

SUMINIS PRAMONĖS SKAITMENINIMO INDEKSAS 2022: METODOLOGIJA



SUMINIS PRAMONĖS SKAITMENINIMO INDEKSAS

Povilas Bacevičius, Giedrė Ramanauskienė, Artūras Jakubavičius. Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas 2022 m.: metodologija. Vilnius: LIC, 2022. 16 p.

Parengta metodologija (metodinė priemonė) yra skirta apskaičiuoti „Suminį pramonės skaitmeninimo indeksą“, kuris grįstas dviem skirtingomis dedamosiomis: pirmoji – pramonės skaitmeninimo indeksas, atsiliekantis rodiklis (angl. *lagging indicator*), kuris parodo faktinę Lietuvos poziciją, lyginant su ES valstybėmis, skaitmeninės pramonės transformacijos kontekste; antroji – pramonės skaitmeninimo lūkesčių indeksas, pirmaujantis rodiklis (angl. *leading indicator*), kuris atspindi Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonių lūkesčius verslo skaitmeninimo kontekste bei trumpojo laikotarpio plėtros tendencijas. Suminis indeksas leidžia įvertinti Lietuvos apdirbamosios pramonės skaitmeninimo lygį ir numatyti trumpojo laikotarpio pokyčius.

Metodologijos autoriai:

- Povilas Bacevičius, LIC Inovacijų analizės ir politikos departamento ekspertas
- Giedrė Ramanauskienė, LIC Inovacijų analizės ir politikos departamento vadovė
- Dr. Artūras Jakubavičius, LIC Inovacijų paramos paslaugų departamento vadovas; Vilniaus Gedimino technikos universiteto (VILNIUS TECH) partnerystės profesorius

Metodologijos taikymo iliustracija yra pateikiama leidinyje „Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas 2022“.

Leidinį „Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas 2022 m.: metodologija“ parengė Lietuvos inovacijų centras. Viešoji įstaiga Lietuvos inovacijų centras (toliau – LIC) yra ne pelno siekianti organizacija, teikianti inovacijų paramos paslaugas verslo įmonėms, mokslo ir studijų institucijoms, Lietuvos verslo asocijuotoms struktūroms ir verslo paramos organizacijoms. Nuo 1996 metų veikianti organizacija vienija verslo, mokslo, politikos ir visuomenės interesus, siekiant padidinti tarptautinį Lietuvos ekonomikos konkurencingumą. LIC teikia ekspertinę konsultacinę pagalbą institucijoms, įgyvendinančioms inovacijų ir technologijų plėtros politiką, vykdo tyrimus prioritetinėse Lietuvos mokslo, technologijų ir inovacijų politikos srityse ir teikia įžvalgas bei rekomendacijas, skatinant įrodymais ir patirtimi pagrįstų sprendimų priėmimą.

Leidinio turinės teisės priklauso VšĮ Lietuvos inovacijų centrui. Jame išdėstytų teiginių ir naudojamų argumentų autorinės teisės priklauso leidinio autoriams.

Cituojant šį leidinį būtina nurodyti šią informaciją:

Lietuvos inovacijų centras (LIC) (2022). Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas 2022 m.: metodologija. *Nuoroda*.

Leidinyje naudojamos autorių parengtos vizualizacijos.

© P. Bacevičius, G. Ramanauskienė, A. Jakubavičius

LIC, 2022

ISBN 978-9955-843-03-0

SUMMARY

This document describes three different methodologies dedicated to calculating the “*Aggregate Manufacturing Digitalization Index*”, “*Manufacturing Digitization Index*” and “*Manufacturing Digitization Confidence Index*”.

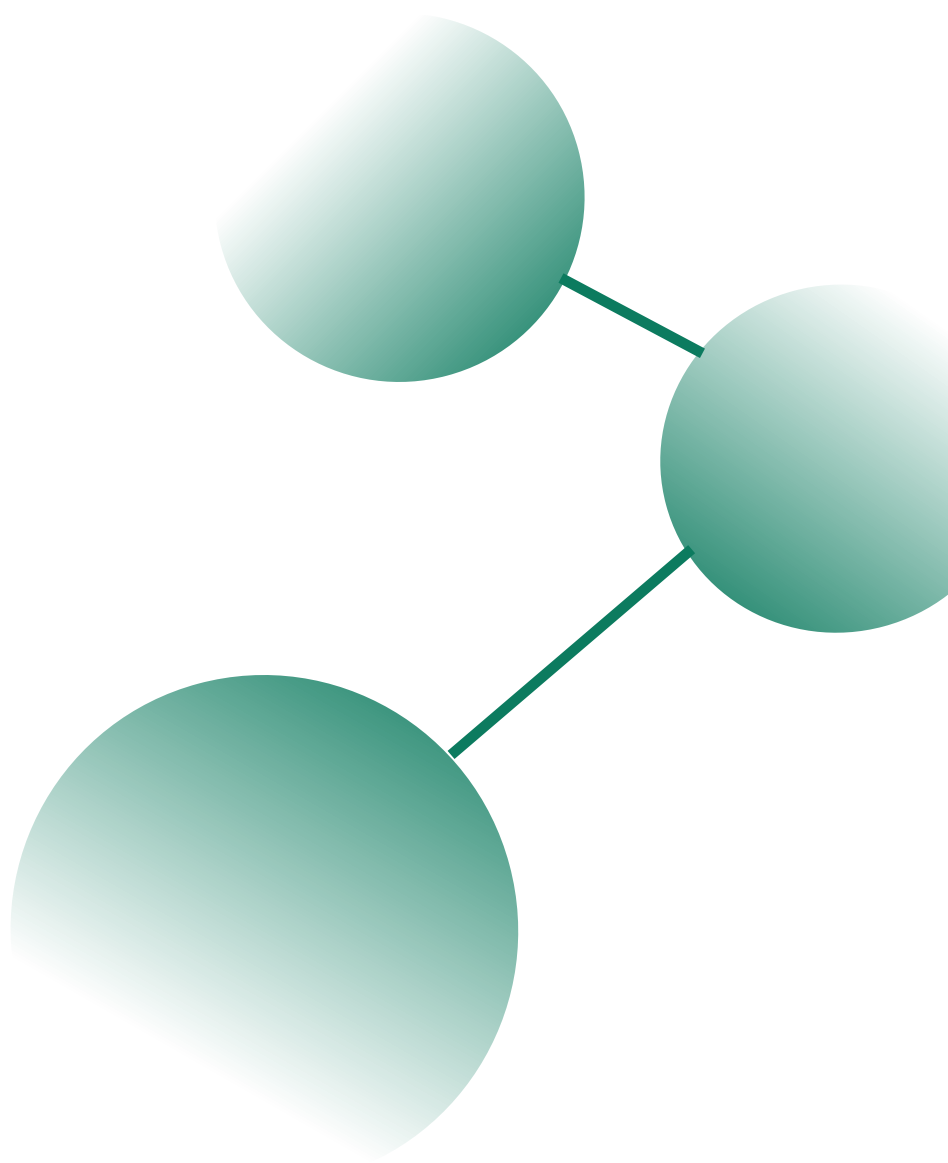
Aggregate Manufacturing Digitalization Index is calculated by combining *Manufacturing Digitization Index* with the *Manufacturing Digitization Confidence Index*. The aggregate index allows to assess the level of digitalization of the Lithuanian manufacturing industry and to predict digitization developments in the short term.

