature Needs Half movement. *Biological Conservation*, 217, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.016>
- Kvedaravičius, J. (2006). *Organizacijų vystymosi vadyba*. Vytauto Didžiojo universiteto leidykla.
- Lambert, D. M. (2008). *Supply chain management: Processes, partnerships, performance*. Supply Chain Management Institute, Sarasota, Florida.
- Lambert, D. M., Knemeyer, A. M., & Gardner, J. T. (2004). Supply chain partnerships: Model validation and implementation. *Journal of Business Logistics*, 25(2), 21–42. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2004.tb00180.x>
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2007). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 43(4), 546–558. <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.4.546>
- Lee, R. G., & Dale, B. G. (1998). Business process management: A review and evaluation. *Business Process Management Journal*, 4(3), 214–225. <https://doi.org/10.1108/14637159810224322>
- Lewis, M. W., Andriopoulos, C., & Smith, W. K. (2014). Paradoxical leadership to enable strategic agility. *California Management Review*, 56(3), 58–77. <https://doi.org/10.1525/cmr.2014.56.3.58>
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., & Rao, S. S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107–124. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.08.002>
- 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>
- Moldan, B., & Dahl, A. L. (2012). Editorial. *Ecological Indicators*, 12, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.08.001>
- Monk, E., & Wagner, B. (2012). *Concepts in enterprise resource planning*. Cengage Learning.
- Murillo, L. (2001). Supply chain management and the international dissemination of e-commerce. *Industrial Management & Data Systems*, 101(7), 370–377. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005825>
- Nøkkentved, C. (2000). *Collaborative processes in e-supply network*. Center for Applied Management Studies, Denmark.
- Ofner, G. (2004). *Bendravimo su klientais vadyba ir tiekimo valdymas elektroninėje prekyboje*. Technologija.
- Pagell, M., & Wu, Z. H. (2009). Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. *Journal of Supply Chain Management*, 45, 37–56. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2009.03162.x>
- Pagh, J. D., & Cooper, M. C. (1998). Supply chain postponement and speculation strategies: How to choose the right strategy. *Journal of Business Logistics*, 19(2), 1–13.
- Pasaulio aplinkos ir plėtros komisija. (2020). <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/59870-common-future.pdf>
- Popovic, T., Barbosa-Povoa, A., Kraslawski, A., & Carvalho, A. (2018). Quantative indicators for social sustainability assessment of supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 180, 748–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.142>
- Prahalad, G., & Hamel, C. K. (1996). *Competing for the future*. Harvard Business School Press.
- Rakickas, A. ir Skunčikienė, S. (2007). Informacinių technologijų taikymo galimybės besimokančioje organizacijoje tiekimo grandinės modelio valdymo pavyzdžiu. Iš *Dešimtoji respublikinė doktorantų ir magistrantų konferencija „Lietuvos ūkio vystymas ES erdvėje: procesai ir tendencijos“* (p. 127–134), Kaunas.
- Reid, J., & Rout, M. (2020). Developing sustainability indicators – The need for radical transparency. *Ecological Indicators*, 110, 105941. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105941>
- RezaHoseini, A., Noori, S., & Ghannadpour, S. F. (2021). Integrated scheduling of suppliers and multi-project activities for green construction supply chains under uncertainty. *Automation in Construction*, 122, 103485. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103485>
- Rigby, C., Day, M., Forrester, P., & Burnett, J. (2000). Agile supply: rethinking systems thinking, systems practice. *International Journal of Agile Management Systems*, 2(3), 178–186. <https://doi.org/10.1108/14654650010356086>
- Rogers, D. S., Lambert, D. M., & Knemeyer, A. M. (2004). The product development and commercialization process. *The*

- International Journal of Logistics Management*, 15(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/09574090410700220>
- Schögl, J. P., Baumgartner, R. J., & Hofer, D. (2017). Improving sustainability performance in early phases of product design: A checklist for sustainable product development tested in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 140(3), 1602–1617. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.195>
- Shen, L. Y., Tam, V. W. Y., & Ji, Y. B. (2010). Project feasibility study: The key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. *Journal of Cleaner Production*, 18, 254–259. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.10.014>
- Stanitsas, M., Kirytopoulos, K., & Loepoulos, V. (2021). Integrating sustainability indicators into project management: The case of construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123774. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123774>
- Swami, S., Ghosh, D., & Swami, C. (2020). Sustainability indicators in supply chains. *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*, 5, 503–511. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10880-X>
- Tapscott, D., Ticoll, D., & Lowy, A. (2000). *Digital capital: Harnessing the power of business webs*. Harvard Business School Press. <https://doi.org/10.1145/341836.336231>
- Turi, A., Goncalves, G., & Mocan, M. (2014). Challenges and competitiveness indicators for the sustainable development of the supply chain in food industry. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 124, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.469>
- Wong, C. Y., Wong, C. W., & Boonitt, S. (2015). Integrating environmental management into supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45, 43–68. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-05-2013-0110>
- Yildiz, S., Kivrak, S., Gultekin, A. B., & Arslan, G. (2020). Built environmental design – social sustainability relation in urban renewal. *Sustainable Cities and Society*, 60, 102173. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102173>
- Yousaf, A., Talal, B. S., & Obaid, R. (2020). Integration of IoT technologies in construction chain networks; CPEC a case in point. *Sustainable Operations and Computers*, 1, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2020.12.003>
- Zakarevičius, P., Kvedaravičius, J. ir Augustauskas, T. (2004). *Organizacijų vystymosi paradigma*. Vytauto Didžiojo universiteto leidykla.
- Zhang, Q., Oo, B. L., & Lim, B. T. H. (2019). Drivers, motivations, and barriers to the implementation of corporate social responsibility practices by construction enterprises: A review. *Journal of Cleaner Production*, 210(3), 563–584. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.050>
- Zheng, J., Johnsen, T. E., Harland, C. M., & Lamming, R. C. (2001). A taxonomy of supply networks. In *The 10th International Annual Conference of International Purchasing and Supply Education and Research Association* (pp. 8–11), Jonkoping.
- Židonis, Ž. (2001). Tiekimo grandinės koncepcijos atsiradimas ir evoliucija. *Transport*, 16(4), 154–157.

DEVELOPING OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT INDICATORS IN CONSTRUCTION

I. Cataldo

Abstract

Most of the existing supply chain management methods and systems are being transferred to construction sphere regardless of the specifics of companies in the construction sector. Numerous complex factors such as ecological, social and economic are required for the continuous evaluation in the modern management of construction sector. The provided studies and the research to examine sustainable supply chain management in construction sector from a holistic perspective, concentrating on mostly long-term sustainable decision-making by the construction company rather than being centered only on the supply chain management for construction projects. This paper identifies a list of sustainability indicators for examining the supply chains of construction companies. Those indicators were categorized and assigned to one or a couple groups by reviewing their use in the previous literature agreeing to the reasoning to way better reflect the SSCM principle of their use in construction companies. The use of indicators can help develop strategies for the construction sector for sustainable policy makers and construction company managers.

Keywords: construction, sustainability, supply chain, sustainability in the construction sector, green logistics, sustainable supply chain management.