

## Economics and management Ekonomika ir vadyba

### LAIVŲ STATYBOS SEKTORIAUS PLĖTROS TENDENCIJOS SKAITMENIZACIJOS KONTEKSTE

Ieva VERSECKAITĖ<sup>✉</sup>, Artūras JAKUBAVIČIUS

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

- gauta 2023 m. rugsėjo 15 d.
- priimta 2023 m. lapkričio 17 d.

**Santrauka.** Naujoji pramonės revoliucija 4.0 per pastaruosius kelerius metus išplito beveik visose pramonės šakose, ne išimtis ir laivų statybos pramonė. Laivų statyba pagal pramonės 4.0 principus pakeis laivų projektavimą, gamybą, eksploatavimą, techninę priežiūrą, komunikaciją ir vertės grandines visais laivų statybos pramonės aspektais. Norint sukurti naują vertę, laivas turi tapti išmanus ir būti gaminamas taikant išmaniųjų laivų statybos procesą. Laivų statyba kaip surinkimo pramonė yra neatsiejama nuo tarptautinės prekybos, kadangi didelė dalis laivo vertės priklauso nuo tarpinių sąnaudų išteklių, kurie tiekiami iš įvairių pasaulio šalių. Sparčiai besivystančios technologijos atneša ir ekonominių pokyčių – technologiskai pažangesnės įmonės veikia efektyviau ir ateityje užims didesnę rinkos dalį. Šio straipsnio pirmoje dalyje analizuojama vertės grandinių sistematika laivų statybos sektoriuje ir įvertinama skaitmeninių technologijų sukuriama pridėtinė vertė efektyvinant vertės kūrimo grandinę, antroje dalyje aptariami tyrimo metodai – koreliacinė regresinė analizė ir SAW metodas, trečioje dalyje įvertinamos laivų statybos plėtros tendencijos.

**Reikšminiai žodžiai:** laivų statyba, skaitmenizacija, tarptautinės vertės kūrimo grandinės, pramonė 4.0, tarptautinė prekyba, pramonės skaitmenizacija.

<sup>✉</sup>Autorius susirašinėti. El. paštas [ieva.verseckaitė@gmail.com](mailto:ieva.verseckaitė@gmail.com)

## 1. Įvadas

Laivų statyba – tiekimo pramonė, kurios tikslas pastatyti ilgaamžius laivus ar jūrines konstrukcijas minimaliomis laiko ir pinigų sąnaudomis. Pagrindinė pasaulinės prekybos transporto rūšis yra jūrinė laivyba: apie 90 proc. parduodamų prekių gabenamos jūra. Jūrų transportas sudaro dalį ekonominių klasterių, kuriančių pridėtinę vertę. Prognozuojama, kad, didėjant pasaulinei krovinių gabenimo paklausai, iki 2050 m. jūrų prekybos apimtys išaugs tris kartus (OECD, 2022). Šiandieninėje laivų statybos pramonėje išskiriamos keturios pagrindinės problemos: gamybos efektyvumas, laivų sauga, sąnaudų efektyvumas ir energijos taupymas bei aplinkos apsauga (Stanić et al., 2018). Didelė įvairių laivų paklausa visame pasaulyje sukuria šalims galimybes užsidirbti eksportuojant, tačiau itin svarbu išlaikyti konkurencinį pranašumą, kadangi laivų užsakymai gaunami laimėjus konkursą ir laivai dažniausiai gaminami individualiai – kiekvienam laivui rengiamas atskiras projektas (Chao & Yeh, 2020). Konkurencinis pranašumas pasiekiamas kuriant aukštos kokybės produktus ir paslaugas, didinant gamybos efektyvumą ir našumą, diegiant technologines naujoves. Moksliniuose straipsniuose autoriai pabrėžia skaitmenizavimo svarbą laivų statybos sektoriuje (Stanić et al., 2018; Chao & Yeh, 2020; Wada et al., 2022; Fraga-Lamas et al., 2018; Gourdon

& Steidl, 2019), tik įmonės, diegiančios inovatyvias technologijas, gali konkuruoti rinkoje.

Tyrimo objektas: laivų statybos sektoriaus plėtros tendencijos skaitmenizacijos kontekste.

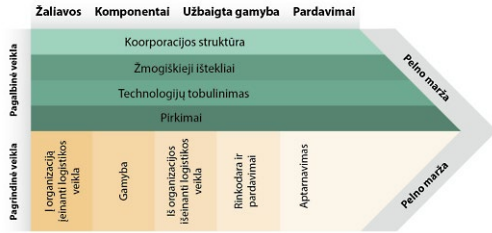
Tyrimo tikslas: nustatyti laivų statybos plėtros tendencijas skaitmenizacijos galimybių kontekste. Tikslui pasiekti yra iškelti uždaviniai:

- išanalizuoti ir apibendrinti vertės kūrimo grandinių sistematiką ir kompleksiskumą laivų statybos sektoriuje;
- įvertinti skaitmeninių technologijų pridėtinę vertę efektyvinant vertės kūrimo grandinę;
- nustatyti laivų statybos plėtros tendencijas pritaikant koreliacinę regresinę analizę laivų statybos rinkos vertinimui ir taikant SAW metodą nustatyti svarbiausias laivais gabenamas prekes bei jų paklausą ateityje.