Manufacturing Digitization Index combines 47 different digitization-related indicators and measures the entire manufacturing digitization ecosystem and its performance relative to the EU and its member states. The two main categories that make up the *Manufacturing Digitization Index* are *Enabling environment* and the *Use of technologies*. Both categories of the *Manufacturing Digitization Index* are composed of specific sub-categories, which cover specific indicators related to it. Each sub-category and indicator are weighted differently, depending on their potential impact on enabling industrial digitization and modernization, in the calculation of the sub-category, category and overall index scores.

Manufacturing Digitization Confidence Index provides information on the current business situation in the context of digitalization and helps to forecast short-term developments (up to 3 years, given that digitalization-related projects are often subject to delays). The Index consists of three main categories: use of technology; drivers of technology adoption and use; financing. The index is compiled based on a survey of Lithuanian manufacturing companies.

Turinys

I. Suminio pramonės skaitmeninimo indeksio metodologija	5
II. Pramonės skaitmeninimo indeksio metodologija	7
III. Pramonės skaitmeninimo lūkesčių metodologija	13



I. Suminio pramonės skaitmeninimo indekso metodologija

Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas yra paremtas dviem skirtingomis kategorijomis. Pirmą, indeksą sudaro atsiliekantis rodiklis (angl. *lagging indicator*) – Pramonės skaitmeninimo indeksas (Priedas II), kuris parodo faktinę Lietuvos poziciją lyginant su ES valstybinėmis skaitmeninės pramonės transformacijos kontekste. Antra suminio indekso dalis yra pirmaujantis rodiklis (angl. *leading indicator*) – Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indeksas (Priedas III), kuris atspindi Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonių lūkesčius verslo skaitmeninimo kontekste bei numatyto trumpojo laikotarpio plėtros tendencijas. Taigi, suminis indeksas leidžia įvertinti Lietuvos apdirbamosios pramonės skaitmeninimo lygį ir numatyti trumpojo laikotarpio pokyčius. Suminiam pramonės skaitmeninimo indeksui apskaičiuoti yra naudojama ši formulė:

$$\text{Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas} = \text{PSI} * \text{PSLI koeficientas}$$

PSLI koeficientas yra apskaičiuojamas surandant PSLI rezultato atitikmenį skalėje nuo 0.8 iki 1.2. Skaičiuojant sudėtinį pramonės skaitmeninimo indeksą yra daroma prielaida, kad esant skirtingiems Lietuvos įmonių skaitmeninimo lūkesčiams, šalies skaitmeninės pramonės progresas lyginant su kitomis šalimis gali kisti nuo -20 iki 20 %. Galimas pokytis yra pasirinktas atsižvelgiant į toliau nurodomus faktorius:

- Įvairios mokslinės publikacijos bei tarptautiniai apdirbamosios pramonės įmonių tyrimai rodo, kad yra didžiulis tarpas tarp įmonių ketinimų ir realių jų pasiekimų skaitmeninimo srityje. Pvz., tyrimas Jungtinės Amerikos Valstijose parodė, kad tik 10 % pramonės įmonių, kurios buvo parengusios savo įmonės skaitmeninimo kelrodžius, juos sėkmingai įgyvendino iki galo (Aptean).¹ Kiti tyrimai (*Delloite, McKinsey & Company, Boston Consulting Group*) rodo, kad apie 70 % įgyvendinamų skaitmeninės transformacijos projektų nepasiekia numatytų tikslų ir tik apie 16 % yra pilnai sėkmingi, t. y. pasiekiamas lauktas technologinis progresas ir su tuo susijęs produktyvumo, efektyvumo, inovatyvumo ir pan. augimas.
- Ateinantį dešimtmetį yra prognozuojamas reikšmingas pramonės skaitmeninimo rinkos augimas. Skirtingais vertinimais skaitmeninė transformacija apdirbamosios pramonės rinkoje turėtų augti apie 19.48 % (*Mordor Intelligence, 2021 – 2026 m.*²); 22.1 % (*Fortune Business Insights, 2021 – 2028 m.*³), 19 % (*Esticast Research & Consulting, 2021 – 2028 m.*⁴).
- Technologiniu požiūriu, pasaulinė skaitmeninė rinka susijusi su robotika, 3D spausdinimu, daiktų internetu turėtų reikšmingai augti. Didžiausias augimas yra numatomas daiktų interneto srityje – metinis augimas turėtų siekti apie 16,2 % (*Straits Research, 2022 – 2030*⁵).
- Pasaulinė robotikos rinka per ateinančius penkerius metus kasmet turėtų augti apie 20 %, o pramonės automatizavimo lygis 2018 – 2025 m. padidės maždaug 9 % kas metus (*Getac*).⁶

¹ Andy Pickard, „Manufacturing's Digital Transformation in Numbers“. 2022. <<https://www.aptean.com/en-GB/insights/blog/manufacturing-digital-transformation-numbers>>

² Mordor Intelligence, „GLOBAL INDUSTRY 4.0 MARKET (2021-2026)“. <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/digital-transformation-market-in-manufacturing>>

³ Fortune Business Insights, „With 22.1% CAGR, Global Digital Transformation Market Size Worth USD 3,546.80 Billion in 2028“. 2022. <<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/06/20/2465352/0/en/With-22-1-CAGR-Global-Digital-Transformation-Market-Size-Worth-USD-3-546-80-Billion-in-2028.html>>

⁴ Esticast Research & Consulting, „Global Industry 4.0 Market By Region Growth, Trends, and Forecasting Till 2028“. 2022. <<https://www.esticastresearch.com/report/industry-4-0-market#inquiry-before-buying>>

