

FRI-2B.412-1-EM1-10

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE FACTORS FOR SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF LEAN PRODUCTION IN BULGARIAN MICRO, SMALL AND MEDIUM-SIZED MANUFACTURING ENTERPRISES

Eng. Zina Hristova, PhD Student

Department of Economics, Industrial Engineering
and Management, Technical University of Sofia

Tel.: +359895586542

E-mail: zinazankova@mail.bg

Prof. Dr Eng. Ognyan Andreev

Department of Economics, Industrial Engineering
and Management, Technical University of Sofia

Tel.: +359882142531

E-mail: oandre@tu-sofia.bg

Asst. Prof. Dr Gabriela Peneva

Department of Economics, Industrial Engineering
and Management, Technical University of Sofia

Tel.: +359882270559

E-mail: gabriela_peneva@tu-sofia.bg

Abstract: This publication presents the results of a survey in Bulgarian micro-, small and medium-sized manufacturing enterprises aiming at establishing what are the main factors for a successful implementation of Lean Production. Various approaches to the defining these factors are discussed, being themselves representative publications in the world scientific literature on the subject. The questions in the survey are aimed at establishing and summarizing the reasons why Lean tools have not been implemented in Bulgarian SMEs' operations. The attitudes, capabilities and interest of different companies in the implementation of Lean are analyzed.

Keywords: Lean Manufacturing, Micro-, Small and Medium-Sized Enterprises, Success Factors.

ВЪВЕДЕНИЕ

Днес много микро-, малки и средни производствени предприятия преживяват сложен период поради интензивната конкуренция и трудните пазарни условия, в които са принудени да функционират. За да могат да отговорят на все по-бързо променящите се потребителски предпочитания (Andreev, O. & N. Koleva 2011), те трябва да се ориентират към нови възможности и концепции за реализиране. Такава възможност е Лийн-производството (Alkhoraiif A., Rashid H., McLaughlin P., 2019). Лийн е сравнително нов подход. Концепцията му включва система от инструменти и техники за повишаване на ефективността на работния процес и непрекъснато усъвършенстване чрез малки промени, които допринасят за повишаване на производителността и намаляване на разходите (Hu, Q., Mason, R., Williams, S. & Found, P. 2015).

Въпреки, че този подход е въведен в много предприятия по целия свят, в България той е малко познат. В научна литература има незначително количество публикации за български МСП въвели Лийн, но нито една не посочва факторите поради които предприятията не го внедряват масово.

ИЗЛОЖЕНИЕ

От прегледа на публикации в световната научна литература, Hu, Q., Mason, R., Williams, S. & Found, P. (2015) установяват няколко основни фактора влияещи на успешното внедряване на Лийн-производството в микро-, малки и средни предприятия (МСП). Те посочват следните фактори като критични и ги класират по важност както следва: Подкрепа и ангажираност от висшето ръководство; Ангажираност и участие на служителите; Обучение и образование; Организационна промяна (култура, стратегия и др.); Интегриране на веригата на доставки; Директна или добра комуникация; Финансови възможности; Личен опит; Технически фактори (продължаващи подобрения, концепции за ЛТ).

Въз основа на тези фактори и от проведени неформални разговори с представители на научната общност, обучители по Лийн, управители и собственици на МСП в България, може да се обобщи, че са идентифицирани и класирани по важност, пет основни фактора поради които в българските микро-, МСП не са въведени инструменти на Лийн производството. Това са: Подкрепа и ангажираност от висшето ръководство; Ангажираност и участие на служителите; Обучение и образование; Организационна промяна (култура, стратегия, визия и представяне); Финансови възможности на предприятието;.

На базата на установените критични фактори за успех е съставена анкетна карта и направено проучване в български МСП, от цялата страна за установяване на причините поради които Лийн производството не се внедрява масово. Извадката включва микро-, малки и средни предприятия в които не е въведено Лийн-производство и се осъществява производствена дейност в периода на изследването (2022) г.

За целта на проучването анкетни карти са предоставени по електронната поща, чрез телефонен разговор или лично интервюиране на ръководния състав на 307 предприятия, (<https://www.lifehack.bg/web/kak-se-sazdava-anketa-s-google-forms/> които бяха поканени да вземат участие в изследването (<https://portal.registryagency.bg/>).