## 2. Tarptautinės vertės grandinės laivų statybos sektoriuje

### 2.1. Vertės grandinių sistematika ir kompleksiskumas laivų statybos sektoriuje

Vertės grandinę sudaro įmonės bei asmenys, kurie sąveikauja tarpusavyje tiekdami prekes ar paslaugas. Šios grandinės kartais dar vadinamos gamybos grandinėmis,

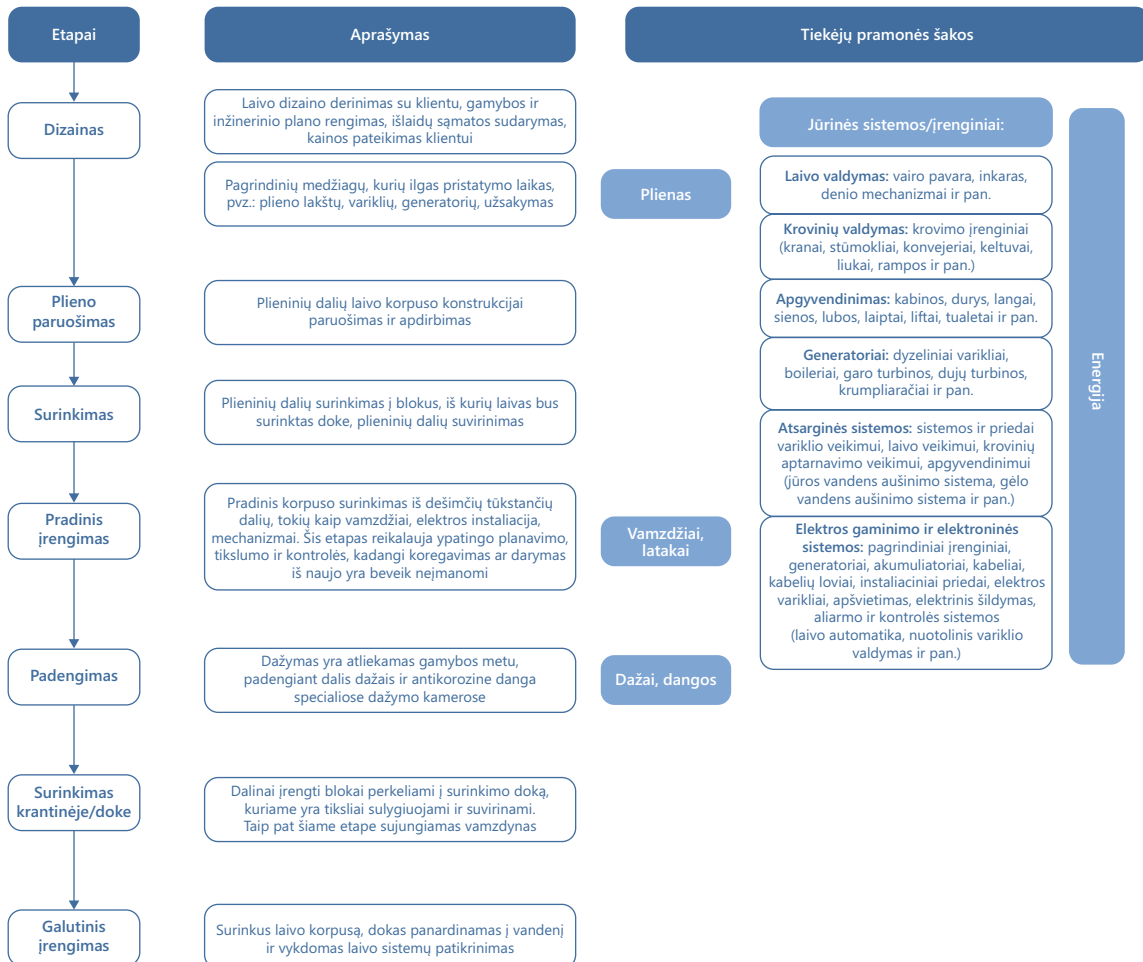


1 paveikslas. Vertės grandinės struktūra (šaltinis: Kužmarskytė ir Ramanauskienė, 2022)

tiekiama ar rinkodara grandinėmis bei platinimo tinklais (Roko et al., 2016). Pateiktame paveiksle (1 pav.) matyti vertės grandinės pasiskirstymas, kuris prasideda nuo žaliavų išgavimo ir pasibaigia aptarnavimu. Svarbią vertės grandinės dalį sudaro pagalbinės veiklos, kurios turi tiesioginį ryšį su pagrindinėmis veiklomis ir prisideda prie bendro vertės kūrimo (Kužmarskytė ir Ramanauskienė, 2022).

Dėl pasaulinės gamybos susiskaidymo pasaulinė prekyba vis labiau siejama su tarptautinės vertės kūrimo grandinėmis. Pasaulinės vertės grandinės – žaliavų, prekių ir paslaugų judėjimas tarp šalių (Lietuvos statistikos departamentas, 2022g). Prekybos srautų globalizacija ir

dinamiška Azijos šalių plėtra turi įtakos visų pasaulio šalių prekybai, todėl formuojasi ir dinamiškai kinta nauji pasaulinės gamybos tinklai (Nacewska-Twardowska, 2022). Šie aktyvūs procesai daro reikšmingą poveikį mažesnėms ekonomikoms, kurios turi prisitaikyti prie vykstančių pokyčių. Dalyvavimas pasaulinėse vertės kūrimo grandinėse tapo pagrindine prekybos ir plėtros politikos tema, tai atvėrė naujus pramonės modernizavimo būdus (Tian et al., 2022). Pramonės 4.0 kontekste tarptautinės vertės grandinės įvardijamos kaip įmonių ir institucijų ryšiai, kuriuos pasitelkiant vyksta geografinė ir organizacinė ekonominės gamybos pertvarka (Awan et al., 2022). Taikant pramonės 4.0 technologines inovacijas tarptautinėse vertės kūrimo grandinėse suteikiama prieiga prie tarptautinės patirties, o tai leidžia pagerinti įmonės produktyvumą (Opazo-Basáez et al., 2021). Tarptautines vertės grandines galima suvokti ir kaip konstrukta, kuriame veikėjai (pvz.: žmonės, verslo padaliniai, organizacijos) ir veikla įtraukiami į pridėtinės vertės gamybos procesą tarptautiniu mastu (Dilyard et al., 2021). Išnagrinėjus įmonių inovacijų efektyvumą naudojant išorinius informacijos šaltinius nustatyta, kad tarptautinės vertės kūrimo grandinės skatina žinių sklaidą bei galimybę mokytis iš geriausios praktikos, dėl to gali padidinti produktyvumą bei našumą (Asimakopoulou et al., 2020). Pasak