⁵ Straits Research, „Digital Manufacturing Market Size is projected to reach USD 1,370 billion by 2030, growing at a CAGR of 16.5%“. 2022. <<https://www.globenewswire.com/news-release/2022/07/25/2485295/0/en/Digital-Manufacturing-Market-Size-is-projected-to-reach-USD-1-370-billion-by-2030-growing-at-a-CAGR-of-16-5-Straits-Research.html>>

⁶ Deepak Gupta, „Getac talks about the rise of digitization in Industry 4.0“. 2022. <<https://techunwrapped.com/getac-talks-about-the-rise-of-digitization-in-industry-4-0>>

Pabrėžtina, kad tas pats Suminio pramonės skaitmeninimo indekso rezultatas gali būti interpretuojamas skirtingai, atsižvelgiant į PSI ir PSLI rezultatus. Pavyzdžiui, ta pati reikšmė gali reikšti, kad šalyje šiuo metu yra nuosaikus pramonės skaitmeninimo lygis, o lūkesčiai yra labai pozityvūs bei tai, kad šalis yra labai pažengusi pramonės skaitmeninimo srityje, o lūkesčiai yra labai negatyvūs. Atsižvelgiant į tai, toliau yra pateikiama paaiškinamoji lentelė, kurios pagrindu turi būti interpretuojamas Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas.

PSI		PSLI		Labai negatyvios tendencijos (0 – 25)	Negatyvios tendencijos (26 -50)	Pozityvios tendencijos (51 -75)	Labai pozityvios tendencijos (76 -100)
		0.8 - 0.9		0.904 - 1	1.004 - 1.1	1.104 - 1.2	
Žemas pramonės skaitmeninimo lygis	0 – 25	0 – 22.5	0 – 25	1 – 27.5	3.8 – 30		
Vidutinis pramonės skaitmeninimo lygis	26 – 50	20.8 – 45	23.5 – 50	26.1 – 55	28.7 – 60		
Aukštas pramonės skaitmeninimo lygis	51 – 75	40.8 – 67.5	46.1 – 75	51.2 – 82.5	56.3 – 90		
Išskirtinai aukštas pramonės skaitmeninimo lygis	76-100	60.8 – 90	68.7 – 100	76.3 – 100	83.9 – 100		

lentelė 1. Suminis pramonės skaitmeninimo indeksas. Šaltinis: Sudaryta autorių

Atkreiptinas dėmesys, kad Suminis pramonės skaitmeninimo indekso rezultatas neturėtų būti interpretuojamas kaip prognozė, siekiant numatyti galimą ateities Pramonės skaitmeninimo indekso rezultatą.

II. Pramonės skaitmeninimo indekso metodologija

Bendras Pramonės skaitmeninimo indeksas (PSI) yra paremtas dviem skirtingomis kategorijomis, t. y. pramonės skaitmeninimą *Įgalinanti aplinka* ir *Technologijų naudojimas*. Technologijų naudojimo kategorijai yra suteikta didesnė svarba dėl platesnio ir tikslesnio duomenų prieinamumo, taigi šios kategorijos svoris bendrame PSI sudaro 60 %. Dėl mažesnio duomenų prieinamumo, kurių pagalba būtų įmanoma kuo tiksliau analizuoti pramonės skaitmeninimo procesus įgalinančią aplinką, kategorijai *Įgalinanti aplinka* PSI sudaro 40 % bendro vertinimo.

- *Įgalinanti aplinka*: kategorija padeda stebėti skaitmeninimo ekosistemos elementus, kurie įgalina ir palengvina įmonių skaitmeninę transformaciją;
- *Technologijų naudojimas*: kategorija leidžia išmatuoti įmonių skaitmeninės transformacijos veiklos rezultatus, t. y. technologijų naudojimo apimtį įmonėse;
- PSI: bendras indeksas leidžia stebėti ir analizuoti visą pramonės skaitmeninimo ekosistemą bei jos pasiektus rezultatus.

Abi Pramonės skaitmeninimo indekso kategorijas sudaro specifinės sub-kategorijos, kurios apima konkrečius su sub-kategorija susijusius rodiklius. Kiekvienai sub-kategorijai ir rodikliui, atsižvelgiant į jų potencialią įtaką įgalinti pramonės skaitmeninimą bei jo modernizavimą, yra suteiktas skirtingas svartinis koeficientas, skaičiuojant sub-kategorijų, kategorijų ir bendro PSI rezultatus. Toliau yra pateikiama lentelė, apibendrinanti Pramonės skaitmeninimo indekso logiką.

	Kategorija (svertinis koeficientas)	Sub-kategorija (svertinis koeficientas)	Rodiklis (metai)	Rodiklio svertinis koeficientas
	Pramonės skaitmeninimo indeksas (100 balų)			
	Igalinanti aplinka (60 %)			
		Ilgūdžiai (25 %)	Įmonės, kurios suteikė mokymus savo darbuotojams tobulinti jų IRT įgūdžius (2020)	25 %
			Įmonės neturėjo problemų užpildyti laisvų darbo vietų, kurios reikalavo IRT įgūdžių (2020)	25 %
			Apdirbamojoje pramonėje įdarbinti IRT specialistai (2020)	25 %
			STEM absolventai (2019)	25 %
		Infrastruktūra (25 %)	Didžiausia sutartyje numatyta sparčiojo fiksuoto interneto ryšio atsisiuntimo sparta yra ne mažesnė kaip 100 megabaitai per sekundę (Mb/s) (2021)	25 %
			5G skverbtis (2021)	25 %
			Prieiga prie skaitmeninės infrastruktūros – jokių kliūčių (2019)	25 %
			Ryšys tarp mašinų (M2M), M2M SIM kortelių skverbtis (2019)	25 %
		Bendradarbiavimas (12.5 %)	Bendradarbiauja su verslo įmonėmis, nepriklausančiomis įmonės grupei	25 %
			Bendradarbiauja su konsultantais, komercinėmis laboratorijomis	25 %
			Bendradarbiauja su universitetais, aukštojo mokslo institucijomis	25 %
			Bendradarbiauja su valdžia, viešais ar privačiais tyrimų institutais	25 %
		Investicijos (25 %)	Vienai įmonei tenkančios investicijos į mašinas ir įrenginius	33,3 %
			Vienai įmonei tenkančios investicijos į programinę įrangą	33,3 %
			Išlaidos inovacijoms (įskaitant MTEP)	33,3 %
		Inovaciniai pajėgumai (12.5 %)	Nauji ar patobulinti metodai gaminti prekėms ar teikti paslaugoms	40 %
			Naujos verslo praktikos organizuoti procedūras ar išorinius ryšius	15 %
			Naujų darbo atsakomybės, sprendimų priėmimo ar žmogiškųjų išteklių valdymo organizavimo metodai	15 %
			Inovacijos logistikoje	15 %
			Nauji ar patobulinti metodai informacijos apdorojimui ar komunikacijai	15 %

