

# LOGISTIKA 4.0 U KLINIČKIM ISTRAŽIVANJIMA: IZBOR NAJPOVOLJNIJE TEHNOLOGIJE

## LOGISTICS 4.0 IN CLINICAL TRIALS: SELECTING THE BEST TECHNOLOGY

SNEŽANA TADIĆ<sup>1</sup>, BOJANA GRAOVAC<sup>2</sup>  
MLADEN KRSTIĆ<sup>3</sup>, MILOŠ VELJOVIĆ<sup>4</sup>

Originalni naučni rad  
DOI: 10.5937/VI25111T

**Rezime:** Ovaj rad istražuje primenu tehnologija Industrije 4.0 u decentralizovanim kliničkim istraživanjima, sa posebnim fokusom na doprinos efikasnom upravljanju logističkim aktivnostima. Opisan je skup savremenih tehnologija i kriterijumi relevantni za njihovu evaluaciju. Metodološki okvir zasniva se na primeni SWARA (eng. Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) i COBRA (eng. COmprehensive DIstance Based RANking) metode za određivanje težina kriterijuma i rangiranje alternativa. Analiza omogućava sistematično poređenje tehnologija i daje uvid u njihovu operativnu vrednost u savremenim kliničkim istraživanjima.

**Ključne reči:** decentralizovana klinička istraživanja, logistika 4.0, evaluacija

**Abstract:** This paper examines the application of Industry 4.0 technologies in decentralized clinical research, with particular focus on contribution to the efficient management of logistics activities. A set of contemporary technologies is presented, along with the criteria relevant for their evaluation. The methodological framework is based on the application of the SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) and COBRA (COmprehensive DIstance Based RANking) methods for determining criterion weights and ranking alternatives. The analysis enables a systematic comparison of technologies and provides insight into their operational value in modern clinical trials.

**Key Words:** decentralized clinical trials, logistics 4.0, evaluation

---

<sup>1</sup> Snežana Tadić, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, s.tadic@sf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-4651-3699

<sup>2</sup> Bojana Graovac, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, bojana555graovac@gmail.com, ORCID: 0009-0004-9874-9374

<sup>3</sup> Mladen Krstić, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, m.krstic@sf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-7937-0543

<sup>4</sup> Miloš Veljović, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, veljovic@sf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-8024-3296

## 1. Uvod

Savremeni zdravstveni sistemi suočavaju se sa stalnim izazovima sa aspekta efikasnosti, bezbednosti i pristupačnosti. Klinička istraživanja predstavljaju ključni stub u razvoju medicinskih terapija, jer omogućavaju prikupljanje visokokvalitetnih dokaza o njihovoj efikasnosti i bezbednosti [12]. Tradicionalna, odnosno centralizovana klinička istraživanja predstavljaju klasičan model sprovođenja medicinskih studija, u kojem se sve ključne aktivnosti odvijaju na unapred određenim jedinstvenim fizičkim lokacijama, poput bolnica, kliničkih i istraživačkih centara [17]. Decentralizovana klinička istraživanja podrazumevaju da se ove aktivnosti realizuju izvan granica fizičke ustanove, često u domovima učesnika, što direktno podstiče primenu modernih tehnologija [2]. Brojne studije ukazuju na prednosti decentralizovanih kliničkih istraživanja u odnosu na tradicionalne modele, posebno u kontekstu poboljšanja dostupnosti, brzine regrutacije i angažovanosti pacijenata [11, 12, 17]. Literatura ističe da je COVID-19 pandemija dodatno ubrzala usvajanje ovog tipa istraživanja i omogućila razvoj novih digitalnih alata, poput aplikacija za praćenje simptoma, uređaja za merenje vitalnih parametara u kućnim uslovima itd. [18]. Iako postoje istraživanja koja se bave logistikom u zdravstvu [4], farmaciji [16], kliničkim istraživanjima [12], logistika decentralizovanih istraživanja se veoma retko istražuje. Mnoge studije su se bavile primenom modernih tehnologija u različitim oblastima logistike [9, 19], kao i u oblasti zdravstva [3], što direktno implicira moguću primenu i u logistici decentralizovanih kliničkih istraživanja.