2 paveikslas. Laivo statybos etapai (šaltinis: sudaryta autorių remiantis Gourdon ir Steidl, 2019)

autorių, pasaulinės vertės grandinės valdymas – tai lyderių atliekami valdymo veiksmai, kuriais siekiama koordinuoti ir organizuoti vertės kūrimo veiklą, išsibarsčiusią įvairiuose regionuose, todėl vertės grandinių valdymas turėtų būti tiriamas remiantis trimis aspektais: sandorio kaina, organizacijos tinklu ir organizacijos mokymosi galimybėmis (Gereffi et al., 2021). Tarptautinės vertės grandinės yra naudojamos įvairiuose sektoriuose kaip sudėtingos struktūros, kuriose įmonės dirba ir į kurias integruoja savo geografiškai išsibarsčiusius strateginius partnerius, specializuotus tiekėjus ir klientų bazes (Kano et al., 2020). Pasaulinės vertės grandinės yra našumo augimo ir konkurencingumo, darbo vietų kūrimo ir gyvenimo lygio kėlimo variklis. Būdai, kuriais įmonės gali padidinti savo produktyvumą, apima galimybę specializuotis atliekant pagrindines užduotis (perduodant pagalbinės užduotis), pigesnių išteklių gavybą (Crisuolo & Timmis, 2017).

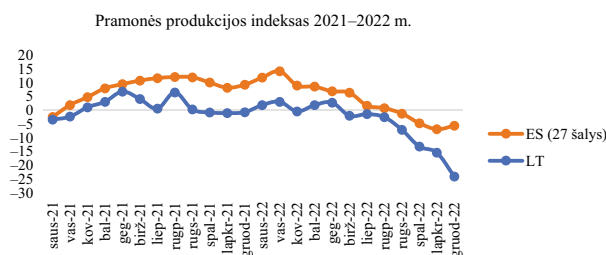
Laivų statybos sektorius yra priklausomas nuo tarptautinės prekybos dėl savo kompleksiško, kadangi didžioji dalis vertės yra sukuriama tarpinėse industrijuose. Laivo statyba apima daug etapų (2 pav.), pagrindiniai jų – dizainas, plieno paruošimas, surinkimas, pradinis įrengimas, korpuso padengimas, laivo surinkimas krantinėje arba doke ir galutinis įrengimas. Tam, kad būtų įgyvendinti visi šie etapai, reikia atitinkamų išteklių – plieno ir kitų metalų, mašinų ir įrengimų, darbo jėgos, kapitalo. Medžiagų, įrangos ir sistemų sąnaudų dalys priklauso nuo laivo tipo. Gourdon ir Steidl (2019) atliktame tyrime teigiama, kad laivų statyba yra ypač priklausoma nuo tarpinių sąnaudų, apie 70–80 proc. galutinės laivų produkcijos vertės sukuriama tiekėjų sektoriuose. Pagrindinės laivų statybos tiekimo pramonės šakos: geležies ir plieno, laivų statybos (vidaus sandoriai), didmeninės prekybos, mašinų ir įrenginių, pagamintų metalo gaminių.

## 2.2. Skaitmeninių technologijų pridėtinė vertė efektyvinant vertės kūrimo grandinę

Laivų statyba yra labai sudėtingas procesas, reikalaujantis gerų koordinavimo ir vadybos įgūdžių tam, kad būtų pasiekti aukšti kokybės standartai. Statydami laivą darbuotojai surenka tūkstančius skirtingų komponentų, kurie turi būti tinkamai pagaminti ir pristatyti į tinkamą vietą tam tikru laiku (angl. *just-in-time*). Pavyzdžiui, mokslinių tyrimų laivas surenkamas iš maždaug 550 000 dalių, o kruiziniam laivui surinkti gali prireikti 900 000 dalių (SEA Europe, 2017). Laivų statybos pramonės tikslas pateikti integralius sprendimus, leidžiančius sukurti visiškai veikiančius laivus, prižiūrimus visą jų gyvavimo ciklą (Fraga-Lamas et al., 2018). Kadangi statant laivą vyksta daugybė sudėtingų procesų, jų automatizavimas pagerins gamybos efektyvumą ir našumą (Blanco-Novoa et al., 2018). Laivų statyba nuolat tobulėja naudojant naujus įrenginius, programinę įrangą ir vykdant organizacinius pertvarkymus, tačiau vis tiek susiduria su dideliais sunkumais dėl daugybės pakeitimų laivų statybos metu (Stanić et al., 2018). Skaitmeninimas galėtų būti priemonė, sukurianti didesnę pridėtinę vertę, – jūrinė logistikos grandinė susideda iš keturių skirtingų sąveikau-