I lentelė 2. Pramonės skaitmeninimo indekso struktūra. Šaltinis: Sudaryta autorių

Pramonės skaitmeninimo indeksas (100 balų)	Kategorija (svertinis koeficientas)	Sub-kategorija (svertinis koeficientas)	Rodiklis (metai)	Rodiklio svertinis koeficientas
	Technologijų naudojimas (60 %)			
		Dalinimasis informacija elektroniniu būdu įmonės viduje (7 %)	Ryšų su klientais valdymo sistemų, kaip CRM, naudojimas (2021)	40 %
			Įmonės išteklių planavimo (ERP) įrangos paketų, skirtų dalintis informacija tarp skirtingų verslo funkcinų sričių, naudojimas (2021)	60 %
		Integracija su tiekėjais/klientais, tiekimo grandinės valdymas (7 %)	Įmonės, siunčiančios elektronines sąskaitas faktūras, tinkamas automatizuotam apdorojimui (2018)	25 %
			Įmonės, gaunančios elektronines sąskaitas faktūras, tinkamos automatizuotam apdorojimui (2018)	25 %
			Įmonės, kurių verslo procesai yra automatiškai susieti su jų tiekėjais ir/ar vartotojais (2017)	50 %
		Debesų kompiuterija (12.5 %)	Įmonės, perkančios visas šešias debesų kompiuterijos programinės įrangos paslaugas (2021)	33,3 %
			Įmonės, perkančios visas tris debesų kompiuterijos infrastruktūros paslaugas (2021)	33,3 %
			Įmonės, perkančios debesų kompiuterijos platformos paslaugas (2021)	33,3 %
		Didieji duomenys (12.5 %)	Įmonės analizuoja didžiuosius duomenis iš išmanių įrenginių ar jutiklių (2020)	50 %
			Analizuoja didžiuosius duomenis įmonės viduje naudojantis bet kurį analizės metodą (2020)	50 %
		3D spausdinimas (12.5 %)	Įmonės naudoja nuosavus 3D spausdintuvus (2018)	40 %
			Naudoja 3D spausdinimą parduodamoms prekėms, išskyrus prototipus ar modelius (2020)	15 %
			Įmonės naudoja 3D spausdintuvus parduodamiems prototipams ar modeliams (2020)	15 %
			Naudoja 3D spausdinimą prototipams ar modeliams vidiniam naudojimui (2020)	15 %
			Įmonės naudoja 3D spausdinimą produktams, kurie bus naudojami įmonės gamybos procese, išskyrus prototipams ar modeliams (2020)	15 %
		Robotika (12.5 %)	Industriinių robotų naudojimas (2019)	80 %
			Paslaugų robotų naudojimas (2019)	20 %
		Daiktų internetas (12.5 %)	Įmonės naudoja sensorius ar RFID žymas stebėti ar automatizuoti produkcijos procesus, valdyti logistiką, stebėti produkcijos judėjimą (2021)	40 %
			Naudoja išmanius skaitiklius, lempas, termostatus siekiant optimizuoti energijos suvartojimą įmonės patalpose (2021)	20 %
			Naudoja jutiklius, RFID ar IP žymas arba internetu valdomas kameras, kad pagerintų klientų aptarnavimą, stebėtų klientų veiklą arba pasiūlytų jiems individualizuotą patirtį (2021)	20 %
			Naudoja judėjimo arba priežiūros jutiklius, kad stebėtų transporto priemonių ar gaminių judėjimą, siekiant įgyvendinti priežiūrą atsižvelgiant į būklę (2021)	20 %
		Dirbtinis intelektas (12.5 %)	Įmonės naudoja bent vieną DI sistemą (2020)	40 %
			Įmonės naudoja DI technologijas savo gamybos procesuose (2021)	60 %
		Elektroninė komercija (7 %)	Įmonės, turėjusios e-komercijos pardavimų (2021)	50 %
			Įmonės, perkančios internetu (2018)	50 %
		Interneto naudojimas ir saugumas (4 %)	Įdarbinti asmenys, kuriems verslo tikslais buvo suteiktas nešiojamasis įrenginys, leidžiantis prisijungti prie interneto mobiliojo telefono ryšio tinklais (2021)	50 %
			Įmonės, naudojančios bet kokias IRT saugumo priemones (2019)	50 %

lentelė 3. Pramonės skaitmeninimo indekso struktūra nr. 2. Šaltinis: Sudaryta autorių

I PSI apimantys duomenys ir jų ribotumas

Pramonės skaitmeninimo indeksas apima visas 27 ES valstybes. ES valstybių pramonės skaitmeninimo rezultatai yra analizuojami bendrai, t. y. pramonės sektorius yra tiriamas kaip visuma. Atkreiptinas dėmesys, kad dauguma duomenų, naudojamų Pramonės skaitmeninimo indeksui apskaičiuoti, apima įmones, kuriose dirba 10 ir daugiau darbuotojų. Duomenys apie tokias įmones apima visą Technologijų naudojimo kategoriją bei po ja patenkančius rodiklius ir dalį rodiklių kategorijoje Įgalinanti aplinka, t. y. duomenys, susiję su įgūdžiais bei infrastruktūra.

Visgi, siekiant ištirti konkrečių pramonės sektorių skaitmeninimo rezultatus bei suvokti jų įtaką bendram konkrečios šalies PSI, priklausomai nuo prieinamumo, duomenys buvo analizuojami ir pagal skirtingus sektorius. Dalis prieinamų duomenų apie atskirus apdirbamosios pramonės sektorius yra pateikiami pagal atskirus EVRK 2 red. kodus, pvz. C10, C11, C12 ir t. t., tuo tarpu duomenys apie kitus su skaitmeninimu susijusius rezultatus yra pateikiami agreguotai, pvz. C10-12, C13-15, C19-23, C19-22 ir pan. Kiekvienu atskiru atveju renkantis duomenis, buvo laikomasi trijų kriterijų:

- *Duomenų gylis*: duomenys renkami siekiant kuo didesnio tikslumo apie atskirus apdirbamosios pramonės sektorius;
- *Duomenų naujumas*: renkantis duomenis yra siekiama, kad jie būtų kuo naujesni;
- *Duomenų plotis*: renkantis duomenis yra siekiama, kad jie būtų prieinami pagal kuo didesnę valstybių skaičių.

