

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема: «Організація управління проектом застосування Lean Six Sigma у
контексті Промисловості 4.0.»

Ступінь вищої освіти – магістр

Спеціальність – 073 «Менеджмент»

Освітня програма «Agile-технології розробки програмного забезпечення»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Керівник: доцент, к.т.н.,
Веніамін ГІТІС

Керівник: викладач,
Олег МУШИНСЬКИЙ

Виконав: здобувач
групи МЕН/Agile-23м
Вадим ІВЛЄВ

Київ, 2024 р.

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри інформаційного
менеджменту, математики та
статистики
_____ Денис БАЛДИК
«__»____20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ІВЛЄВ ВАДИМ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Тема роботи	«Організація управління проектом застосування Lean Six Sigma у контексті Промисловості 4.0.»
Номер та дата наказу про затвердження теми	№56-3 від 27.06.2024
Коротка постановка завдання	«Організація управління проектом застосування Lean Six Sigma у контексті Промисловості 4.0.»
Посилання на джерела інформації (не більше п'яти найменувань, які рекомендує науковий керівник)	Jayaram Athul. (2016). Lean Six Sigma approach for global supply chain management using Industry 4.0 and IIoT, Amity University, Uttar Pradesh. Yin, R. K. (2003). Case study research: Design and methods. Thousand Oaks, CA: Sage.
Вимоги до кваліфікаційної роботи	Кваліфікаційна робота має містити теоретичне та/або практичне дослідження за темою роботи, яку слід розглядати як складне спеціалізоване завдання або практичну проблематику в галузі управління та адміністрування, яка характеризується комплексністю та невизначеністю умов і потребує застосування теорій і методів Agile технологій.

Дата видачі завдання «14» липня 2024 р.

Керівник

Веніамін ГІТІС

Керівник

Олег Мушинський

Здобувач

Вадим ІВЛЄВ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання	Примітка
Підготовчий етап			
1	Вибір напрямку дослідження та керівника	01.07.2024 р.	Виконано
2	Формування теми та призначення керівника	08.07.2024 р.	Виконано
3	Затвердження теми кваліфікаційної роботи	09.07.2024 р.	Виконано
4	Затвердження завдання на кваліфікаційну роботу	15.07.2024 р.	Виконано
Основний етап			
5	Розробка концепції кваліфікаційної роботи	22.07.2024 р.	Виконано
6	Підбір та вивчення джерел інформації з напрямку дослідження. Огляд існуючих аналогів.	29.07.2024 р.	Виконано
7	Затвердження розширеної постановки завдання. Підготовка та подання керівнику розділу 1 кваліфікаційної роботи	18.09.2024 р.	Виконано
8	Проектування інформаційної системи. Підготовка та подання керівнику розділу 2 кваліфікаційної роботи	18.09.2024 р.	Виконано
9	Реалізація інформаційної системи. Підготовка та подання керівнику розділу 3 кваліфікаційної роботи	25.09.2024 р.	Виконано
10	Підготовка та подання керівнику першого варіанту всієї кваліфікаційної роботи	01.10.2024 р.	Виконано
11	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника та представлення керівнику доопрацьованого варіанту кваліфікаційної роботи	04.10.2024 р.	Виконано
Завершальний етап			
12	Представлення рукопису для перевірки на плагіат	07.10.2024 р.	Виконано
13	Підготовка презентації та доповіді на передзахист	07.10.2024 р.	Виконано
14	Передзахист кваліфікаційної роботи	08-11.10.2024 р.	Виконано
15	Технічна самоекспертиза роботи на відповідність вимогам до оформлення та виправлення недоліків	08-11.10.2024 р.	Виконано
16	Експертиза роботи керівником та зовнішнім експертом	14.10.2024 р.	Виконано
17	Доопрацювання доповіді та презентації для захисту	18.10.2024 р.	Виконано
18	Захист кваліфікаційної роботи	21-25.10.2024 р.	Виконано

Керівник

Керівник

Здобувач

Веніамін ГІТІС

Олег МУШИНСЬКИЙ

Вадим ІВЛЄВ

АНОТАЦІЯ

Промисловість 4.0 є концепцією, яка широко обговорюється в промисловості. Однак, Промисловість 4.0 зазвичай пов'язана з високою автоматизацією процесів і низькою взаємодією людини з машинами. Ручна праця, як правило, не вважається частиною Промисловості 4.0, однак при виробництві складних продуктів з низьким обсягом виробництва, впровадження автоматизації може бути економічно не вигідно. На додачу, відмінності в матеріалах при виробництві складних елементів чи конструкцій та відсутність чітких технічних вимог у деяких операціях що потребують ручної праці, ускладнюють впровадження автоматизації.