jančių srautų: krovinių, informacijos, dokumentų ir pinigų. Skaitmeninimas gali padėti supaprastinti dokumentų srautus, o tokios naujovės kaip „blockchain“ technologija galėtų padėti pagerinti pinigų srautus (Merk, 2020). Laivų statyboje 4.0 skaitmeninių dvynių technologija padėtų sukurti virtualią darbo aplinką, kuri galėtų optimizuoti visą laivų statybos procesą, tinkamu laiku pateikdama reikiamą informaciją, tam, kad būtų išvengta klaidų ir didėtų produktyvumas (Pang et al., 2021). Pramonė 4.0 – ketvirtoji pramonės revoliucija, prasidėjusi 2011 m. Vokietijoje, paskatino technologinius pokyčius įvairiuose sektoriuose. Žiedinės ekonomikos kontekste ji apibūdinama kaip esminį produktų ir paslaugų gamybos pokytį reiškianti revoliucija, kurią reprezentuoja pažangiausios skaitmeninės automatizavimo technologijos (Awan et al., 2022). Pramonė 4.0 reiškia naujausius technologinius pasiekimus, kai internetas ir pagalbinės technologijos yra pagrindas integruoti fizinius objektus, žmones, intelektualias mašinas, produktų linijas ir procesus, kad būtų suformuota naujos rūšies protinga, sujungta į tinklą ir judri tiekimo grandinė (Braglia et al., 2021), o gamybos tiekimo grandinėse svarbiausias pramonės 4.0 įrankis – daiktų internetas, kurį pasitelkus galėtų būti įgyvendinta išmaniosios gamyklos koncepcija (de Vass et al., 2021). Pramonė 4.0 padidino tarptautinės vertės kūrimo grandinių plėtrą dėl galimybės lengviau užmegzti bei palaikyti ryšius skirtingose geografinėse zonos (Dilyard et al., 2021) ir dėl sumažėjusių tarptautinių partnerių koordinavimo išlaidų ir lengvesnės žinių sklaidos (Opazo-Basáez et al., 2021). Pasitelkiant šias sampratas, tarptautinių vertės kūrimo grandinių perspektyvoje laivų statybos sektoriuje pramonę 4.0 galima apibūdinti kaip skaitmeninių technologijų pritaikymą gamybos sektoriuje siekiant padidinti produktyvumą, paspartinti procesus ir pagreitinti žinių perdavimą.

Chao ir Yeh (2020) atliktame tyrime parodoma technologinio pažangumo svarba laivų statyklų efektyvumui didinti – finansinė krizė, 2008 m. smogusi Europai, leido laivų statykloms Kinijoje, Pietų Korėjoje ir Japonijoje užimti didžiąją rinkos dalį, kadangi Europoje esančios laivų statyklos negalėjo sparčiai atnaujinti gamyklų įrangos. Tarp Azijos šalių Kinija aplenkė Pietų Korėją dėl mažo darbo užmokesčio, valstybės skatinimo technologiškai atsinaujinti, didelių geležies rūdos išteklių ir tapo lyderiaujančia laivų statybos pramonės šalimi. Tai parodė, kad Pietų Korėjos ir Japonijos laivų statyklos turi diegti naujas technologijas tam, kad padidintų savo našumą ir galėtų lyderiauti rinkoje. Panaši situacija susiklostė ir 2022 m., kai Europoje dėl finansinės ir energetinės krizės buvo matomas pramonės nuosmukis. Šią padėtį atspindi ir pramonės produkcijos indeksas (PPI), parodantis pramonės sektoriaus aktyvumą ir produkcijos kiekį (3 pav.). Remiantis Europos statistikos tarnybos duomenimis, PPI Lietuvoje nuo 2022 m. birželio iki metų galo buvo neigiamas, o gruodžio mėnesį jo vertė siekė net –24,1, o Europos Sąjungoje (27 šalys) šis indeksas buvo stabilus, minimali vertė fiksuota 2022 m. lapkričio mėnesį ir siekė –6,9. Lietuvoje pramonei ypač didelę įtaką turėjo prasidėjęs karas Ukrainoje – dėl jo sutriko tiekimo



**3 paveikslas.** Pramonės produkcijos indeksas 2021–2022 m. laikotarpiu (šaltinis: Eurostat, 2022b)

grandinė ir tada kilo energetinė krizė. Esant nepalankioms verslui sąlygoms tampa ypač svarbu skaitmenizuoti gamybą, siekiant sumažinti jos sąnaudas, lanksčiai reaguoti į tiekimo grandinės sutrikimus, didinti produktyvumą.

### 3. Tyrimo metodika

Pirmoje darbo dalyje apibendrinta vertės grandinių sistematika ir kompleksiskumas, laivų statybos bei skaitmeninių technologijų pridėtinė vertė efektyvinant vertės kūrimo grandinę. Šioje darbo dalyje bus aptariami tyrimo metodai laivų statybos sektoriaus plėtros tendencijoms nustatyti.

Tyrimui atlikti bus naudojama Pirsono koreliacinė ir regresinė analizė bei SAW metodas. Koreliacinės analizės būdu nustatomas dviejų kintamųjų priklausomybė ir ryšio stiprumas, tačiau pagal koreliacijos koeficientą negalima nustatyti koreliacijos priežasties. Šiame tyrime bus naudojamas Pirsono koreliacijos koeficientas, kuris parodo tiesinio ryšio stiprumą tarp dviejų intervalinių kintamųjų, šie privalo turėti normalųjį skirstinį.

Koreliacinėje regresinėje analizėje pasirinktas reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ , todėl sprendimo patikimumas yra 95 proc., o galimų klaidų 5 proc. Pirsono koreliacijos koeficiento reikšmė gali būti tarp +1 ir -1, o jei reikšmė nulinė – ryšio nėra (Pabedinskaitė, 2009).

$$\hat{p} = r = \frac{x'y - x' \cdot y'}{\sqrt{x'^2 - y'^2}} \quad (1)$$

SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) metodas – rodiklių reikšmių ir jų reikšmingų sandaugų sumų metodas. Įvesties duomenys – sprendimų matrica ir rodiklių reikšmingumo reikšmės. SAW metodo žingsniai (Simanavičienė, 2011):

- 1) sprendimų matrica normalizuojama,
- 2) normalizuotos matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos (eilutės) nariais.