Pramonės skaitmeninimo indeksas apima 47 skirtingus rodiklius, iš kurių 42 yra prieinami pagal atskirus apdirbamosios pramonės sektorius.

- 20 rodiklių apima kategoriją *Įgalinanti aplinka* (pagal 5 rodiklius duomenys yra neprieinami pagal atskirus apdirbamosios pramonės sektorius);
- 27 rodikliai apima kategoriją *Technologijų naudojimas* (visi rodikliai yra prieinami pagal atskirus apdirbamosios pramonės sektorius).

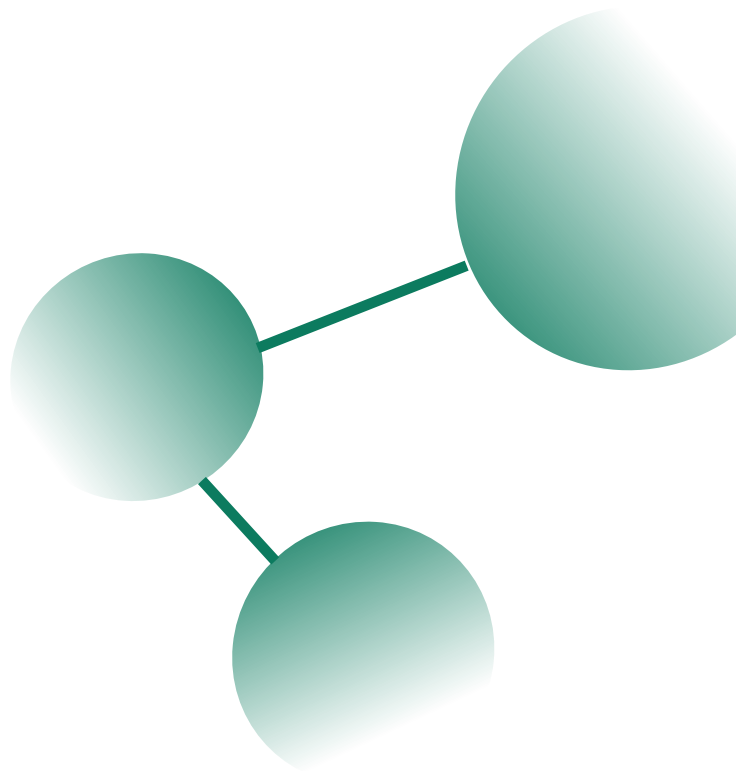
Pramonės skaitmeninimo indeksą sudarantys rodikliai skiriasi pagal laikotarpį. Tokiu atveju, kai tam tikros valstybės konkretus rodiklis yra neprieinamas pagal paskutinius prieinamus metus, pateikiamas specifinėje duomenų bazėje, valstybei yra priskiriamas rezultatas, kuris yra ne senesnis nei 2 metai. Tokiu atveju, kai paskutinis valstybės rezultatas pagal analizuojamą rodiklį yra senesnis nei 2 metai, rodiklis yra neanalizuojamas.

- 2021 m. – 14 rodiklių;
- 2020 m. – 11 rodiklių;
- 2019 m. – 7 rodikliai;
- 2018 m. – 14 rodiklių;
- 2017 m. – 1 rodiklis.

Siekiant kuo didesnio PSI patikimumo ir rezultatų atkartojamumo, trūkstamų rodiklių reikšmės nebuvo priskirtos (pvz. suteikiant iš anksto numatytus vertinimus ar naudojantis aritmetiniais vidurkiais), o bendras PSI buvo skaičiuojamas tik pagal turimus duomenis. Apibendrinant, žemiau yra pateikiamas valstybių sąrašas, kurių tam tikri apdirbamosios pramonės (C) rodikliai nėra prieinami:

- Graikija – 10 rodiklių;
- Bulgarija – 8 rodikliai;
- Vokietija – 6 rodikliai;

- Belgija – 5 rodikliai;
- Malta – 2 rodikliai;
- Slovėnija – 2 rodikliai;
- Suomija – 2 rodikliai;
- Prancūzija – 1 rodiklis;
- Kroatija – 1 rodiklis;
- Kipras – 1 rodiklis;
- Nyderlandai – 1 rodiklis;
- Austrija – 1 rodiklis;
- Rumunija – 1 rodiklis;
- Švedija – 1 rodiklis.



I Pramonės skaitmeninimo indekso interpretavimas

Atsižvelgiant į tai, jog skirtingi duomenys atspindi skirtingą laikotarpį, o dalies valstybių duomenys yra pasirinkti atsižvelgiant į naujausius prieinamus duomenis, jei jie nėra senesni nei 2 metai, PSI indeksas neturėtų būti suvokiamas kaip vieno metų, o labiau kaip tam tikro ataskaitinio laikotarpio nuo 2018 iki 2021 m. rezultatas, kadangi dauguma duomenų atspindi būtent šio laikotarpio rezultatus.

Verta atkreipti dėmesį į tai, kad Pramonės skaitmeninimo indeksas pateikia santykinius rezultatus, t. y. visų šalių rezultatai priklauso tarpusavyje vieni nuo kitų. Atskaitos taškas, skaičiuojant rezultatus, yra geriausi ir prasčiausi valstybių rezultatai, taigi, pokyčiai skirtingose šalyse lemia tarpinių valstybių rezultatus. Dėl šios priežasties, duomenų trūkumas, taip pat gali prisidėti prie galutinių rezultatų iškraipymo.

Be to, interpretuojant PSI, būtina atsižvelgti į tai, kad dauguma indeksui sudaryti naudojamų rodiklių buvo surinkti apklausos būdu. Taip surinkti duomenys turi tam tikrų trūkumų, juos lyginant tarp skirtingų valstybių ar sektorių. Kadangi dalis klausimų apima įvairias pažangias technologijas, apie kurias įmonėse trūksta žinių, respondentai klausimus gali interpretuoti skirtingai ir dėl to pateikti ganėtinai iškreiptus rezultatus.

I Duomenų apdorojimas

Potencialiai probleminiai rodikliai su išskirtiniais rezultatais, galinčiais iškraipyti rezultatus ir nepagrįstai pakreipti reitingus, buvo apdorojami pagal toliau pateiktas taisykles.