Передбачуваність операцій які виконують машини є високою через виконання стандартних програм. Роботи не можуть зрозуміти, якщо щось пропущено, що робить їх передбачуваними. На відміну від цього, ручна праця менш передбачувана, оскільки відхилення повинні бути вирішені в поточному або наступному кроці процесу.

Це призводить до варіацій, які можна уникнути у виконанні завдання машинами.

Метою цього дослідження буде з'ясувати як проєкт Lean Six Sigma може покращити передбачуваність при управлінні проєктом використовуючи ручну працю у контексті Промисловості 4.0.

Впровадження Lean Six Sigma показали, що поділ ручних операцій на дрібніші етапи підвищує ефективність роботи. Завдяки збільшенню кількості точок вимірювання, статистичні інструменти можуть бути використані для аналізу та виявлення джерел варіацій. Впровадження Lean Six Sigma продемонструвало, що варіації не залежать тільки від оператора, а також від варіацій матеріалу, які машини не можуть врахувати. П'ять різних фаз впливу Lean six Sigma були об'єднані з Промисловістю 4.0 для покращення імплементації.

ANNOTATION

Industry 4.0 is a concept widely discussed in industrial sectors. However, Industry 4.0 is typically associated with high process automation and minimal human-machine interaction. Manual labor is generally not considered part of Industry 4.0, yet in the production of complex, low-volume products, automation implementation can be economically unfeasible. Additionally, variations in materials when manufacturing complex elements or structures, along with the lack of clear technical specifications in some operations requiring manual labor, complicate automation implementation.

Machine-performed operations are highly predictable due to standardized programming. Robots cannot detect omissions, making them predictable. In contrast, manual labor is less predictable, as deviations must be addressed in the current or subsequent process step. This results in variations that can be avoided when tasks are performed by machines.

The aim of this study is to determine how a Lean Six Sigma project can improve predictability in project management using manual labor within the context of Industry 4.0. Implementing Lean Six Sigma has shown that dividing manual operations into smaller steps enhances work efficiency. By increasing the number of measurement points, statistical tools can be applied to analyze and identify sources of variation. The implementation of Lean Six Sigma has demonstrated that variations do not solely depend on the operator but also on material variations, which machines cannot account for. The five distinct Lean Six Sigma phases have been integrated with Industry 4.0 to enhance implementation.

Список умовних скорочень

CAD = Computer Aided Design

GUI = Graphical User Interface

Q3 = Deviation from CAD-model (handles internally)

Q4 = Deviation from CAD-model (externals need to be involved)

SAP/R3 = Systems Applications Products

QSYS = Quality (SPC) systems

R3 = Real-time data processing, 3-tier (multitier architecture; database, application server & client SAPgui)

MSA = Measurement System Analysis

AIM = Affinity Interrelationship method

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ПЕРЕДУМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	12
1.1 Опис проблеми	12
1.2 Мета та дослідницькі питання.....	13
1.3 Обсяг дослідження та обмеження	15
1.4 Аналіз даних	15
1.5 Надійність	16
1.6 Валідність	17
РОЗДІЛ 2. ТЕОРИТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ ЗАСТОСУВАННЯ LEAN SIX SIGMA У КОНТЕКСТІ ПРОМИСЛОВОСТІ 4.0	18
2.1 Методологія дослідження	18
2.2 Збір даних	19
2.3 Промисловість 4.0	20
2.4 Інтернет речей	22
2.5 Кіберфізична система (CPS)	23
2.6 Великі дані.....	24
2.7 Машинне навчання.....	27
2.8 Lean Six Sigma	28
РОЗДІЛ 3. ЕМПІРИЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА АНАЛІЗ	30
3.1 Передбачуваність під час виконання інструкцій в ручну.....	30
3.2 Попереднє дослідження	31
3.3 Визначення факторів, що впливають на передбачуваність у ручних операціях.....	32