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i r'_{ij} \quad (2)$$

čia  $w_i$  –  $i$ -tojo kriterijaus svoris;  $r'_{ij}$  – normuotas  $j$ -tojo objekto  $i$ -tojo kriterijaus reikšmės;  $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ ;  $m$  – kriterijų skaičius;  $n$  – objektų/alternatyvų skaičius.

Sudarius pirminę sprendimo matricą, jos pradinius duomenis normuojame pagal žemiau pateiktas formules.

Nariai, kuriuos reikia maksimizuoti, normalizuojami pagal formulę:

$$\underline{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_j r_{ij}} \quad (3)$$

Nariai, kuriuos reikia minimizuoti, normalizuojami pagal formulę:

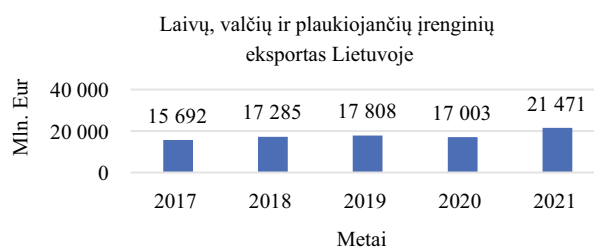
$$\underline{r}_{ij} = \frac{\max_j r_{ij}}{r} \quad (4)$$

Pasitelkiant koreliacinę regresinę analizę bus nustatytas dėsningumas palyginus tarptautinės prekybos apimtį ir laivų statybos apimtį. Iš šios analizės bus galima pamatyti, ar tarptautinė prekyba tenkina laivų poreikį. Tuomet taikant SAW metodą bus įvertinama skirtingų prekių grupių įtaka laivų statybai bei laivininkystei ir nustatomos svarbiausios. Nagrinėjami 2017–2021 m. laikotarpio duomenys. Visi duomenys kiekybiniais tyrimams atlikti buvo gauti iš antrinių šaltinių – Lietuvos statistikos departamento, Eurostat ir EBPO prekybos pridėtinės vertės (TiVA) duomenų bazių.

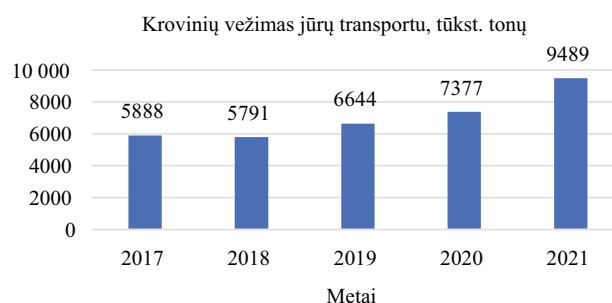
### 4. Laivų statybos sektoriaus plėtros tendencijos skaitmenizacijos kontekste

Tam, kad būtų galima įvertinti laivų statybos sektoriaus plėtros tendencijas Lietuvoje, reikia išsiaiškinti jūrų transporto eksportą, krovinų pervežimo tonažą, jūrų transporto kiekį, medžiagas, reikalingas laivų statybai, ir jų importą Lietuvoje. Norint išsiaiškinti skaitmeninių technologijų plėtrą pramonės sektoriuje, būtina apžvelgti dabartines pagrindines investavimo kryptis.

Daugelis jūrų transporto rodiklių (4 ir 5 pav., 1 lentelė) per pastaruosius penkerius metus augo – laivų eksporto apyvarta nuo 2017 m. padidėjo 36 proc., o krovinų



**4 paveikslas.** Vandens transporto eksportas Lietuvoje (šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas, 2022a)



**5 paveikslas.** Krovinų vežimas jūrų transportu Lietuvoje (šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas, 2022b)

**1 lentelė.** Jūrų transportas Lietuvoje (šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas, 2022c, 2022d, 2022e)

	2017	2018	2019	2020	2021
Jūrų laivų bendroji talpa metų pabaigoje, tūkst. tonų	434 250	353 071	406 606	409 972	398 121
Jūrų laivų skaičius metų pabaigoje, vnt.	103	91	99	101	81
Krovinių jūrų laivų bendroji talpa metų pabaigoje, tonos	383 373	302 617	354 527	357 512	355 564

pervežimas jūriniu transportu išaugo 60 proc. Nors laivų skaičius sumažėjo 22 proc., tačiau bendroji jūrų laivų talpa sumažėjo tik apie 10 proc.

Laivų statybos įmonės susiduria su didele konkurencija, norint gauti užsakymą reikia pasiūlyti geriausių kainos ir kokybės santykį. Azijos rinkoje statomi laivai dažnai gali būti siūlomi konkurencingomis kainomis dėl mažo darbo užmokesčio, turimų išteklių šalies viduje, todėl užima vis didesnę rinkos dalį. Europos šalys dėl žaliavų trūkumo, didesnių atlyginimų ir aukštos nekilnojamojo turto vertės dažnai negali pasiūlyti mažos kainos, tačiau gali užtikrinti kokybę ir efektyvumą taikydamos pažangias technologi-

jas. Lietuvos pramonės investavimo tendencijos (2 lentelė) rodo, kad 2017–2020 m. gamybai modernizuoti buvo skiriama tik mažiau nei šeštadalis visų investicijų, tačiau šis rodiklis ženkliai pakilo 2021 m. ir sudarė šiek tiek daugiau nei ketvirtadalį visų investicijų.

Atlikus lietuviškos kilmės laivų, valčių ir plaukiojančiųjų įrenginių eksporto ir Europos Sąjungos (27 šalys) tarptautinės prekybos lygio nuo 2017 m. iki 2021 m. koreliacinę ir regresinę analizę, galima įvertinti šių dydžių tarpusavio priklausomybę. Naudojamas klasifikatorius – Jungtinių Tautų (JT) Standartinis tarptautinės prekybos klasifikatorius (SITC 4), pagal kurį lyginami viso pasaulio tarptautinės prekybos statistiniai duomenys. Eksporto duomenys siejami tik su visos ES (27 šalių) eksportu į likusio pasaulio sektoriaus šalis.

