

Ali smo pripravljeni uporabljati podkožni mikročip v zdravstvene namene

Anja Žnidaršič, Alenka Baggia, Borut Werber
Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, Kranj
{anja.znidarsic, alenka.baggia, borut.werber}@fov.uni-mb.si

Izvleček

Razvoj računalništva in informatike vpliva tudi na področje zdravstvenih storitev. Ena od prihajajočih tehnologij, ki jo v nekaterih primerih že uporabljajo tudi v zdravstvu, je radiofrekvenčna identifikacijska naprava. V prispevku obravnavamo problematiko radiofrekvenčnih identifikacijskih podkožnih mikročipov in razloge za njihovo (ne)uporabo v zdravstvene namene. Podatki o pripravljenosti uporabnikov za sprejetje radiofrekvenčnih identifikacijskih podkožnih mikročipov so bili zbrani s pomočjo spletne ankete. Analiza rezultatov je pokazala, podobno kot pri splošnem modelu sprejetja naprednih tehnologij, da tudi v obravnavanem primeru obstaja nekaj ključnih dejavnikov, ki vplivajo na odločitev oziroma odnos uporabnika do novosti. Dejavniki vpliva se nanašajo na uporabnost in enostavnost uporabe, ki skupaj z zdravstvenimi pomisleki, zaupanjem in starostjo vplivajo na pripravljenost bolnika, da sprejme tehnologijo radiofrekvenčnih identifikacijskih podkožnih mikročipov.

Ključne besede: podkožni mikročip, sprejetje tehnologije, strukturno modeliranje, zdravstvo.

Abstract

Are We Ready to Use Subcutaneous Microchips for Medical Purposes?

The progress of computer science and informatics has a significant impact on healthcare services. The radio frequency identification (RFID) device has been identified as one of the emerging technologies, which is in some cases already used in medicine. The paper discusses the issues of RFID subcutaneous microchip usage and the reasons for their (non)usage for healthcare purposes. An online survey was used to collect the data on the willingness to adopt RFID subcutaneous microchips. Similar to the general technology acceptance model, the analysis of the results in the presented case has shown that several key factors influence the decision or attitude of the potential user. Usability and ease of use, together with health concerns, trust and age have a significant impact on the willingness to adopt the RFID subcutaneous microchip technology.

Keywords: Subcutaneous microchip, Technology acceptance, Structural equation modelling, Healthcare.

1 UVOD

Dostopnost zdravstvene oskrbe je zaradi daljše povprečne življenjske dobe in povečane potrebe starostnikov po zdravstvenih storitvah vedno bolj pomembna. Pomanjkanje sredstev skušamo nadomestiti z optimizacijo, racionalizacijo in avtomatizacijo postopkov zdravstvene oskrbe. Tako v proces zdravstvenih storitev vključujemo nove tehnologije, ki so že uveljavljene na drugih področjih. Ena od takih tehnologij je radiofrekvenčna identifikacijska (angl. Radio frequency identification, RFID) naprava, ki je že uveljavljena in kaže bistvene prednosti na področju optimizacije procesov, v proizvodnji, knjižnicah in transportu. Čeprav je radiofrekvenčna identifikacijska tehnologija že uveljavljena, se pri uporabi radiofrekvenčnih identifikacijskih naprav za sledenje ljudi porajajo številni dvomi.

V splošnem nove tehnologije, ki jih uporabljajo v zdravstvu, ponujajo mnoge možnosti za izboljšave,

ki povečajo kakovost storitev, izboljšajo varnost in olajšajo delo izvajalcev in prejemnikov zdravstvene oskrbe. Kljub temu med uporabniki – bolniki – pri uporabi določenih novih tehnologij obstajajo pomisleki, ki ovirajo uporabo tehnoloških inovacij.

V prispevku proučujemo, kateri dejavniki vplivajo na pripravljenost za uporabo radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije v obliki podkožnega mikročipa na področju zdravstvene oskrbe. Za razliko od nekaterih obstoječih raziskav (Ip in sod., 2008; Adhiarna in sod., 2013; Cao in sod., 2014) smo se v tej raziskavi osredotočili na vidik končnega uporabnika – bolnika. Sprejetost pri končnem uporabniku je namreč ključnega pomena za uspešno uvedbo tehnologije. Raziskava prikazuje pripravljenost po-

tencialnih uporabnikov za uporabo radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije v zdravstvene namene. Za preverjanje sprejemljivosti uporabe radiofrekvenčnih identifikacijskih podkožnih mikročipov med ljudmi smo zaradi posebnosti proučevane tematike dopolnili osnovni model sprejemanja tehnologije (angl. Technology Acceptance Model, TAM) s komponentami starost, zdravstveni pomisleki in zaznano zaupanje. Predlagani model sprejetja smo preverili s strukturnim modeliranjem (angl. Structural Equation Modeling, SEM) ter ugotovili, da model dobro opisuje pripravljenost za uporabo podkožnih mikročipov.