Pirmiausia, problematiniai rodikliai buvo identifikuoti įgyvendinant šias duomenų apdorojimo funkcijas:

- Asimetrijos koeficientas (angl. *skewness*) – koeficiento reikšmė ne didesnė nei 2,25;
- Ekscesas (angl. *kurtosis*) – koeficiento reikšmė ne didesnė nei 3,5.

Antra, pritaikius šias funkcijas, buvo identifikuoti 7 skirtingi rodikliai, galintys iškraipyti PSI rezultatus. Siekiant juos perdaryti, buvo įgyvendintas duomenų eilės pertvarkymas, ribojant statistinių duomenų radikalias (kraštutines) vertes, kad būtų sumažintas galimai klaidingų išeičių poveikis (angl. *winsorizing*). Tokiu atveju, duomenų aibės maksimalūs ir minimalūs rodikliai buvo perdaryti, siekiant atitikti asimetrijos koeficiento ir eksceso numatytas ribas. Šiam tikslui buvo pasirinktas elementarus radikalių reikšmių rodiklių perdarymo būdas, perdarant 5 % didžiausių ir 5 % mažiausių reikšmių (90 % duomenų lieka nepakeisti). Šiam

procesui įgyvendinti kiekvienoje identifikuotoje duomenų eilėje su rezultatais, galinčiais iškraipyti rezultatus, buvo surastos 5 ir 95 procentilės. Tuomet, visos reikšmės mažesnės nei 5 procentilė ir didesnės nei 95 procentilės buvo pakeistos identifikuotais rezultatais.

Įgyvendinus šį veiksmą, duomenys buvo normalizuoti. Duomenų normalizacija yra įgyvendinama, kuomet turime kintamuosius, kurie yra matuojami skirtingomis skalėmis, siekiant kad kiekvienas iš kintamųjų turėtų tą patį diapazoną ir būtų sukurtas skirtingų duomenų vientisumas. Normalizacijos veiksmas PSI buvo įgyvendintas naudojant *min-max* metodą, kuris leidžia skirtingus duomenis perdaryti į vientisą skalę nuo 0 iki 100. Kadangi visi pasirinkti rodikliai, siekiant išmatuoti indeksą, yra teigiamos krypties (angl. *goods* – rodikliai, kurių didesnės reikšmės rodo geresnius rezultatus; priešingai nuo neigiamos krypties angl. *bads*), reikšmė 0 skalėje buvo priskirta prie minimalios vertės, o reikšmė 100 priskirta prie didžiausio rodiklio vertės. Atsižvelgiant į visą tai, duomenų normalizavimui buvo pritaikoma šį formulė:

$$\text{Normalizuota reikšmė} = \frac{\text{šalies rodiklio rezultatas} - \text{minimali reikšmė}}{\text{maksimali reikšmė} - \text{minimali reikšmė}} \times 100$$

Atlikus duomenų normalizavimą, naudojantis turimais duomenimis buvo skaičiuojamas bendras PSI. Skaičiavimo procesą sudaro kelių lygmenų elementarūs aritmetiniai veiksmai.

- Normalizuoti rodikliai, patenkantys po skirtingomis sub-kategorijomis, buvo perskaičiuoti pagal rodikliui suteiktą svorį (pvz. normalizuoto rodiklio reikšmė 50; rodikliui priskirtas svoris 40; taigi, surinktas balas yra lygus 20 ($50 \cdot 40 / 100$));
- Apskaičiuojamas kiekvienos sub-kategorijos balas:
 - sudedamas skirtingų po sub-kategorija patenkančių rodiklių rezultatas;
 - apskaičiuojamas kiekvienos sub-kategorijos balas, atsižvelgiant į sub-kategorijai suteiktą svorį (pvz. rezultatas yra 50 balų; sub-kategorijos svoris yra 12,5; taigi, surinktas sub-kategorijos balas yra 6,25 ($12,5 \cdot 50 / 100$));
- Apskaičiuojamas abiejų kategorijų balas, sudedant visų sub-kategorijų balus;
- Apskaičiuojamas bendras PSI pagal kiekvienos kategorijos surinktus balus ir jų svorį (pvz. pagal kategoriją *Įgalinanti aplinka* (40 %) šalis surinko 60 balų, o pagal kategoriją *Technologijų naudojimas* (60 %) 70 balų, taigi bendras PSI yra 66 ($40 \cdot 60 / 100 + 60 \cdot 70 / 100$)).

I Atskirų apdirbamosios pramonės sektorių rezultatai

Analizuojant atskirus apdirbamosios pramonės sektorius skirtingose šalyse pagal *Technologijų naudojimo* kategoriją buvo pritaikyta tokia pati skaičiavimo metodika, kaip ir skaičiuojant bendrą PSI. Vienintelis pokytis – vietoje svertinio koeficiento 60 %, kuris buvo naudojamas bendrame PSI skaičiavime, buvo pasirinkta skalė nuo 0 iki 100 balų.

Visgi, skaičiuojant atskirų apdirbamosios pramonės sektorių rezultatus, buvo susidurta su ypač dideliu duomenų trūkumu. Atsižvelgiant į tai, siekiant išvengti neteisingų palyginimų ir galimai neteisingų išvadų, į skaičiavimą nebuvo įtrauktos valstybės ir jų atskirti apdirbamosios pramonės sektoriai, kuriuose trūko 4 ir daugiau atskirų rodiklių. Analizuojami apdirbamosios pramonės sektoriai skirtingose šalyse, kuriems trūko nuo 1 iki 3 rodiklių, buvo skaičiuojami tik pagal prieinamus duomenis.

I Duomenų šaltiniai

Didžioji dalis PSI naudojamų duomenų yra surinkti iš oficialios Europos Sąjungos statistikos tarnybos *Eurostat*. Visgi, dalis duomenų taip pat buvo surinkti naudojantis oficialiu Lietuvos Statistikos departamentu, Europos Investicijų banku, Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos duomenų bazėmis.

III. Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indekso metodologija

Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indeksas apima informaciją apie dabartinę verslo situaciją skaitmeninio kontekste bei padeda prognozuoti trumpojo laikotarpio pokyčius (iki 3 metų, atsižvelgiant į tai, kad su skaitmeninimu susijusių projektų įgyvendinimas dažniausiai pasižymi tam tikru vėlavimu). Indeksą sudaro trys esminės kategorijos, kurioms, atsižvelgiant į jų įtaką skaitmeninimo procesams, buvo suteikti skirtingi svertiniai koeficientai.