Lentelėje pateikti koreliacinės analizės rezultatai, gauta regresijos lygtis (3 lentelė) reiškia, kad jeigu ES šalių eksportas į kitas šalis padidėtų 1 proc., Lietuvos laivų, valčių ir plaukiojančiųjų įrenginių eksportas padidėtų 0,104 proc. Modelio determinacijos koeficiento  $R^2$  reikšmė 0,929, tai reiškia, kad 92,9 proc. Europos Sąjungos eksportas į kitas šalis paaiškina Lietuvos laivų, valčių ir plaukiojančiųjų įrenginių variacijas, 7,1 proc. – kiti neįvertinti veiksniai. Rezultatai adekvatūs realiai situacijai esant 95 proc. tikimybei. Remiantis gautais rezultatais galima daryti išvadas, kad Europos Sąjungos šalių tarptautinė prekyba daro gana stiprią įtaką Lietuvos laivų statybos pramonei.

Norint įvertinti laivų statybos sektoriaus plėtrą, svarbu įvertinti, kokios prekės yra dažniausiai transportuojamos laivais ir kaip tokių prekių paklausa ateityje gali kisti. Taikant SAW metodą reitinguotos laivais transportuojamos prekės didžiausiose jūrų prekybos šalyse Europoje. Pagrindinės jūrų prekybos šalys – Graikija, Vokietija, Nyderlandai, Italija ir Ispanija (Eurostat, 2022a). Atlikus reitingavimą gauti rezultatai (4 lentelė) parodo, kad 2021 m. daugiausia laivais buvo pervežami neatsinaujinantieji energijos ištekliai: anglis, nafta, gamtinės dujos ir koksas, rafinuoti naftos produktai.

**2 lentelė.** Lietuvos pramonės įmonių investavimo kryptys (šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas, 2022f)

Pramonės įmonių pagrindinės investavimo kryptys, proc.	2017	2018	2019	2020	2021
Nusidėvėjusių įrenginių ar įrangos keitimas	36	37	37	36	37
Gamybinio pajėgumo didinimas	28	28	31	29	24
Gamybos modernizavimas	15	15	14	15	26
Kiti tikslai	21	20	18	20	13

**3 lentelė.** Koreliacinės analizės rezultatai (šaltinis: sudaryta autorių)

	Lietuviškos kilmės laivų, valčių ir plaukiojančiųjų įrenginių eksportas, proc.
ES27 eksportas į kitas šalis (koreliacija)	0,973
ES27 eksportas į kitas šalis (regresijos lygtis)	$\hat{y} = -8618,633 + 0,104x$
ES27 eksportas į kitas šalis (determinacijos koeficientas)	0,929

**4 lentelė.** SAW rezultatai (šaltinis: sudaryta autorių)

	Žemės ūkio ir žvejybos produktai	Anglis, nafta ir gamtinės dujos	Metalu rūdos	Maisto prekės	Mediena	Koksas ir rafinuoti naftos produktai	Cheminiai produktai, guma, plastikas, branduolinis kuras	Kiti mineralai	Apdirbti metalo gaminiai
S <sub>j</sub>	0,280	0,832	0,466	0,313	0,190	0,839	0,378	0,172	0,251
Rangas	6	2	3	5	8	1	4	9	7

Kadangi Paryžiaus klimato susitarimu nuspręsta palaipsniui mažinti neatsinaujinančiųjų išteklių naudojimą energijai išgauti ir rinktis atsinaujinančiuosius energijos šaltinius, iškastinio kuro gabenimo apimtys ilgainiui mažės. Tikimasi, kad iki 2030 m. prekyba energijos prekėmis pasieks piką ir mažės, pirmiausia anglimis, tada žalia nafta ir naftos produktais (Merk, 2020). Dekarbonizacija turės įtakos ne tik krovinių pervežimo apimtims, tačiau ir pačių laivų gamybai. Šiuo metu didžiojoje dalyje laivų energijai išgauti naudojami mazutas ir dyzelinas, kurie daro neigiamą poveikį aplinkai. Tarptautinės jūrų organizacijos (TJO) pradinės laivų išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) kiekio mažinimo strategijos tikslas – sumažinti laivybos sektoriaus anglies dioksido išmetimo intensyvumą: bent 40 proc. iki 2030 m., bent 50 proc. iki 2050 m., palyginti su 2008 m. rodikliais (International Maritime Organization, 2018). Siekiant sumažinti anglies dioksido kiekį ketinama eksperimentuoti naudojant alternatyvius degalus – vandenilį, biodegalus, žalią amoniaką, elektrinius laivus, naudojančius alternatyvią varomąją jėgą (vėjo ir saulės energija), tačiau dar nėra visuotinai priimtino sprendimo, kaip sumažinti iškastinio kuro naudojimą. Dėl ilgo laivų eksploatavimo laiko (apie 30 metų) dabar pagaminti laivai su vidaus degimo varikliais vis dar bus eksploatuojami 2030 m. ar net 2050-aisiais. Laivams su vidaus degimo varikliais tinkamas sprendimas galėtų būti greičio mažinimas, kuris padėtų sumažinti emisijas, tačiau tuo atveju reikėtų daugiau laivų tam pačiam paslaugų kiekiui suteikti (Merk, 2020). Didėjant laivų statybos apimčiai didėja ir duomenų apdorojimo apimtys – tam būtina pasitelkti skaitmenines technologijas: debesiją, verslo valdymo sistemas, sukurti išmaniąją gamyklą ir judrią tiekimo grandinę. Skaitmeninės technologijos svarbios ne tik statant laivą, bet ir jį eksploatuojant – skaitmeninis ryšys leidžia gauti informaciją apie laivo veikimą jūroje realiuoju laiku, įgalina nuotolinę laivų technikos diagnostiką jūroje, užtikrina dujų išmetimo ir krovinių temperatūros stebėjimą krante tam, kad būtų sumažintos eksploatacinės sąnaudos ir gedimų dėl neatsargumo rizika.