Tema ovog rada je evaluacija primene tehnologija Logistike 4.0 u decentralizovanim kliničkim istraživanjima. Cilj je pronalazak tehnološkog rešenja koje u najvećoj meri odgovara sveobuhvatno zadatim kriterijumima i čija bi primena imala najpozitivniji uticaj na razvoj ovog tipa kliničkih istraživanja. Nakon uvodnog dela, drugi deo rada daje uvid u tehnologije koje se mogu koristiti u logistici kliničkih istraživanja. Kako bi se izvršilo vrednovanje ovih tehnologija, u trećem delu su dati adekvatni kriterijumi za vrednovanje. Četvrti deo rada prikazuje metodologiju i način korišćenja SWARA (eng. Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) i COBRA (eng. COmprehensive Distance Based RAnking) metode u vrednovanju tehnologija Logistike 4.0 sa aspekta primene u decentralizovanim kliničkim istraživanjima. Na samom kraju je dat zaključak i pravci budućih istraživanja.

## 2. Tehnologije Logistike 4.0 u decentralizovanim kliničkim istraživanjima

Savremeni razvoj kliničkih istraživanja pokazuje sve izraženiju potrebu za fleksibilnim, digitalno podržanim logističkim rešenjima koja omogućavaju sprovođenje istraživanja izvan tradicionalnih zdravstvenih ustanova. Različita inovativna tehnološka rešenja mogu unaprediti različite delove logističkog sistema – od planiranja i skladištenja do isporuke i kontrole povrata [12]. Logistika 4.0 predstavlja

primenu tehnologija Industrije 4.0 u logističkim aktivnostima, što direktno omogućava ispunjavanje individualnih zahteva korisnika [22] i kao takva, značajna je i za decentralizovana klinička istraživanja. Rešenja koja se mogu primeniti opisana su u nastavku.

Sajber-fizički sistemi (A1) imaju za cilj integraciju fizičkih uređaja i digitalnih kontrolnih sistema radi praćenja i automatizacije procesa u realnom vremenu. Omogućavaju da se parametri transporta ili skladištenja prate i porede sa zadatim normama [21].

Računarstvo u oblaku (A2) omogućava centralizovano čuvanje, razmenu i analizu podataka dostupnih svim učesnicima u istraživanju, a time i skladištenje i obradu podataka prikupljenih iz telemedicinskih sesija, nosivih senzora, elektronskih zdravstvenih zapisa itd. [15].

Big Data (A3) se koristi za obradu velikih količina podataka prikupljenih tokom istraživanja, što omogućava preciznije analize i predviđanja [21]. U fazi regrutacije pacijenata, pomaže u identifikaciji ciljne populacije i predviđanju stope odustajanja učesnika u ispitivanju [10].

Internet stvari (A4) obuhvata mrežu povezanih uređaja koji omogućavaju praćenje isporuka, uzoraka i vitalnih parametara pacijenata, obezbeđuju ispravnost lekova, prate uslove skladištenja i transporta, kako lekova, tako i drugih medicinskih terapija ili uzoraka telesnih tečnosti i krvi [12].

Veštačka inteligencija (A5) se primenjuje za analizu podataka, optimizaciju tokova i predviđanje mogućih problema u logistici. Ova tehnologija ima ulogu u planiranju i predikciji poremećaja u lancu snabdevanja, što je posebno važno kod teško dostupnih lekova ili bioloških materijala koji imaju ograničen rok trajanja [14].

Mašinsko učenje (A6) omogućava sistemima da samostalno uče iz iskustva i unapređuju tačnost predviđanja u planiranju i distribuciji. U radiologiji i patologiji, algoritmi mašinskog učenja postižu rezultate jednake ili bolje od lekara specijalista, posebno u zadacima detekcije anomalija [1].

Roboti (A7) obavljaju automatizovane zadatke u laboratorijama, skladištima ili transportnim procesima, smanjujući rizik od grešaka. Njihova najveća upotreba je vidljiva u isporuci terapija i uzoraka na udaljene lokacije [5]

Proširena stvarnost (A8) se koristi u obuci osoblja, udaljenom nadzoru i upravljanju složenim uređajima u realnom vremenu. Proširena stvarnost omogućava da se pacijenti i istraživači pripreme za ono što ih očekuje tokom sprovođenja studije [6].