- *Technologijų diegimas* (40 %): kategorija padeda stebėti, kaip per kalendorinius 2022 m. keisis įmonių investicijos į konkrečius technologinius sprendimus, lyginant su 2021 m.;
- *Technologijų diegimą ir naudojimą skatinantys veiksniai* (20 %): kategorija, skirta analizuoti, kaip 2022 m., lyginant su 2021 m., keisis įmonių veiklos, susijusios su skaitmeninimu;
- *Finansavimas* (40 %): kategorija yra skirta stebėti, kaip 2022 m. keisis įmonių investicijos į skaitmeninimą, lyginant su 2021 m.

Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indeksas yra sudaromas remiantis Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonių apklausa, kuri buvo įgyvendinta nuo 2022 m. balandžio 13 d. iki gegužės 20 d., rezultatais. Apklausa buvo įgyvendinta naudojantis „SurveyMonkey“ priemonę. Apklausą sudarė 29 uždari klausimai. Siekiant užtikrinti tyrimo etiškumą, dalyviai buvo informuoti apie apklausos tikslus, duomenų panaudojimą, konfidencialumo užtikrinimą.

Siekiant pateikti išvadas apie visą tiriamą populiaciją, sudarant apklausų imtį būtina užtikrinti jos reprezentatyvumą pasirenkant vieną iš tikimybinių tokios imties sudarymo būdų. Lietuvoje 2022 m. pradžioje apdirbamosios pramonės sektoriuje veikė 8 470 ūkio subjektai, taigi apklausoje turėtų dalyvauti apie 368 – 561 įmonių (esant 95 % patikimumo lygiui ir 4 – 5 % paklaidai).

Kiekvieną PSLI kategoriją sudaro skirtingi klausimai, susiję su specifinėmis technologijomis, veiklomis bei finansavimu. Atsižvelgiant į nevienodą jų įtaką pramonės skaitmeninimui, jiems taip pat buvo suteikti skirtingi svertiniai koeficientai, kurie yra nurodyti lentelėje žemiau (lentelė 17.).

Siekiant išmatuoti Pramonės skaitmeninimo lūkesčius, prie kiekvieno klausimo respondentams buvo pateikti iš anksto numatyti atsakymų variantai: didės (+); nesikeis (=); mažės (-).

Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indeksas (-100 / 100)	Sritis	Klausimas	Didės (+) Nesikeis (=) Mažės (-)
	Technologijų diegimas (40)	Debesų kompiuterija (12.5)	
		Didieji duomenys (12.5)	
		3D spausdinimas (12.5)	
		Robotika (12.5)	
		Daiktų internetas (12.5)	
		Dirbtinis intelektas (12.5)	
		Dalinimasis informacija įmonės viduje (6.25)	
		Integracija su klientais/tiekėjais (6.25)	
		E-komercija (6.25)	
		Kibernetinis saugumas (6.25)	
	Technologijų diegimą ir naudojimą skatinantys veiksniai (20)	Įmonės darbuotojų skaičius, kurie pritaiko skaitmenines technologijas, įgyvendinant įmonės funkcijas (pvz. gamyba, procedūrų organizavimas, žmogiškųjų išteklių valdymas, logistika, komunikacija) (25)	
		Įmonės darbuotojų skaičius, kurie geba identifikuoti skaitmenines technologijas ir jas diegti (25)	
		Įmonės investicijos darbuotojų kompetencijų, susijusių su skaitmeninių technologijų identifikavimu, diegimu ar naudojimu, kėlimui (25)	
		Bendradarbiavimas su skaitmeninimą įgalinančios ekosistemos dalyviais (pvz. kompetencijų centrais, inovacijų paramos organizacijomis, mokslo institucijomis, kitais verslais) (25)	
	Finansavimas (40)	Kaip per kalendorinius 2022 m. keisis jūsų įmonės investicijos į skaitmeninimą, lyginant su 2021 m. (pvz. technologijų diegimą, skaitmeninių kompetencijų plėtrą įmonėje) (100)?	

lentelė 4. Pramonės skaitmeninimo lūkesčių klausimyno struktūra. Šaltinis: Sudaryta autorių

Apskaičiuojant Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indeksą buvo atlikti šie veiksmas:

1. Atsakymų kiekis buvo konvertuotas į procentinę išraišką (pvz. jei apklausoje dalyvavo 50 respondentų ir 10 atsakė (+), 20 atsakė (=) ir 20 atsakė (-), procentine išraiška tai būtų atitinkamai 20, 40 ir 40. Grynas balansas yra apskaičiuojamas iš teigiamų atsakymų (+) atimant neigiamus atsakymus (-) (pvz. 20 - 40 = -20). Atkreiptinas dėmesys, kad neutralūs atsakymai (=) iš skaičiavimo yra pašalinami. EBPO patirtis rodo, kad šis informacijos praradimas nėra reikšmingas daugeliu verslo tendencijų tyrimų duomenų naudojimo atvejų, o balanso naudojimas yra praktiškas ir absoliučiai pakankamas. Visgi, EBPO ekspertų nuomone, pokyčiai neutralių (=) atsakymų kiekyje, nepriklausomai nuo grynojo balanso reikšmės, gali rodyti tam tikrą neužtikrintumo laipsnį tarp apklausoje dalyvavusių respondentų, todėl apklausas įgyvendinant kelis kartus, rekomenduojama nurodyti neutralių atsakymų pokyčius.⁷
2. Kadangi atskiroms sritims buvo suteiktas skirtingas svertinis koeficientas, bendram Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indekso skaičiavimui buvo panaudotas svertinio vidurkio skaičiavimas. Pramonės skaitmeninimo lūkesčių indekso reikšmės gali svyruoti skalėje nuo -100 iki 100.

$$\text{Pramonės skaitmeninimo lūkesčiai} = \frac{\text{Balansas1} * 40 + \text{Balansas2} * 20 + \text{Balansas3} * 40}{40 + 20 + 40}$$

3. Kadangi Pramonės skaitmeninimo lūkesčiai gali svyruoti skalėje nuo -100 iki 100, siekiant galimus rezultatus sulyginti su Pramonės skaitmeninimo indeksu, lūkesčių vertė buvo perskaičiuoti į skalę nuo 0 iki 100, pritaikant šiuos skaičiavimus:

$$\text{Sena skalė} = \text{Sena max vertė} - \text{Sena min vertė} \mid \text{Nauja skalė} = \text{Nauja max vertė} - \text{Nauja min vertė}$$