## 5. Išvados

Laivų statyba kaip surinkimo ir tiekimo pramonė, kurios tikslas pastatyti laivus minimaliomis laiko ir pinigų sąnaudomis, įsitraukia į kompleksiškas vertės kūrimo grandines, todėl, kad laivo statymas susideda iš daugelio etapų – laivo dizaino ir projektavimo, metalo detalių apdirbimo ir paruošimo, surinkimo, pradinio įrengimo, korpuso dažymo, laivo surinkimo krantinėje arba doke ir galutinio įrengimo. Tam, kad būtų įgyvendinti šie etapai, reikia žaliavų iš skirtingų pramonės šakų, išskiriamos pagrindinės tiekimo grandys – geležies ir plieno, mašinų ir įrenginių, pagamintų metalo gaminių ar detalių, laivų statybos (vidaus sandoriai). Dėl tarpinių sąnaudų apie 70–80 proc. galutinės laivų produkcijos vertės sukuriama tiekėjų sektoriuose. Išanalizavus statistinius duomenis nustatyta, kad Lietuvoje per pastaruosius penkerius metus laivų eksporto apyvarta padidėjo

36 proc., o krovinių pervežimas jūriniu transportu išaugo 60 proc. Bendroji jūrų laivų talpa sumažėjo neženkliai, apie 10 proc. Kadangi konkurentai iš kitų šalių gali pasiūlyti geresnę kainą, turi daugiau vidinių žaliavų bei pigesnę darbo jėgą, norint išlikti rinkoje būtina technologiškai tobulėti ir taip pasiekti kokybės ir laiko pranašumą. Lietuvos pramonės investavimo tendencijos rodo, kad 2017–2020 m. gamybos modernizavimui buvo skiriama tik mažiau nei šeštadalis visų investicijų, tačiau šis rodiklis ženkliai pakilo 2021 m. ir sudarė šiek tiek daugiau nei ketvirtadalį visų investicijų. Atlikus koreliacinę regresinę analizę nustatyta, kad Europos Sąjungos šalių tarptautinė prekyba daro gana stiprią įtaką Lietuvos laivų statybos pramonei. Taikant SAW metodą reitinguotos laivais transportuojamos prekės didžiausiose jūrų prekybos šalyse Europoje. Pagrindinės 2021 m. gabenamos prekės laivais buvo iškastinis kuras – anglis, nafta bei gamtinės dujos. Mažinant iškastinio kuro naudojimą keisis laivų aprūpinimas energija, siekiant sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, planuojama laivuose naudoti alternatyvų kurą (vandenilį, biokurą) arba elektrinius variklius, naudojančius atsinaujinančiuosius (saulės, vėjo) energijos šaltinius. Norint pastatyti tvarius laivus ir mažinti esamų laivų teršalų emisiją būtina diegti skaitmenines technologijas tiek laivuose, tiek laivų gamyklose – skaitmeninis ryšys leidžia dalintis informacija tarptautiniu mastu, planuoti žaliavų tiekimą, išmanioji gamyba didina produktyvumą, o laivuose įdiegtos išmaniosios technologijos suteikia priegią prie laivo padėties, užtikrina laivo saugumą ir gali padėti sumažinti teršalų emisijas.

## Literatūra

- Asimakopoulou, G., Revilla, A. J., & Slavova, K. (2020). External knowledge sourcing and firm innovation efficiency. *British Journal of Management*, 31(1), 123–140. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12367>
- Awan, U., Gölgeci, I., Makhmadshoev, D., & Mishra, N. (2022). Industry 4.0 and circular economy in an era of global value chains: What have we learned and what is still to be explored? *Journal of Cleaner Production*, 371, 133621. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133621>
- Blanco-Novoa, O., Fernandez-Caramez, T. M., Fraga-Lamas, P., & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A practical evaluation of commercial industrial augmented reality systems in an Industry 4.0 shipyard. *IEEE Access*, 6, 8201–8218. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2802699>
- Braglia, M., Marrazzini, L., Padellini, L., & Rinaldi, R. (2021). Managerial and Industry 4.0 solutions for fashion supply chains. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 25(1), 184–201. <https://doi.org/10.1108/JFMM-12-2019-0285>
- Chao, S. L., & Yeh, Y. H. (2020). Comparing the productivity of major shipyards in China, South Korea, and Japan – an application of a metafrontier framework. *Maritime Business Review*, 5(2), 193–210. <https://doi.org/10.1108/MABR-12-2019-0060>
- Criscuolo, C., & Timmis, J. (2017). The relationship between global value chains and productivity. *International Productivity Monitor*, 32, 61–83.
- de Vass, T., Shee, H., & Miah, S. J. (2021). IoT in supply chain management: Opportunities and challenges for businesses in