Digitalni blizanci (A9) predstavljaju virtuelne modele realnih sistema koji omogućavaju simulaciju i optimizaciju logističkih procesa, pre nego što se oni

realizuju. Omogućavaju da se predvidi reakcija pacijenata na terapiju ili lek, da se optimizuje dizajn kliničkog istraživanja i smanji rizik [20].

Blokčejn tehnologija (A10) obezbeđuje sigurnu razmenu i verifikaciju podataka između učesnika u logistici kliničkih istraživanja. Primena blokčejn tehnologije unapređuje integritet podataka i brzinu njihovog preuzimanja, omogućavajući sigurno deljenje informacija među zainteresovanim stranama [14].

3D štampa (A11) omogućava brzu i prilagođenu izradu medicinske opreme, delova i pakovanja u blizini mesta primene. Pored ovoga, koristi se i u izradi medicinskih pomagala, kao što su slušni aparati, dentalne proteze ili ortopedski ulošci [13].

### **3. Kriterijumi za evaluaciju tehnologija Logistike 4.0**

Odabir kriterijuma zasnovan je na kombinaciji teorijskih saznanja i praktičnih zahteva koji proizilaze iz specifičnosti kliničkih istraživanja.

Brzina implementacije (C1) ima direktan uticaj na dinamiku sprovođenja istraživanja. Uslovi u kojima se studije sprovode često zahtevaju brzu adaptaciju, posebno tokom hitnih istraživanja (npr. u vreme pandemije COVID-19).

Pouzdanost isporuka (C2) meri sposobnost tehnologije da osigura tačnost i kontinuitet u isporukama lekova i medicinskih materijala.

Zaštita i bezbednost podataka (C3) je vrlo bitna jer se u ovim istraživanjima rukuje poverljivim podacima pacijenata.

Uticaj na kvalitet istraživanja (C4) se ogleda u načinu i efikasnosti prikupljanja, obrade i analize podataka koji doprinose naučnoj validnosti i pouzdanosti rezultata.

Skalabilnost (C5) se odnosi na sposobnost tehnologije da podrži širenje obima studije na više lokacija i na veći broj učesnika, što je od suštinske važnosti za globalne kliničke studije.

Otpornost na spoljne rizike (C6) ocenjuje sposobnost tehnologije da održi funkcionalnost u vanrednim situacijama, kao što su prekidi u lancima snabdevanja, regulatorne promene ili sajber napadi.

Jednostavnost primene (C7) se ogleda u intuitivnosti i lakoći upotrebe tehnologija, kako bi se izbegle greške i smanjila potreba za dodatnim obukama.

Troškovi implementacije (C8) predstavljaju ključni faktor u donošenju odluka. Potrebno je razmotriti početne troškove nabavke, integracije i održavanja tehnologije.

Dugoročna isplativost (C9) ocenjuje odnos između investicionih troškova i koristi koje tehnologija donosi tokom vremena.

Smanjenje grešaka u logističkim procesima (C10) se ostvaruje automatizacijom i digitalizacijom, kako bi se smanjile ljudske greške u isporukama, planiranju i praćenju materijala.

Potreba za dodatnim resursima (C11) podrazumeva zahteve za dodatnim osobljem, obukom, hardverom ili softverom da bi tehnologija bila uspešno implementirana.

#### 4. Evaluacija tehnologija Logistike 4.0

Za vrednovanje primene datih tehnologija u decentralizovanim kliničkim istraživanjima prema opisanim kriterijumima biće korišćena kombinacija dve metode višekriterijumskog odlučivanja: SWARA (eng. Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) [7] i COBRA (eng. Comprehensive Distance-Based Ranking) [8].

SWARA metoda će biti korišćena za određivanje relativne važnosti kriterijuma, a COBRA metoda za rangiranje alternativa na osnovu njihovog rastojanja od idealnog rešenja. Zbog obimnosti podataka, biće prikazani samo ulazni i izlazni podaci i deo međurezultata.

Korak 1: Potrebno je poređati kriterijume od najznačajnijeg do najmanje značajnog. U datom slučaju, kriterijumi su poređani na način kao što je prikazano u drugom redu Tabele 1. Kriterijum C3 je najznačajniji, a C11 najmanje značajan.