Анкетата е проведена за около 30 работни дни, от изследователски екип и се състои от две части. В началото е направена кратка характеристика на Лийн производството и са посочени най-популярните му инструменти и техники. Резултатите от въпросите в първата част са представени в отделен научен доклад. Втората част на анкетата включва въпроси свързани с критичните фактори за успех при внедряване на Лийн производство.

На респондентите е зададен въпроса: „Каква е причината до момента във вашето предприятие да не бъдат въведени инструменти на Лийн?“ Въпросът съдържа следните пет подвъпроса: „Поради липса на желание за организационна промяна във вашето предприятие?“; „Поради липса на знания и умения относно концепцията и инструментите на Лийн?“; „Поради липса на достатъчно персонал който би могъл да се занимава с въвеждането на Лийн?“; „Поради липса на средства за наемане на специалисти и обучители?“; „Поради липса на желание за дългосрочна ангажираност с концепцията на Лийн от страна на ръководството?“;

Въпросите са с пет степенна скала – от 1 до 5: 1 - „не“; 2 – „по-скоро не“; 3 – „не мога да определя“; 4 – „по-скоро да“; 5 – „да“, като може да бъде избран само един отговор за всеки подвъпрос.

В края на проучването бяха получени и обработени 167 попълнени анкети от производствени предприятия от различни сектори на промишлеността - хранителната, машиностроенето, текстилното и шевното производство.

Разпределението им по брой и относителен дял е както следва: Най-голям дял на попълнените анкети се пада на микропредприятията - 78 броя (47%), следвани от малките предприятия - 55 броя (33%). С най-малък дял са анкетите от средните предприятия - 34 броя (20%).

За получаване на пълни и достоверни резултати от изследването е направено статистическо изследване на извадката. Изборът на статистически анализ чрез честотно разпределение е обусловен от затрудненията, които се създават от необходимостта да се борава с голям брой данни отчетени при изследването.

Поради големия обем на резултатите от статистическия анализ за всеки въпрос и за всеки тип предприятие, в настоящия доклад са представени резултати от анализа на един от подвъпросите за трите типа предприятия. За извадките, отнасящи се за микро, малки и средни предприятия и причината, поради която в предприятието не са въведени инструменти на Лийн е анализиран подвъпроса: „Поради липса на желание за организационна промяна във вашето предприятие?“

Получените отговори са ранжирани както следва: 1 точка - не; 2 точки - по-скоро не; 3 точки - не мога да определя; 4 точки - по-скоро да; 5 точки - да.

За извадка микро предприятия (1), извадка малки фирми (2) и извадка средни фирми (3) наблюдаваният признак има минимална стойност 0,5 точки и максимална стойност 5,5 точки, и съответно е с $R=4$.

$$\frac{x_{max}-x_{min}}{1+3,3222 \lg N}, \quad (1.1)$$

$$R = x_{max} - x_{min}, \quad (1.2)$$

В съответствие с формула (1.1) и формула (1.2) и всички изисквания към подбора на ширината и броя на интервалите, то организираме и систематизираме данните в 5 групови интервала. Началото се поставя в 0.5 точки, дължината на всеки интервал установяваме на 1 точка така, че средните точки на интервалите да се окажат цели числа от 1 до 5 точки.

Данните от анализа на честотното разпределение получени при обработката на извадките са представени в табличен вид (таблици от 1 до 3.2.). На база на тези данни е направен анализ на честотното разпределение на броя на фирмите в зависимост от причината, поради която не са въведени инструментите на Лийн.

За да се опише едно честотно разпределение трябва да има информация за трите му основни характеристики: за формата на разпределението; за разположението на разпределението върху скалата на измерване; за разсейването на разликите.

Статистически анализ на честотното разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна в микропредприятията“, изготвено според Извадка 1.

На табл. 1. е показано честотното разпределение *Извадка 1*, (с точност до 1 точка). Пресметнати са кумулативната, относителната и кумулативната относителна честоти.

Таблица 1. Честотно разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в микропредприятията.