3.4 Етап визначення (Define phase)	34
3.5 Фаза вимірювання – М.....	36
3.6 Фаза аналізу - А.....	42
3.7 Ручні операції в контексті Промисловості 4.0	49
3.8 DMAIC	50
3.9 Дослідження Промисловості 4.0 та Lean Six Sigma	52
3.10 Впровадження Промисловості 4.0 у контексті Lean Six Sigma.....	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	58
ДОДАТОК А	63
ДОДАТОК Б.....	64
ДОДАТОК В	65
ДОДАТОК Г.....	66

ВСТУП

Актуальність теми.

Промисловість 4.0 — це концепція, яка об'єднує автоматизацію та комп'ютери в нові структури. Ця концепція може використовуватися для розвитку комп'ютерних систем, де роботи можуть бути підключені до виробничої лінії, зводячи до мінімуму потребу в операторах. Більшість робіт у майбутньому буде «інтелектуальною працею». У контексті Промисловості 4.0 це передбачає вирішення багатьох різних проблем, переважно пов'язаних із плануванням.

Слід враховувати три різні етапи при впровадженні Промисловості 4.0:

- 1) яку трансформацію компанія хоче досягти за допомогою цієї технології, яка мета;
- 2) де потрібно пріоритезувати ресурси — на якій дії або потоці продуктів;
- 3) яка технологія Промисловості 4.0 найкраще відповідає потребам компанії.

Існує невизначеність щодо фінансових вигод від інвестицій в Промисловість 4.0, оскільки не існує достатньої кількості підприємств, які повністю впровадили цю технологію. Крім того, загроза кібератак викликає занепокоєння, оскільки сторонні постачальники прагнуть захистити свої технології.

Промисловість 4.0 — це широко обговорювана концепція, особливо у контексті автономних і передбачуваних виробничих процесів. Вона правонаступниця третій промисловій революції, яка впровадила електричні інформаційні системи для автоматизованого виробництва. Хоча Промисловість 4.0 продовжує розвиватися, її рідко застосовують до ручних операцій, де людська праця є критичним фактором. Нові технології можуть змінити роль людини на виробництві. Передбачуваність операцій має вплив на задоволеність клієнтів, оскільки вона підвищує надійність, довіру та безпеку.

Ручна праця зменшиться в майбутньому завдяки впровадженню роботів. Проте не всі клієнти орієнтуються на найдешевший товар; деякі надають перевагу ручній роботі, навіть якщо вона дорожча. З часом роль оператора зміниться — він стане більше керівником процесів і прийматиме стратегічні рішення у виробництві.

Lean Six Sigma може бути впроваджений як сервіс для обслуговування в рамках Промисловості 4.0, де можуть бути включені певний аналіз та покращення. Lean Six Sigma — це методологія вирішення проблем, яка базується на фактах та спрямована на виявлення та усунення першопричин. Після виявлення цих причин можна контролювати відмінності процесу.

Попередні дослідження більше фокусувалися на покращенні якості продукції за допомогою Lean Six Sigma, але не досліджували, як збираються дані щодо часу виконання операцій у ручних процесах і як їх можна використовувати. У цій роботі було проведено дослідження на прикладі компанії GKN Aerospace Trollhättan, яке включало інтерв'ю та проєкт покращення для дослідження, як проєкт Lean Six Sigma може покращити передбачуваність часу виконання в ручних операціях.

Мета дослідження - використання Lean Six Sigma для підвищення передбачуваності операцій, які виконуються вручну, використовуючи нові можливості, пов'язані з Промисловістю 4.0 на підприємстві GKN Aerospace.

Завдання дослідження - для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- обрати ручний процес на підприємстві GKN Aerospace та проаналізувати час його виконання
- обрати ручний процес на підприємстві GKN Aerospace та проаналізувати методи зменшення часу, необхідних для виконання цієї операціїю.

Об'єктом дослідження є управління проєктом із застосуванням Lean Six Sigma у контексті Промисловості 4.0.