Korak 2: Počev od drugog kriterijuma u nizu, daju se ocene relativne važnosti svakog kriterijuma u odnosu na prethodni, na skali od 1 do 9.

Korak 3: Na osnovu datih ocena relativne važnosti određuje se koeficijent  $K_j$ , koji se računa prema izrazu:

$$K_j = \begin{cases} 1, & j=1 \\ S_{j+1}, & j>0 \end{cases} \quad (1)$$

Korak 4: Nakon toga, određuju se prilagođene težine kriterijuma ( $Q_j$ ):

$$Q_j = \begin{cases} 1, & j=1 \\ \frac{Q_{j-1}}{K_j}, & j>0 \end{cases} \quad (2)$$

pri čemu je  $Q_1 = 1$ , zato što prvi kriterijum ima najveći prioritet.

Korak 5: Na kraju se izračunavaju relativne težine kriterijuma ( $W_j$ ), koje predstavljaju normalizovane vrednosti prilagođenih težina, prema formuli:

$$W_j = \frac{Q_j}{\sum_{k=1}^n Q_k} \quad (3)$$

Na ovaj način se dobijaju proporcionalne težine svih kriterijuma koje odražavaju njihovu relativnu važnost u procesu odlučivanja (tabela 1).

Tabela 1. Primena SWARA metode

Rang kriterijuma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kriterijumi	C3	C2	C10	C4	C6	C9	C5	C1	C8	C7	C11
S <sub>j</sub>	/	2	3	5	4	6	3	7	5	8	9
K <sub>j</sub>	1	1.1	1.15	1.25	1.2	1.3	1.15	1.35	1.25	1.4	1.45
Q <sub>j</sub>	1	0.90	0.79	0.63	0.52	0.40	0.35	0.26	0.20	0.14	0.10
W <sub>j</sub>	0.18	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01

Relativne težine kriterijuma dobijene SWARA metodom predstavljaju ulaz za COBRA metodu, čiji koraci primene su prikazani u nastavku.

Korak 1: Formirati matricu odlučivanja A (tabela 2) čiji su elementi a<sub>ij</sub> ocene alternativa i (i=1,...,n) po kriterijumima j (j=1,...,m):

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

gde je *n* ukupan broj kriterijuma, a *m* ukupan broj alternativa koje se uzimaju u razmatranje.

Tabela 2. Matrica odlučivanja

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
A1	3	8	7	8	6	8	3	2	7	8	4
A2	9	7	3	6	9	5	8	7	8	5	8
A3	6	6	4	9	8	6	4	5	9	8	6
A4	8	5	2	6	8	4	6	4	6	5	5
A5	5	8	6	9	7	6	3	3	9	9	6
A6	5	8	6	9	7	6	3	3	9	9	6
A7	2	9	6	4	4	9	2	1	6	9	2
A8	8	5	3	7	7	5	8	5	6	6	7
A9	4	8	6	9	7	8	3	3	9	9	5
A10	1	9	9	5	3	8	1	1	7	5	2
A11	9	6	3	6	6	5	9	7	6	6	8

Korak 2: Formirati normalizovanu matricu odlučivanja Δ na sledeći način:

$$\Delta = [\alpha_{ij}]_{n \times m} \quad (5)$$

$$\alpha_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_i a_{ij}} \quad (6)$$

Korak 3: Formirati otežanu normalizovanu matricu odlučivanja Δ<sub>w</sub> na sledeći način:

$$A_w = [w_j \times \alpha_{ij}]_{n \times m} \quad (7)$$

gde je  $w_j$  težina kriterijuma  $j$  dobijena SWARA metodom.