Брой интервали	Статистически признак	Честота	Кумулативна честота	Относителна честота	Кумулативна относителна честота
1	1,0	8	8	10,26	10,26
2	2,0	51	59	65,38	75,64
3	3,0	0	0	0,00	75,64
4	4,0	12	71	15,38	91,03
5	5,0	7	78	8,97	100,00
		78		100,00	

Статистическите показатели на оригиналните данни за наблюдавания признак (табл. 1.1) не се различават чувствително от съответните им по честотно разпределение при групирани данни (табл. 1.2), където пресмятанията са претеглени през честотите на измервания признак.

Табл.1.1. Статистически параметри на оригинални данни

Статистики	Стойност
Ср. аритметична ($\bar{X}_a$)	2,47
Медиана (Me)	2
Мода (Mo)	2
Станд. Откл. (S)	1,15
Ексцес (E_x)	0,036
Асиметрия (As_m)	7,95

Табл. 1.2. Статистически параметри на честотното разпределение

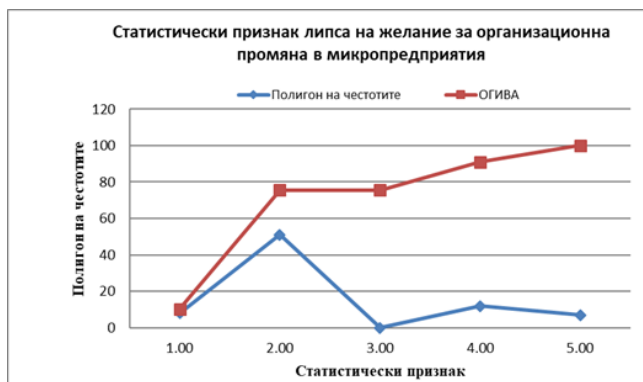
Статистики	Стойност
Ср. аритметична ($\bar{X}_a$)	4
Медиана (Me)	2,02
Мода (Mo)	2
Станд. Откл. (S)	1,83
Ексцес (E_x)	4,9
Асиметрия (As_m)	1,24

Размах (R)	4	Размах (R)	4
Минимум (Min)	1	Минимум (Min)	1
Максимум (Max)	5	Максимум (Max)	5

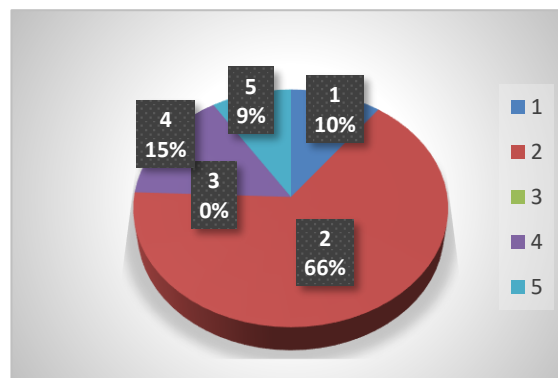
Форма на разпределението

На фиг. 1. е представен полигонът на честотите на разпределението на статистическия признак. Показани са интервалите, техните дължини, както и съответната процентна огива. За удобство интервалните центрове са приведени към центъра на координатната система.

При разглеждане на получената форма на честотното разпределение прави впечатление, че се наблюдават високи честоти в лявата част на честотния полигон и определен брой честоти изтеглени в дясно.



Фигура 1. Честотно разпределение на статистическия признак „Липса на желание за организационна промяна“ в микропредприятията.



Фигура 2. Относителен дял на статистическия признак „Липса на желание за организационна промяна“ в микропредприятията.

Формата ни позволява да определим, че разпределението на стойностите на наблюдавания признак, онагледено графично, има конфигурация на графичния образ, който е родствен на известното от теорията „умерено асиметрично разпределение“.

От процентната огива пък може веднага да се види, че повече от 80% от измерванията са със стойности около и под 2, докато 20% са под тези стойности, включително и върховете стойности (например максималната).

Групираните данни (табл. 1. и фиг. 1.) показват, че за мода трябва да бъде избрана средата на интервала 1.5 - 2.5, т.е. $Mo = 2$, където са измерени най-много (51) значения на наблюдавания признак (Ivanov V., Ivanova M., Gramenova-Angelova M., Iv. Petrov., 2016).

