

TEMA T1.6: UNIVERZITETSKO OBRAZOVANJE ZA POTREBE SAVREMENE INDUSTRIJE

Paper No.T1.6-1
10836

ZDRAVSTVO 4.0: NOVA PARADIGMA ZDRAVSTVENOG SISTEMA

Aleksandra Sitarević¹, Aleksandar Rikalović², Ilija Andrijević³, Zoran Radovanović⁴,
Nenad Simeunović⁵

^{1,2,5}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

^{3,4}Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet, Novi Sad, Srbija

sicasanjasandra@hotmail.com¹, a.rikalovic@uns.ac.rs², ilijaandrijevic@yahoo.com³, radovzoran@gmail.com⁴,
nsimeun@uns.ac.rs⁵

Kratak sadržaj: Industrija 4.0 predstavlja novi koncept koji obuhvata tehnološke inovacije u oblasti automatizacije, kontrole i informacionih tehnologija primenjenih na procese proizvodnje i pružanje usluga. Zahvaljujući rapidnom razvoju informacionih i komunikacionih tehnologija (engl. Information and Communications Technology - ICT), poput komunikacije od mašine do mašine (engl. Machine to Machine - M2M), bežične senzorske mreže (engl. Wireless Sensor Network - WSN), ali i novih tehnologija kao što su: sajber-fizički sistemi (engl. Cyber Physical Systems - CPS), Internet stvari (engl. Internet of Things - IoT) i Internet usluga (engl. Internet of Services - IoS) stvoren je koncept efikasnije automatizacije i povezivanja sveta u jednu globalnu mrežu.

Zdravstveni sektor je jedan od sektora koji je bio i ostao vrlo osetljiv na tehnološke promene. Upotrebom novih tehnologija iz Industrije 4.0, koje su doprinele novim metodama lečenja, dijagnostici i praćenju zdravstvenog stanja pacijenata, razvili su se i inovativni pristupi u organizaciji i upravljanju zdravstvenim sistemima.

Cilj ovog rada je razumevanje uticaja Industrije 4.0 na zdravstveni sektor, na osnovu korišćenja novih tehnologija, kao vitalnih za uvođenje inovacija u zdravstvenom sistemu, ali i za izgradnju zdravstvenih politika usmerenih na ljude.

Ključne reči: Industrija 4.0, Zdravstvo 4.0, nove tehnologije, zdravstveni sistem, usluge.

HEALTH CARE 4.0: A NEW PARADIGM OF THE HEALTH SYSTEM

Abstract: Industry 4.0 is a new concept that encompasses technological innovations in the field of automation, control, and information technology applied in the process of manufacturing and service. Regarding to the recent, rapid development of information and communication technologies (ICT), such as machine-to-machine communication (M2M), wireless sensor networks (WSN), but also the new technologies such as Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Things (IoT), and Internet of Services (IoS) created the concept of more efficient automation and connecting the world into one global network.

The health sector is one of the sectors that has been and remains very sensitive to technological evolution. Using new technologies from Industry 4.0, which have contributed to new methods of treatment, diagnosis, and monitoring of patients' health, innovative approaches in the organization and management of health systems have been developed.

The aim of this paper is to understand the impact of Industry 4.0 on the health sector, based on the use of new technologies, as vital for the introduction of innovations in the health system, but also for building health policies aimed at people.

Key Words: Industry 4.0, Health care 4.0, new technologies, health system, services.

1. EVOLUCIJA ZDRAVSTVENOG SISTEMA – ŠTA SE PROMENILO?

Zdravstvo 4.0 je novonastali koncept koji proističe iz Industrije 4.0, pozicioniran oko pametnih uređaja koji imaju pristup velikim količinama podataka, što u perspektivi omogućava donošenje odluka bez ljudskog učešća. Kada se govori o Zdravstvu 4.0, govori se o širokom spektru mogućnosti za korišćenje tehnologija Industrije 4.0 u svrhu unapređenja zdravstvene zaštite jer postulira novu i inovativnu viziju zdravstvenog sektora. Krajnji cilj je pružiti korisnicima uslugu sa većom dodatnom vrednošću i veću profitabilnost zdravstvenih usluga. Za postizanje takvog cilja neophodno je kontinuirano poboljšanje efektivnosti i efikasnosti sistema, bez obzira da li se radi o inkrementalnim ili radikalnim unapređenjima. Kod uslužnih procesa posebna pažnja se mora usmeriti ne samo na ishod procesa već i na iskustvo koje stiče korisnik, odnosno pacijent. U tom kontekstu, unapređenje zdravstvenih usluga se često posmatra u smislu fleksibilnosti, produktivnosti, isplativosti i pouzdanosti pruženih usluga.

Razvoj sistema zdravstvene zaštite kretao se u istom pravcu sa razvojem proizvodnih sistema [1]. Slično proizvodnim ili drugim industrijskim sektorima, pružanje zdravstvene zaštite je značajno evoluiralo naročito poslednje dve decenije.