Предметом дослідження є конкретні процеси реалізації управлінського методу Lean Six Sigma у контексті Промисловості 4.0 на підприємстві GKN Aerospace.

Методи дослідження. Для аналізу даних використовувався Метод взаємозв'язку афінності (AIM), який застосовується як метод для вирішення складних проблем, щоб отримати розуміння та провести аналіз. Щоб отримати загальний огляд проблеми, яка мала бути досліджена в рамках проекту покращення, був проведений AIM, який розглядав проблеми, що можуть виникнути при підвищенні передбачуваності в ручних операціях.

Новизна результатів дослідження. Дослідження дозволяє проаналізувати вплив застосування Lean Six Sigma у контексті Промисловості 4.0 на оптимізацію операцій, які виконуються вручну, на виробництві складних компонентів.

Практичне значення результатів дослідження. Практичне значення дослідження дозволяють знизити час на виконання операцій, які виконуються вручну, на виробництві складних компонентів.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, які поділені на підрозділи, загального висновку, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи 65 сторінок, обсяг основного тексту 41 сторінка.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота підсумовує результати дослідження. Спочатку розглядається вплив високої передбачуваності. Потім наводяться висновки про те, як можна підвищити передбачуваність у ручних операціях. Нарешті, у цьому розділі підсумовується, як Lean Six Sigma може бути використана для покращення передбачуваності в контексті Промисловості 4.0.

Передбачуваність є життєво важливою у компанії з високою складністю та низьким обсягом виробництва. Основними факторами, що обумовлюють необхідність високої передбачуваності, є:

- Розрахунки запасів безпеки та аналіз потужностей
- Час доставки
- Виграш у бізнес-угоді – вартість продукту
- Задоволеність клієнтів
- Добре організоване підвищення нового продукту
- Здатність передбачити, коли наступне обладнання прибуде на певний етап

Розбивка процесу допомагає виявити джерело варіацій. Загальний огляд операцій не дає того ж уявлення, як розбивка на менші етапи вимірювання. Завдяки Промисловості 4.0 з'являється можливість збільшити обсяг даних, що дозволяє глибше аналізувати ручні дії та можливість надійно звітувати про дані.

З проєкту Lean Six Sigma виявлено, що різноманітність матеріалів була основним фактором варіацій у ручному обробленні задирок, а різноманітність операторів також існувала, але її важко було повністю вивчити, оскільки список операторів був недоступний. Було виявлено кореляції між різними темпами, але члени команди та працівники не змогли пояснити ці кореляції. Необхідно провести подальше дослідження того, як твердість матеріалу впливає на ручне оброблення задирок.

Проект Lean Six Sigma допомагає впроваджувати технології Промисловості 4.0 таким чином, щоб ідентифікація кореневих причин показувала, де пріоритетно впроваджувати ці технології. Промисловість 4.0 може зробити ручну роботу більш передбачуваною. Наприклад, VR-окуляри можуть бути використані для інструктажу з найкращих практик виконання операцій. Крім того, смартфони можуть бути використані для підвищення точності звітування про правильний час у системі SAP/R3 та збільшення кількості точок вимірювання на етапі процесу. Це дозволяє провести кількісний аналіз для виявлення джерел варіацій у процесі. Тільки розглядаючи час циклу на етапі процесу, не можна отримати повну картину, лише індикатори того, що відбувається, якщо є якісь патерни, які потрібно додатково дослідити. П'ять різних фаз Lean Six Sigma впливають і були поєднані з технологіями Промисловості 4.0 як висновок про те, як можна виконати покращення:

- **Фаза визначення:** Визначає промислову проблему – чи вирішуємо ми правильну проблему?
- **Фаза вимірювання:** Вимірює промислову проблему – чи можемо ми довіряти даним? Промисловість 4.0 збільшує обсяг та надійність даних – включаючи датчики (IoT)
- **Фаза аналізу:** Розбивка макета процесу на більш детальні етапи допомагає знайти джерела варіацій і підвищити передбачуваність.
- **Фаза вдосконалення:** Ефективне використання технологій Промисловості 4.0 -> смартфони, планшети, VR тощо. Машинне навчання (AI) для покращення виробничих процесів.
- **Фаза контролю:** Контроль за допомогою даних сенсорів та впровадження меж специфікацій. Машинне навчання (AI) для контролю виробництва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Alänge Sverker. 2009. The Affinity- Interrelationship Method AIM. A Problem Solving Tool for Analysing Qualitative Data Inspired by the Shiba “Step by Step” Approach
2. Ansari Fazel, Erol Selim & Sihn Wilfried. (2018). Rethinking Human-Machine Learning in Industry 4.0: How Does the Paradigm Shift Treat the Role of Human Learning?
3. Antony Jiju & Banuelas Ricardo. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program, measuring business. Vol. 6 Issue: 4, pp.20-27 date: 190415 Available at: <https://doi.org/10.1108/13683040210451679>
4. Berg BL. (2009) Qualitative Research Methods For The Social Sciences. Seventh edition. Alliii and Bacon. Boston MA.
5. Boone, Laura, Salem. (2019) Industry 4.0 (Fourth industrial revolution). Press encyclopedia, Research starters. Date: 190227 Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#106a27d39788>
6. Boslaugh, Sarah E., Salem (2019). Six Sigma. Press Encyclopedia. Date: 190301 Available at: <https://eds-a-ebSCOhost-com.e.bibl.liu.se/eds/detail/detail?vid=2&sid=f4720048-0a6a-4008-9ef5-e5c63ea357f6%40sdc-v-sessmgr03&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmUmc2NvcGU9c2l0ZQ%3d%3d#AN=89677627&db=ers>
7. Brook Quentin, (2017) – Lean Six Sigma & minitab (5th Edition) ISBN-13: 978-0-9957899-0-6.
8. Cemernek David, gursch Heimo & Kern Roman. (2017). Big data as a promoter of Industry 4.0: lessons of the semiconductor industry. Known-center GmbH, Knowledge Discovery Department. Graz Austria

9. Chalmers A.F. (1999) What is this thing called science? Third edition ISBN 0-87220-452-9.
10. Chen, M., Mao, S. & Liu, Y. (2014), Big Data: A Survey, Mobile Netw Appl, Vol. 19, pp. 171–209.
11. Chiabert Paolo, Bouras Abdelaziz, Noel Frédéric & Ríos José. (2018). Product lifecycle management to support industry 4.0. ISBN 978-3-030-01614-2 (eBook) Date: 190410 Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2>
12. Crandall E. Richard. (2017). Industry 1.0 to 4.0: the Evolution of Smart Factories. Date 190325 Available at: <http://www.apics.org/apics-for-individuals/apics-magazine-home/magazine-detail-page/2017/09/20/industry-1.0-to-4.0-the-evolution-of-smart-factories>
13. Dana C. Krueger, Mahour Mellat Parast & Stephanie Adams. (2014). Six Sigma implementation: a qualitative case study using grounded theory, Production Planning & Control, 25:10, 873-889, DOI: 10.1080/09537287.2013.771414.
14. Dennis K., Nicolina P., and Yves-Simon G. (2017). Textile Learning Factory 4.0 – Preparing Germany’s Textile Industry for the Digital Future. 7th Conference on Learning Factories, CLF 2017 Procedia Manufacturing. 57
15. Denscombe Martyn. (2010). The Good Research Guide for small-scale social research projects. Fourth Edition.
16. De Mello Fernandes Rodrigo & Ponti Antonelli Moacir. (2018). Machine Learning – a practical approach on the statistical learning theory.
17. Douven, Igor. (2017). "Abduction", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Date: 190227 Available at: <https://plato.stanford.edu/cgi-bin/encyclopedia/archinfo.cgi?entry=abduction>
18. Gilchrist Alasdair. (2016). “Industry 4.0: The Industrial Internet of Things” Date: 190301 Available at: <https://library-books24x7->