Korak 4: Za svaku kriterijumsku funkciju odrediti pozitivno idealno ( $PIS_j$ ), negativno idealno ( $NIS_j$ ) I prosečno rešenje ( $AS_j$ ) na sledeći način:

$$PIS_j = \max_i (w_j \times \alpha_{ij}), \quad \forall j=1, \dots, m \quad \text{za } j \in J^B \quad (8)$$

$$PIS_j = \min_i (w_j \times \alpha_{ij}), \quad \forall j=1, \dots, m \quad \text{za } j \in J^C$$

$$NIS_j = \min_i (w_j \times \alpha_{ij}), \quad \forall j=1, \dots, m \quad \text{za } j \in J^B \quad (9)$$

$$NIS_j = \max_i (w_j \times \alpha_{ij}), \quad \forall j=1, \dots, m \quad \text{za } j \in J^C$$

$$AS_j = \frac{\sum_{i=1}^n (w_j \times \alpha_{ij})}{n}, \quad \forall j=1, \dots, m \quad \text{za } j \in J^B, J^C \quad (10)$$

gde su  $J^B$  i  $J^C$  skupovi kriterijuma koristi i troškova, respektivno.

Korak 5: Odrediti rastojanja svake alternative od pozitivnog idealnog ( $d(PIS_j)$ ), negativnog idealnog ( $d(NIS_j)$ ) rešenja kao i pozitivno ( $d(AS_j^+)$ ) i negativno rastojanje ( $d(AS_j^-)$ ) od prosečnog rešenja na sledeći način:

$$d(S_j) = dE(S_j) + \sigma \times dE(S_j) \times dT(S_j), \quad \forall j=1, \dots, m \quad (11)$$

gde  $S_j$  predstavlja bilo koje od rastojanja  $PIS_j$ ,  $NIS_j$ ,  $AS_j^+$  ili  $AS_j^-$ ,  $\sigma$  je korektivni koeficijent.

Korektivni koeficijent se računa na sledeći način:

$$\sigma = \max_i dE(S_j)_i - \min_i dE(S_j)_i \quad (12)$$

$dE(S_j)_I$  i  $dT(S_j)_I$  označavaju Euklidsko i Taxicab rastojanja, respektivno.

Korak 6: Rangiranje alternativa prema rastućim sveobuhvatnim vrednostima rastojanja ( $dC_i$ ) koje se dobijaju na sledeći način:

$$dC_i = \frac{d(PIS_j)_i - d(NIS_j)_i - d(AS_j^+)_i + d(AS_j^-)_i}{4}, \quad \forall I=1, \dots, n \quad (13)$$

$$NdC_i = \frac{dC_i + \min_i |dC_i|}{\max_i dC_i - \min_i dC_i}, \quad \forall I=1, \dots, n \quad (14)$$

Dobijeni rezultati (tabela 3) pokazuju da najvišu poziciju zauzimaju digitalni blizanci (A9), što potvrđuje njihov izuzetan značaj u simulaciji realnih procesa I mogućnost da se pomoću njih unapredi planiranje, kontrola i optimizacija sistema, bez potrebe za sprovođenjem eksperimenata u stvarnom okruženju.

Tabela 3. Konačni rezultati i rang alternativa

	Ujednačene vrednosti	Normalizovane vrednosti	Rang
A1	-0.027	0.02722	2
A2	0.023	0.64655	8
A3	0.003	0.39682	7
A4	0.051	1.00000	11
A5	-0.026	0.02941	3
A6	-0.026	0.02941	3
A7	-0.008	0.26700	6
A8	0.034	0.79136	10
A9	-0.029	0.00000	1
A10	-0.022	0.09111	5
A11	0.027	0.70743	9

## 5. Zaključak

U ovom radu je dat opis i evaluacija primene tehnologija Logistike 4.0 u decentralizovanim kliničkim istraživanjima, sa ciljem da se identifikuje rešenje koje najbolje podržava logističke procese. Pokazano je da digitalni blizanci predstavljaju najpovoljniju tehnologiju, pre svega zbog svoje sposobnosti da simuliraju i optimizuju procese, bez potrebe za intervencijama u realnom okruženju.

Dobijeni rezultati ukazuju da digitalizacija može značajno unaprediti planiranje, praćenje i upravljanje logističkim aktivnostima u decentralizovanim kliničkim istraživanjima. Buduća istraživanja mogu se usmeriti na ispitivanje kombinovanih tehnoloških rešenja Logistike 4.0, kao i na rezultate njihove primene u realnim kliničkim istraživanjima.