Početne determinante prvobitne zdravstvene zaštite koje su preovladavale u praksi više stotina godina unazad, uglavnom se opisuju kroz susret korisnika zdravstvene zaštite (pacijenta) i članova tima za negu. Kroz konsultacije, testiranje i dijagnozu, obezbeđivala se terapija i recept za lekove, plan nege za lečenje bolesti, kao i planiranje monitoringa. Danas se stiglo do procesa pružanja zdravstvene zaštite putem sajber-fizičkih sistema opremljenih IoT-om, RFID (radio-frekventna identifikacija), mobilnim uređajima i svim vrstama ostalih medicinskih uređaja, inteligentnih senzora, medicinskih robota, itd., koji su integrisani sa računarstvom u oblaku, analizom velikih podataka, veštačkom inteligencijom i tehnikama za podršku u odlučivanju za postizanje pametnog i međusobno povezanog pružanja zdravstvenih usluga. Informacije u vezi sa pacijentom, npr. istorija lekova, dijagnostičke beleške, laboratorijski rezultati, planovi lečenja, stanje zaliha u apotekama, fakturisanje i potraživanja od osiguranja, danas se realizuju putem adekvatnih protokola.

Nedavna otkrića u digitalnim zdravstvenim tehnologijama (npr. elektronski zdravstveni kartoni, nadzor stanja pacijenta i uređaji za nošenje) nisu samo zahvalni za reinženjering procesa nege i poboljšanje ishoda zdravstvene zaštite kao što su kvalitet nege i bezbednost pacijenata, već mogu imati i veliki društveno-ekonomski uticaj u smislu smanjenja rashoda. Ovaj tehnološki razvoj je stvorio brojne mogućnosti za inovacije, ali i značajne izazove za pružanje nege.

2. KLJUČNE ODREDNICE ZDRAVSTVA 4.0

Osnovu Zdravstva 4.0 čine različiti aspekti veštačke inteligencije u svrhu poboljšanje tačnosti dijagnoze, lečenja, koordinacije i komunikacije između pacijenata, kliničara i drugih zainteresovanih strana, kako bi se postiglo personalizovano i pametno upravljanje zdravstvenom zaštitom, usmereno na pacijenta. S druge strane, u važne determinante Zdravstva 4.0 ubraja se i proces integracija svih aspekata zdravstvene zaštite radi izgradnje efikasne informacione mreže.

U svrhu poboljšanja tačnosti dijagnoze nužno je spomenuti postupke stratifikacije i klasifikacije korisnika [2], na osnovu čega se može identifikovati blok korelata ili prediktora sa specifičnom bolešću i otkriti se uzročna veza između faktora pacijenata i specifične bolesti, što može pomoći kliničarima da kreiraju planove intervencija za pacijente. Ovo može da pruži osnovu za razvoj kliničke podrške u donošenju odluka za dijagnozu i lečenje koje može da zadovolji specifične individualne potrebe pacijenata. Dalje, rezultati ovih analiza predviđanja mogu se koristiti za kreiranje preventivnih i proaktivnih planova nege [3]. Da bi se poboljšali pozitivni ishodi za pacijenta, potrebno je pažljivo praćenje vitalnih i drugih kritičnih faktora specifičnih za pacijenta [4], a koji se danas vrlo lako mogu utvrditi širokom upotrebom složene i inteligentne opreme i brojnih mobilnih uređaja, senzora, IoT-om i različitim vrstama funkcija povezivanja [5] što pomaže kontinuiranom i sveobuhvatnom prikupljanju informacija o nezi pacijenata bez obzira na lokaciju nege.

Integracija svih aspekata zdravstvene zaštite radi izgradnje efikasne informacione mreže povezivanjem svih elemenata sistema podrazumeva interakcije između pacijenata, lekara i drugih članova tima za negu. Komunikacija između pacijenata i zdravstvenog sistema je ključan kvalitet zdravstvene zaštite i bezbednost pacijenata [6]. Na ovaj način pacijenti bolje razumeju šta je potrebno za sprovođenje njihovog plana nege i uključeniji su u proces nege, što je od izuzetnog značaja pogotovo kada je reč o hroničnim, ali i bolestima sa složenom kliničkom slikom. Primena i upotreba informacionih tehnologija, poput: portala za pacijente, telefonskih poziva, video konferencija i aplikacija, mogu pomoći i olakšati komunikaciju i angažovanje pacijenata zdravstvenog sistema, tokom nestabilnih uslova ili u udaljenom okruženju.

Unutar zdravstvenog sistema, svi zdravstveni radnici uključeni u brigu o pacijentima treba da komuniciraju i koordiniraju efikasno i efektivno [7]. S druge strane, sve zdravstvene organizacije i zainteresovane strane u zajednici, uključujući male ordinacije, klinike, bolnice, apoteke, zdravstvene centre u zajednici, ustanove za dugotrajnu negu, individualne, regionalne i javne zdravstvene sisteme, treba integrisati u jedan širi sistem. Poboljšanje kvaliteta nege zahteva značajnu saradnju između svih ovih zdravstvenih organizacija i šire zajednice. Informacije koje su dostupne u svakom entitetu moraju biti dostupne drugim entitetima putem odgovarajućih protokola i procesa.