Мерки на разсейване:

Приблизително 2/3 от стойностите за повечето разпределения попадат в интервала $[X_a - s, X_a + s]$, докато според известното „правило на трите сигми“ – практически почти всички измервания попадат в интервала $[X_a - 3s, X_a + 3s]$. В нашия случай, това са интервалите $[1,3 \div 3,6]$ и $[1,0 \div 5,9]$.

$$As_m = \frac{3(X_a - Me)}{\sigma}, \quad (1.3)$$

$$E_x = \frac{M^4}{\sigma^4} - 3, \quad (1.4)$$

Показателят на асиметрия се изчислява по формула (1.3), а резултат от изчислението е $As=1,24$. Асиметрията е с положителен знак, кривата на разпределение е с дясно изтеглено рамо.

От стойностите на X_a , Mo и Me (табл. 1.2), от кривата на разпределение на фиг. 1. и от коефициента на асиметрия, следва да заключим, че за разпределението на стойностите на наблюдаваната на фиг. 1. случайна величина е налице асиметрично разпределение с дясно изтеглено рамо (Ivanov V., Ivanova M., Gramenova-Angelova M., Iv. Petrov., 2021).

Статистическият ексцес се пресмята по формула (1.4), резултатът от изчислението е $E_x=0,036$. Стойността на коефициента ни показва, че е налице върхов (изтеглен) ексцес.

От диаграмата на Фигура 2. се вижда, че за статистическия признак за микропредприятия, разпределението по относителен дял на отговорите е както следва: Най-голям е относителния дял на отговорилите с „по-скоро не“ - 66%, с „не“ са отговорили 10% от анкетираните. С „по-скоро да“ са отговорили 15%, а с „да“ 9%. За „не мога да определя“ няма нито един отговор – 0%.

При групиране на сходните отговори се вижда, че 76% от изследваните микропредприятия са отговорили с „не“ и „по-скоро не“, което е приблизително три четвърти от анкетираните.

За малки и средни предприятия са посочени само резултатите от анализа на статистическия признак тъй като статистическият анализ е аналогичен.

Статистически анализ на честотното разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в малки предприятия изготвено според Извадка 2.

Табл. 2. Честотно разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в малки предприятия.

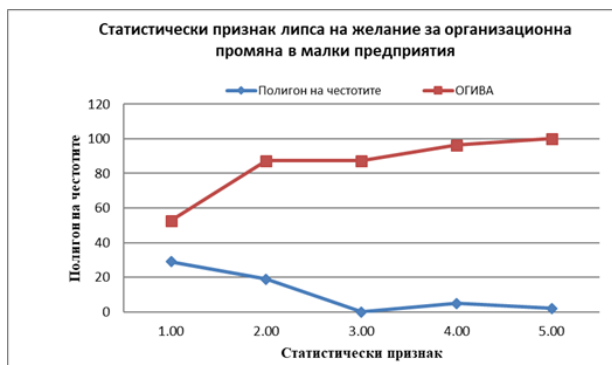
Брой интервали	Статистически признак	Честота	Кумулативна честота	Относителна честота	Кумулативна относителна честота
1	1,0	29	29	52,73	52,73
2	2,0	19	48	34,54	87,27
3	3,0	0	48	0,00	87,27
4	4,0	5	53	9,09	96,36
5	5,0	2	55	3,64	100,00
		55		100,00	

Таблица 2.1 Статистически параметри на оригинални данни за Табл. 2

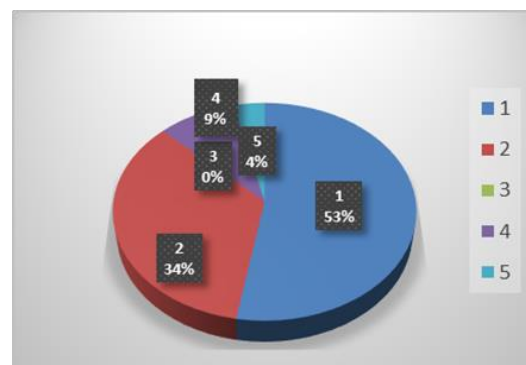
Статистики	Стойност
Ср. аритметична (X_a)	1,76
Медиана (Me)	1
Мода (Mo)	1
Станд. Откл. (S)	1,088
Ексцес (E_x)	2,059
Асиметрия (As_m)	6,7
Размах (R)	4
Минимум (Min)	1
Максимум (Max)	5

Табл. 2.2. Статистически параметри на честотното разпределение за Табл. 2

Статистики	Стойност
Ср. аритметична (X_a)	4
Медиана (Me)	1,95
Мода (Mo)	1
Станд. Откл. (S)	1,343
Ексцес (E_x)	3,02
Асиметрия (As_m)	2,11
Размах (R)	4
Минимум (Min)	1
Максимум (Max)	5



Фигура 3. Честотно разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в малки предприятия.