- early Industry 4.0 context. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 14(2), 148–161. <https://doi.org/10.31387/oscm0450293>
- Dilyard, J., Zhao, S., & You, J. J. (2021). Digital innovation and Industry 4.0 for global value chain resilience: Lessons learned and ways forward. *Thunderbird International Business Review*, 63(5), 577–584. <https://doi.org/10.1002/tie.22229>
- Eurostat. (2021a). *Gross weight of goods handled in all ports by direction – annual data*. [https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/mar\\_go\\_aa](https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/mar_go_aa)
- Eurostat. (2021b). *Production in industry – total (excluding construction)*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/teis080>
- Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, Ó., & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A review on industrial augmented reality systems for the Industry 4.0 shipyard. *IEEE Access*, 6, 13358–13375. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2808326>
- Gereffi, G., Lim, H. C., & Lee, J. (2021). Trade policies, firm strategies, and adaptive reconfigurations of global value chains. *Journal of International Business Policy*, 4(4), 506–522. <https://doi.org/10.1057/s42214-021-00102-z>
- Gourdon, K., & Steidl, C. (2019). *Global value chains and the shipbuilding industry*. <https://doi.org/10.1787/7e94709a-en>
- International Maritime Organization. (2018). *UN body adopts climate change strategy for shipping*. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/06GHGinitialstrategy.aspx>
- Kano, L., Tsang, E. W. K., & Yeung, H. W.-c. (2020). Global value chains: A review of the multi-disciplinary literature. *Journal of International Business Studies*, 51(4), 577–622. <https://doi.org/10.1057/S41267-020-00304-2>
- Kužmarskytė, K. ir Ramanauskienė, G. (2022). *Žiedinė ekonomika ir tarptautinės vertės grandinės: apdirbamosios gamybos Lietuvoje analizė 2022*. Lietuvos inovacijų centras. <https://lic.lt/wp-content/uploads/2022/01/Ziedine-ekonomika-ir-tarptautines-vertes-grandines-su-ISBN.pdf>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022a). *Lietuviškos kilmės eksportas*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022b). *Krovinių vežimas jūrų transportu*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022c). *Jūrų laivų bendroji talpa metų pabaigoje*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022d). *Jūrų laivų skaičius metų pabaigoje*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022e). *Krovinių jūrų laivų bendroji talpa metų pabaigoje*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022f). *Pramonės įmonių pagrindinės investavimo kryptys*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/>
- Lietuvos statistikos departamentas. (2022g). *Pasaulinės vertės grandinės*. <https://osp.stat.gov.lt/eksperimentine-statistika/pasaulines-vertes-grandines>
- Merk, O. (2020). *Future maritime trade flows: Summary and conclusions*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/future-maritime-trade-flows.pdf>
- Nacewska-Twardowska, A. (2022). Poland and global value chains at the beginning of the 21st century – an opportunity or a threat? *International Journal of Management and Economics*, 58(1), 33–43. <https://doi.org/10.2478/ijme-2022-0004>
- OECD. (2022). *Ocean shipping and shipbuilding*. <https://www.oecd.org/ocean/topics/ocean-shipping/>
- Opazo-Basáez, M., Vendrell-Herrero, F., Bustinza, O. F., & Marić, J. (2022). Global value chain breadth and firm productivity: The enhancing effect of Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(4), 785–804. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2020-0498>
- Pabedinskaitė, A. (2009). *Kiekybiniai sprendimų metodai* (I dalis). Vilniaus Gedimino technikos universitetas. <https://doi.org/10.3846/791-5>
- Pang, T. Y., Pelaez Restrepo, J. D., Cheng, C. T., Yasin, A., Lim, H., & Miletic, M. (2021). Developing a digital twin and digital thread framework for an 'Industry 4.0' shipyard. *Applied Sciences*, 11(3), 1–23. <https://doi.org/10.3390/app11031097>
- Roko, L. P., Opusunju, M. I., Roko, L. P., & Opusunju, M. I. (2016). Value chain and performance in Agro allied small and medium scale enterprise in Sokoto State, Nigeria. *International Journal of Business and Social Research*, 6(9), 8–19. <https://doi.org/10.18533/ijbsr.v6i9.957>
- SEA Europe. (2017). *SEA Europe annual report*. <https://www.sea-europe.eu/library/annual-reports>
- Simanavičienė, R. (2011). *Kiekybinių daugiataksių sprendimo priėmimo metodų jauitumo analizė* [Daktaro disertacija, Vilniaus Gedimino technikos universitetas]. VGTU talpykla. <https://doi.org/10.20334/1973-M>
- Stanić, V., Hadžina, M., Fafandjel, N., & Matulja, T. (2018). Toward Shipbuilding 4.0 - an Industry 4.0 changing the face of the shipbuilding industry. *Brodogradnja/Shipbuilding*, 69(3), 111–128. <https://doi.org/10.21278/brod69307>
- Tian, K., Dietzenbacher, E., & Jong-A-Pin, R. (2022). Global value chain participation and its impact on industrial upgrading. *World Economy*, 45(5), 1362–1385. <https://doi.org/10.1111/twec.13209>
- Wada, Y., Hamada, K., & Hirata, N. (2022). Shipbuilding capacity optimization using shipbuilding demand forecasting model. *Journal of Marine Science and Technology*, 27(1), 522–540. <https://doi.org/10.1007/s00773-021-00852-8>

## SHIPBUILDING TENDENCIES IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

I. Verseckaitė, A. Jakubavičius

Abstract

Over the last few years, the new industrial revolution 4.0 has spread across industries and affected the shipbuilding industry as well. Shipbuilding based on the principles of Industry 4.0 would transform the design, production, operation, maintenance, communication and value chains of the shipbuilding industry in all aspects. In order to create new value, the ship must become smart and must be manufactured in a smart shipbuilding process. Shipbuilding as an assembly industry is reliant on international trade because a large part of the value of a ship depends on intermediate inputs that are sourced from various countries around the world. Rapidly developing technologies also bring economic changes – more technologically advanced companies could be more efficient and would occupy a larger market share in the future. In the first part of this article systematics of value chains in the shipbuilding sector is analysed the added value created by digital technologies is evaluated in the efficient value creation chain, in the second part research methods are presented – correlation-regression analysis and the SAW method, in the third part the development trends of shipbuilding are evaluated.

**Keywords:** shipbuilding, digitalization, global value chains, Industry 4.0, international trade, manufacturing digitalization.