U perspektivi, bolnice 4.0 ili pametne bolnice mogu se smatrati zdravstvene ustanove za negu koje imaju za cilj da optimizuju resurse i procese kroz bolju organizaciju informacija, pacijenata - korisnika, kliničkog i administrativnog osoblja. Na isti način moguće je govoriti o "tehnološki pismenim" pacijentima, odnosno ljudima koji nabavljaju specijalne uređaje, koji im omogućuju da prate sopstvena zdravstvena stanja.

3. IZAZOVI I IMPLIKACIJE ZA TEHNOLOGIJU I ISTRAŽIVANJA

Uprkos velikom doprinosu razvoja tehnologije, poslovni sistemi se ujedno suočavaju i sa brojnim izazovima. Pored dobro poznatih izazova u vezi sa dostupnošću podataka i pitanjima privatnosti, kompatibilnost podataka može biti problematična, jer zdravstveni subjekti koriste različite baze podataka sa različitim formatima, stoga nije lako pronaći način koji će ih objediniti da budu kompatibilni i da međusobno neometano vrše komunikaciju.

Naredni potencijalni izazov se ogleda u postavljanju modela rešenja oko zdravstvenog problema, procesa ili sistema, gde treba uzeti u obzir različite nivoe i stepen složenosti. Nedovoljni detalji mogu dovesti do niskog koeficijenta poverenja modela, što može dovesti do neadekvatnih rezultata. Pored toga, modeli procesa višeg nivoa zavise od detaljnih konfiguracija modela nižeg nivoa i povezani su sa drugim modelima procesa ili sistema. Na primer, promena kapacitet sistema, broja medicinskog osoblja ili mesta u posmatranom modelu klinike će dovesti do varijacija u vremenu pružanja usluge i modelu toka, što može dovesti do ažuriranja rasporeda termina i promena u modelu toka rada zdravstvenih radnika, i dodatno utiče na raspoloživost klinike pacijentima.

4. ZAKLJUČAK

Pametni i međusobno povezani sistemi zdravstvene zaštite predstavljaju novu paradigmu pružanja zdravstvene zaštite u okviru koncepta Zdravstva 4.0. Da bi Zdravstvo 4.0 postalo stvarnost zahteva se učestvovanje više istraživačkih polja i disciplina. Pored naučnih disciplina koje su usmerena na pružanje zdravstvene nege, u procese je potrebno implementirati sajber-fizičke sisteme, informacione tehnologije, veštačku inteligenciju, robotiku, računarstvo, bezbednost, modeliranje i optimizaciju, bioinformatika i ljudski faktori i sistemski inženjering.

Na osnovu izloženog predstavljene su preporuke koje se ogledaju u uključenosti više disciplina i perspektiva, zatim na razvoju tehnologija i metodologija uz kombinaciju kvantitativnih i kvalitativnih pristupa, integracije sociotehničkog sistema dizajniranog tako da bude usmeren na korisnika – pacijenta, sa posebnom pažnjom na ljudske potrebe i zdravstvenu pravičnost.

5. LITERATURA

- [1] Xiang Zhong, Hee Lee, Jiangshang Li, *From production systems to health care delivery systems: A retrospective look on similarities, difficulties and opportunities*, International Journal of Production Research, 55(14), 4212–4227, 2017.
- [2] Mark Newman, Linda O'Dwyer, Lisa Rosenthal, *Predicting delirium: A review of risk-stratification models*, General Hospital Psychiatry, 37(5), 408–413, 2015.
- [3] Anne Hendry, Eliane Vanhecke, Anna Carriazo, Luis Lopez-Samaniego, L., Jana Espinosa, Dan Sezgin, *Integrated care models for managing and preventing frailty: A systematic review for the European Joint Action on Frailty Prevention*, 19(2):5-10, 2019.
- [4] Christoph Correll, Brita Galling, Aditya Pawar, *Comparison of early intervention services vs treatment as usual for early-phase psychosis: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression*, JAMA Psychiatry, 75(6), 555–565, 2018..
- [5] Ashock Vegesna, Melody Tran, Michelle Angelaccio, Steve Arcona, *Remote patient monitoring via non-invasive digital technologies: A systematic Review*, Telemedicine Journal and E-health: The Official Journal of the American Telemedicine Association, 23(1), 3–17, 2017.
- [6] John Kelley, Gordon Kraft-Todd, Lidia Schapira, Joe Kossowsky, Helen Riess, *Influence of the patient-clinician relationship on healthcare outcomes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*, PloS One, 9(4), e94207, 2014.
- [7] Cristina Nguyen, Lisa McElroy, Michael Abecassis, Jane Holl, Daniela Ladner, *The use of technology for urgent clinician to clinician communications: A systematic review of the literature*, International Journal of Medical Informatics, 84(2), 101–110, 2015.