- com.e.bibl.liu.se/assetviewer.aspx?bookid=115830&chunkid=584152160&rowid=435 ¬eMenuToggle=0&leftMenuState=1
19. Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The Qualitative Report*, 8(4), 597-606. Retrieved 190214, from <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR8-4/golafshani.pdf>.
 20. Gorecky Dominic, Schmitt Mathias, Loskyll Matthias & Zühlke Detlef. (2014). Human-Machine- Interaction in the Industry 4.0 Era. *Innovative Factory Systems*, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Kaiserslautern, Germany.
 21. Gorecky Dominic, Schmitt Mathias, Loskyll Matthias, Zühlke Detlef. (2014). *Innovative Factory Systems*, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Kaiserslautern, Germany.
 22. Grendel H, Larek R, Riedel F, Cetric Wagner J. (2017). Enabling manual assembly and integration of aerospace structures for Industry 4.0 – methods. Hochschule Bremen, Neustadtswall 30, 28199 Bremen, Germany. Date: 190308 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.11.004>
 23. Hermann Mario, Pentek Tobias, Boris Otto. (2016) Design principles for Industrie 4.0 scenarios. 49th Hawaii international conference on system sciences
 24. Jayaram Athul. (2016). Lean Six Sigma approach for global supply chain management using Industry 4.0 and IIoT, Amity University, Uttar Pradesh.
 25. Jick.D Todd. (1979). *Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action*, by Cornell University. ISBN 0001-8392/79/2404.
 26. Kelle, U. (2006). *Combining qualitative and quantitative methods in research practice: purpose advantages*.
 27. Liao Corrina, Purseer Bec. (2011). *Being predictable*. Date: 190225 Available at: <https://uxmag.com/articles/being-predictable>
 28. Lichtenberg Steen. (1984). *Projekt planlÆgning – i en foranderlig verden*. ISBN 87-502-0622-2

29. Madakam Somayya, Ramaswamy & Tripathi Siddarth (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review, Journal of computer and communications. Date: 190330 Available at: <http://www.scirp.org/journal/jcchttp://dx.doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
30. Merriam, S. B. (1988). Case Study Research in Education. San Francisco, CA: Jossey-Bass. 58
31. Ranta Kate. (2019) Industry 4.0 and challenges manufacturers face. Date: 190603 Available at: <https://www.marklogic.com/industry-4-0-challenges-manufacturers-face/>
32. Rastogi Ankit. (2018). A Breif introduction to Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma Date: 190214, Available at: <https://www.greycampus.com/blog/quality-management/a-brief-introduction-to-Lean-and-six-sigma-and-Lean-six-sigma>.
33. Richards. W Jay. (2018). Will manual labor disappear? Date: 190211 available at: <https://business.catholic.edu/news/2018/02/labor.html>.
34. Rojko Andreja. (2017). Industry 4.0 Concept: background and overview. ECPE European Center for Power Electronics e.V., Nuremberg, Germany.
35. Schroeder G. Roger, Lindermann Kevin, Charles liedtke, Choo S. Adrian. (2007) Six Sigma: Definitions and underlying theory. Journal of Operations Management 26(2008) 536-554. Date: 190407 Available at: www.sciencedirect.com
36. Schwab Klaus. (2016). The fourth industrial revolution: what it means, how to respond World economic forum. Date: 190225. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
37. Shanks Graeme, 2002 - GUIDELINES FOR CONDUCTING POSITIVIST CASE STUDY RESEARCH IN INFORMATION SYSTEMS, Department of Information Systems, The University of Melbourne.

38. Sreejesh.S, Mohapatra Sanjay & Anusress.M.R. (2014). Business research methods, an applied orientation ISBN 978-3-319-00539-3 (e-book).
39. Svennevig Jan. (2001). "Abduction as a methodological approach to the study of spoken interaction" Date: 190228, Available at: <http://home.bi.no/a0210593/abduction%20as%20a%20methodological%20.pdf>
40. Tranfield, D., Denyer, D. and Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence- Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *Br. J. Manag.* 2003, 14, 207–222.
41. Ustundag Alp & Cevikcan Emre. (2018). Industry 4.0: Managing the digital transformation (ebook) Date 190407 Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5>
42. Voss Chris, Tsikriktsis Nikos, Frohlich Mark, (2002) Case research in operations management - *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22 Issue: 2, pp.195-219, <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>.
43. Wienclaw, R. A. (2013), *Quantitative and Qualitative Analysis*. Available at: <https://login.e.bibl.liu.se/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=89185655&site=eds-live&scope=site>.
44. Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
45. Yin R.K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage, 4.