## 6. Literatura

- [1] Ahsan M. M, Luna S. A, Siddique Z, Machine-Learning-Based Disease Diagnosis: A Comprehensive Review. *Healthcare*, 10(3), 541, 2022.
- [2] Apostolaros M, Babaian D, Corneli A, Forrest A, Hamre G, Hewett J, ... Randall P, Legal, regulatory, and practical issues to consider when adopting decentralized clinical trials: recommendations from the clinical trials transformation initiative. *Therapeutic innovation & regulatory science*, 54(4), 779-787, 2020.
- [3] Breazeal C, Social robots for health applications. *Proceedings of the 2011 Annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society* (pp. 5368-5371). IEEE, 2011.

- [4] Christopher M.: *Logistics and Supply Chain Management*, 6<sup>th</sup> edition, The Financial Times, 2022.
- [5] Brose S. W, Weber D. J, Salatin B. A, Grindle G. G, Wang H, Vazquez J. J, Cooper R. A, The role of assistive robotics in the lives of persons with disability. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 89(6), 509-521.2010.
- [6] Farrell K, MacDougall D, An overview of clinical applications of virtual and augmented reality. *Canadian Journal of Health Technologies*, 3(3), 2023.
- [7] Keršulienė V, Zavadskas E. K, Turskis Z, Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258. 2010.
- [8] Krstić M, Agnusdei G. P, Miglietta P. P, Tadić S, Roso V, Applicability of on Industry 4.0 Technologies in the Reverse Logistics: A Circular Economy Approach Based Comprehensive Distance Based RAnking Method (COBRA) method, *Sustainability*, 14(9), 5632, 2022.
- [9] Krstić M, Tadić S, Zečević S, Technological solutions in Logistics 4.0. *Ekonomika preduzeća*, 69(5-6), 385 - 401, 2021.
- [10] Jabarulla M. Y, Lee H. N, A Blockchain and Artificial Intelligence-Based, Patient-Centric Healthcare System for Combating the COVID-19 Pandemic: Opportunities and Applications. *Healthcare*, 9(8), 1019. 2021.
- [11] Medidata: *Decentralized Clinical Trials: The Future of Clinical Research is Here*, 2022.
- [12] Meinert L, *ClinicalTrials: Design, Conduct and Analysis*, 2nd edition, New York, USA, Oxford University Press, 2012.
- [13] Musso F, Murmura F, Bravi L, Organizational and Supply Chain Impacts of 3D Printers Implementation in the Medical Sector, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7057, 2022.
- [14] Omidian H, Synergizing blockchain and artificial intelligence to enhance healthcare. *Drug Discovery Today*, 29(9), 104111, 2024.
- [15] Balakrishnan M, Soam S. K. Cloud Computing Technologies and its Applications in Bioinformatics. *Information and Knowledge Management* (pp. 93-100), 2023.
- [16] Rong Y, Yu L, Liu Y, Simic V, Pamucar D, A pharmaceutical cold-chain logistics service quality model using a q-rung orthopair fuzzy framework with distance measure, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 136, 2024.
- [17] Sehrawat O, Noseworthy P. A, Siontis K. C, Haddad T. C, Halamka J. D, Liu H, Data-Driven and Technology-Enabled Trial Innovations Toward Decentralization of Clinical Trials: Opportunities and Considerations, *Mayo Clinic Proceedings*, 98(9), 1404 - 1421, 2023.

- [18] Silva D. J, Nelson B. E, Rodon, J Decentralized Clinical Trials in Early Drug Development - A Framework Proposal. *Journal of Immunotherapy and Precision Oncology*, 7(3), 190-200, 2024.
- [19] Tadić S, Veljović M, Krstić M, Zečević S, Application of industry 4.0 technologies in home delivery: A review, *Journal of applied engineering science*, 21(3), 928 - 939, 2023.
- [20] Vallée A, Digital twin for healthcare systems, *Frontiers in Digital Health*, vol. 5, 1253050, 2023.
- [21] Zhang Y, Qiu M, Tsai C. W, Hassan M. M, Alamri A, Health-CPS: Healthcare cyber-physical system assisted by cloud and big data, *IEEE Systems Journal*, 11(1), 88 - 95, 2015.
- [22] Winkelhaus S, Grosse E. H, Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18-43, 2019.