Фигура 4. Относителен дял на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в малки предприятия.

Групираните данни (табл. 2 и фиг. 2) показват, че за мода трябва да бъде избрана средата на интервала 0,5 -1,5 , т.е. $Mo = 1$, където са измерени най-много (29) значения на наблюдавания.

Приблизително 2/3 от стойностите за повечето разпределения попадат в интервалите $[0,7 \div 2,9]$ и $[-1,5 \div 5,0]$.

Показателят на асиметрия е $As=2,11$. Асиметрията е крайна, тъй като по абсолютна стойност превишава единица и коефициента е статистически незначим. Статистическият ексцес е $Ex=2,059$. Стойността на коефициента ни показва, че е налице *върхов (изтеглен) ексцес*.

Разпределението на отговорите по относителен дял за малки предприятия от диаграмата на Фигура 4. е както следва: Най-голям е дялът на отговорилите с „не“ - 53%, следван от отговор „по-скоро не“ - 34%. С „по скоро да“ – 9%, с отговор „да“ – 4%. И тук както при микропредприятията няма нито един отговор с „не мога да определя“ – 0%. При групиране на сходните отговори „не“ и „по-скоро не“, резултатът е сходен както при микропредприятията - 87%, което е повече от три четвърти от отговорите.

Статистически анализ на честотното разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в средни предприятия, изготвено според Извадка 3.

Таблица 3. Честотно разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в средни предприятия

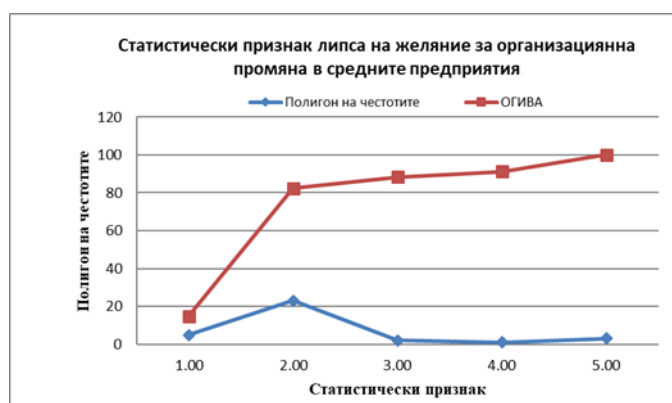
Брой интервали	Статистически признак	Честота	Кумулативна честота	Относителна честота	Кумулативна относителна честота
1	1,0	5	5	14.71	14.71
2	2,0	23	28	67.65	82.35
3	3,0	2	30	5.88	88.24
4	4,0	1	31	2.94	91.18
5	5,0	3	34	8.82	100.00
		34		100,00	

Таблица 3.1 Статистически параметри на оригинални данни за Табл. 3

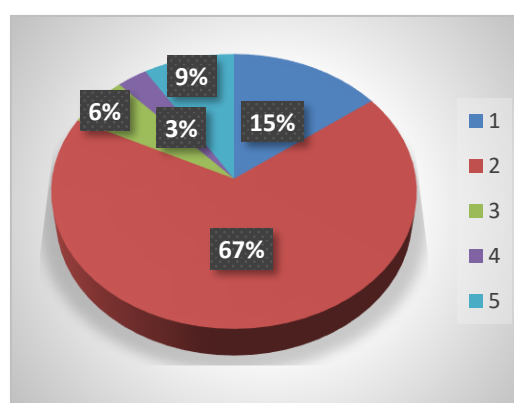
Статистики	Стойност
Ср. аритметична (X_a)	2,235
Медиана (Me)	2
Мода (Mo)	2
Станд. Откл. (S)	1,046
Ексцес (E_x)	2,696
Асиметрия (As_m)	9,9
Размах (R)	4
Минимум (Min)	1
Максимум (Max)	5

Табл. 3.2 Статистически параметри на честотното разпределение за Табл. 3

Статистики	Стойност
Ср. аритметична (X_a)	5
Медиана (Me)	2,02
Мода (Mo)	2
Станд. Откл. (S)	0,906
Ексцес (E_x)	5,67
Асиметрия (As_m)	0,675
Размах (R)	4
Минимум (Min)	1
Максимум (Max)	5



Фиг. 5. Честотно разпределение на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в средни предприятия.