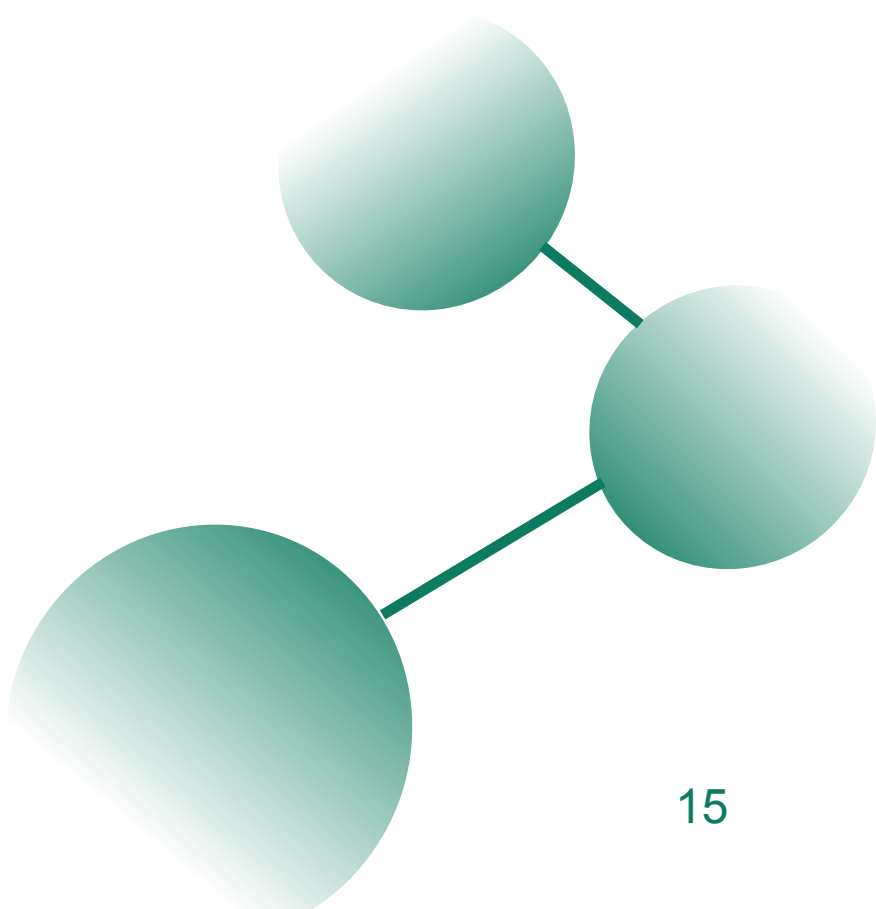
$$\text{Nauja vertė} = (((\text{Sena vertė} - \text{Sena min vertė}) * \text{Nauja skalė}) / \text{Sena skalė}) + \text{Nauja min vertė}$$

⁷ OECD, „Business Tendency Surveys: A Handbook“. 2003 m. <<https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/31837055.pdf>>

Atsižvelgiant į galimus Pramonės lūkesčių indekso rezultatus, žemiau yra pateikiamas galimas paaiškinimas esant tam tikroms indekso reikšmėms.

Indekso reikšmė	Paaiškinimas
PSLI > 75	Vyrauja labai pozityvios tendencijos – numatomas užtikrintas skaitmeninės transformacijos apimčių augimas
75 > PSLI > 50	Vyrauja teigiamos nuotaikos – pramonės įmonės nuosaikiai įgyvendins skaitmeninimo iniciatyvas
PSLI = 50	Neapibrėžtumas – įmonėse vyrauja neaiškios nuotaikos, o ateities perspektyvos skaitmeninimo srityje vertinamos atsargiai ir neužtikrintai
50 > PSLI > 25	Vyrauja neigiamos nuotaikos ir neužtikrintumas – tikėtinas nuoseklus skaitmeninimo iniciatyvų apimčių mažėjimas
PSLI < 25	Labai negatyvios tendencijos – numatomas didelis skaitmeninimo iniciatyvų apimčių mažėjimas

lentelė 5. PSI naudoti kombinuoti apdirbamosios pramonės EVRK 2 red. kodai



Šaltiniai

- Andy Pickard, „Manufacturing’s Digital Transformation in Numbers“. 2022. <<https://www.aptean.com/en-GB/insights/blog/manufacturing-digital-transformation-numbers>>
- Deepak Gupta, „Getac talks about the rise of digitization in Industry 4.0“. 2022. <<https://techunwrapped.com/getac-talks-about-the-rise-of-digitization-in-industry-4-0/>>
- Esticast Research & Consulting, „Global Industry 4.0 Market By Region Growth, Trends, and Forecasting Till 2028“. 2022. <<https://www.esticastresearch.com/report/industry-4-0-market#inquiry-before-buying>>
- European Commission, „Advanced Technologies for Industry – Methodological report“. 2020. <<https://ati.ec.europa.eu/reports/eu-reports/advanced-technologies-industry-methodological-report>>
- European Commission, „Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards“. <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/composite-indicators_en>
- European Commission, „Digital Economy and Society Index (DESI) 2021: DESI methodological note“. 2021 m. <<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>>
- Eurostat, „Methodological Manual for statistics on the Information Society“. 2020 m.
- Fortune Business Insights, „With 22.1% CAGR, Global Digital Transformation Market Size Worth USD 3,546.80 Billion in 2028“. 2022. <<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/06/20/2465352/0/en/With-22-1-CAGR-Global-Digital-Transformation-Market-Size-Worth-USD-3-546-80-Billion-in-2028.html>>
- Mordor Intelligence, „GLOBAL INDUSTRY 4.0 MARKET (2021-2026)“. <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/digital-transformation-market-in-manufacturing>>
- OECD, „Business Tendency Surveys: A Handbook“. 2003 m. <<https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/31837055.pdf>>
- OECD, European Commission JRS „Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide“. 2008 m. <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/publication/handbook-constructing-composite-indicators-methodology-user-guide-0_en>
- Straits Research, „Digital Manufacturing Market Size is projected to reach USD 1,370 billion by 2030, growing at a CAGR of 16.5%.“ 2022. <<https://www.globenewswire.com/news-release/2022/07/25/2485295/0/en/Digital-Manufacturing-Market-Size-is-projected-to-reach-USD-1-370-billion-by-2030-growing-at-a-CAGR-of-16-5-Straits-Research.html>>