Фигура 6. Относителен дял на статистическия признак: „Липса на желание за организационна промяна“ в малки предприятия.

Групираните данни (табл. 3 и фиг. 3) показват, че за мода трябва да бъде избрана средата на интервала 1.5 -2.5 , т.е. $Mo = 2$, където са измерени най-много (23) значения на наблюдавания.

Приблизително 2/3 от стойностите за повечето разпределения попадат в интервалите $[1,2 \div 3,3]$ и $[-0,9 \div 5,4]$.

Показателят на асиметрия е $As=0,675$, т.е. налична е асиметрия с дясно изтеглено рамо.

Статистическият ексцес е $Ex=2,696$. Стойността на коефициента ни показва, че е налице върхов (изтеглен) ексцес.

От Диаграма 6. се вижда, че при средните предприятия, относителния дял на отговорилите с „не“ е 15%, с „по-скоро не“ е 67%, с „не мога да определя“ – 6%. Отговорите с „по-скоро да“ са 3% и с „да“ – 9%.

Както при микро- и малките предприятия, ако се групират сходните отговори се вижда, че най-голям е дялът на отговорилите с „по-скоро не“ и „не“ – общо 82%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеното изследване и получените резултати, може да се заключи, че по-голямата част от изследваните микро-, малки и средни производствени предприятия в България имат желание за организационна промяна.

REFERENCES

Alkhoraif A., Rashid H., McLaughlin P., (2019). *Lean implementation in small and medium enterprises: Literature review*. Operations Research Perspectives Volume 6, 2019, 100089. 2018 The Authors. Published by Elsevier Ltd, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214716018301659>, Accessed on 29.09.2022

Andreev, O. & N. Koleva 2011. Using Service Level Approach to Achieve Lean Production. Journal of Entrepreneurship & Innovation, ISSN 1314-0167, November 2011, pp. 76-85. (**Оригинално заглавие:** Използване на подхода на «Ниво на обслужване» за постигане на лийн производство. Journal of Entrepreneurship & Innovation, ISSN 1314-0167, ноември 2011 г., стр. 76-85.)

Gnanaraj, M. S., Devadasan, S.R., and Shalij, P.R. (2010). Current state maps on the implementation of Lean and Six-Sigma paradigms and an exclusive model for deploying Lean Six-Sigma in SMEs. International Journal of Productivity and Quality Management, 5(3),286-309.

Hu, Q., Mason, R., Williams, S. & Found, P. (2015). *Lean implementation within SMEs: a literature review*. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 26 Iss: 7, pp.980 - 1012, 26(7), 980-1012. Publisher: Emerald Group Publishing Limited Copyright © 2015, Emerald Group Publishing Limited, <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-02-2014-0013>, Accessed on 28.09.2022

Ivanov V., Ivanova M., Gramenova-Angelova M., Iv. Petrov., 2016. Methodology of statistical analysis of experimental data, Bulletin of the Union of Scientists - Sliven, ISSN 1311-2864, 2016, volume 31(2), pp. 147-152. (**Оригинално заглавие:** Методика за статистически анализ на експериментални данни, Известия на съюза на учените – Сливен, ISSN 1311-2864, 2016 г, том 31(2), стр. 147-152.)

Ivanov V., Ivanova M., Gramenova-Angelova M., Iv. Petrov., 2021. Statistical analysis of experimental data on the acceleration of the center of mass of the car. Machine Mechanics, ISSN 0861-9727, Varna, 2021, vol. 125, pp. 113-119. (**Оригинално заглавие:** Статистически анализ на експериментални данни относно ускорението на масовия център на МПС. Механика на машините, ISSN 0861-9727, Варна, 2021, кн. 125, стр. 113-119.)

<https://www.lifehack.bg/web/kak-se-sazdava-anketa-s-google-forms/>, Accessed on 25.08.2022

<https://portal.registryagency.bg/>, Accessed on 19.09.2022

Shah, R. and Ward, P.T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.