Po opisu problematike, uporabe radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije, modelov sprejetja nove tehnologije ter specifik sprejemanja podkožnih mikročipov v uvodnem razdelku prispevek nadaljujemo z opisom raziskovalnega modela in hipotez. Podrobneje opredelimo tudi koncept strukturnega modeliranja. Med rezultati najprej prikazujemo način zbiranja podatkov ter lastnosti vzorca. Sledi analiza merskega modela ter analiza strukturnega modela. Pred sklepom podajamo še nekaj dodatnih rezultatov, ki so neodvisni od modela. V sklepu povzamemo ugotovitve raziskave in razpravljamo o možnostih uporabe podkožnih mikročipov v zdravstvene namene.

1.1 Uporaba radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije

Radiofrekvenčna identifikacijska tehnologija uporablja brezžično elektromagnetno polje za prenos podatkov. Radiofrekvenčne identifikacijske naprave delimo na aktivne in pasivne, pri čemer v pasivnem sistemu naprava ne potrebuje vira napajanja, saj ji energijo za odčitavanje podatkov posreduje naprava za branje podatkov. Ta prebrane podatke pošlje tretji napravi (npr. računalniku), ki lahko s pomočjo pridobljenih informacij identificira objekt, posreduje podatke o objektu, omogoči dostop do podatkov objekta, aktivira naprave itd. Z razvojem RFID-mikročipa so to napravo začeli uporabljati za identifikacijo stvari, živali in ne nazadnje tudi oseb. Radiofrekvenčno identifikacijsko tehnologijo uporabljajo v industriji že od leta 2000 na področjih dobave, logistike, trgovine na drobno, kmetijstva (Voulodimos in sod., 2010) in knjižnic (Dwivedi in sod., 2013). Prav tako lahko z radiofrekvenčno identifikacijsko kartico spremljamo prihode, odhode in gibanje za-

poslenih ves čas dosega radiofrekvenčnega identifikacijskega sistema organizacije. Podkožni radiofrekvenčni identifikacijski vsadki v obliki mikročipov v steklenem ovoju za človeka niso več zgodbe o znanstveni fantastiki (Ip in sod., 2008), saj jih že več let uporabljajo v zdravstvu.

V zdravstveni oskrbi lahko radiofrekvenčni identifikacijski sistem podpira različne podprocese znotraj celotnega sistema od predpisovanja zdravil (Peris-Lopez in sod., 2011), spremljanja medicinske opreme (Parlak in sod., 2012) in pripomočkov, bolnikov (Wu in sod., 2013; Hu in sod., 2014) ter zaposlenih. Vsak sistem ima svoje prednosti in posebnosti (Yao in sod., 2013). Nekateri raziskovalci skušajo z radiofrekvenčno identifikacijsko tehnologijo podpreti alternativne načine zdravljenja (Lin in Lin, 2013).

Najbolj obetavna področja uporabe radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije (Zailani in sod., 2015) v zdravstveni oskrbi so:

- a) sledenje medicinskih pripomočkov in bolnikov,
- b) identifikacija bolnikov,
- c) avtomatični prenos in zbiranje podatkov,
- č) nadzor fizioloških parametrov bolnikov s pomočjo senzorjev.

Kljub temu da je mogoče zaznati večje odobravanje družbe za uporabo vsadkov v človeško telo (Ip in sod., 2008), ostaja pri uporabi naprav z mikročipi za zdravstvene namene več pomislekov (Perakslis in sod., 2014). Glavni pomisleki so tehnološke omejitve, negativni vplivi na telo in visoki stroški uporabe (Yao in sod., 2012).

Vprašanja zasebnosti bistveno vplivajo na sprejetje uporabe radiofrekvenčnih identifikacijskih mikročipov. V preteklih raziskavah (Smith, 2008; Günther in Spiekermann, 2005) je večina ljudi izrazila strah pred kršenjem pravice do zasebnosti ter svobodi izbire. Nasprotno od Wamba in sod. (2013) Chong in Chan (2012) nista našla dejavnikov, vezanih na varnost in zasebnost pri uporabi radiofrekvenčnih identifikacijskih identifikacijskih sistemov v zdravstveni oskrbi. V teh primerih so bile radiofrekvenčne identifikacijske označbe pritrjene na bolnika, zdravstvenega delavca ali spremljani objekt. Spet drugače trdita Smart in Bunduchi (2010), ki sta proučevala uporabo radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije v nabavnih verigah in zapisala, da imajo vprašanja zasebnosti negativen vpliv na uporabo radiofrekvenčnih identifikacijskih tehnologij.

1.2 Sprejetje nove tehnologije

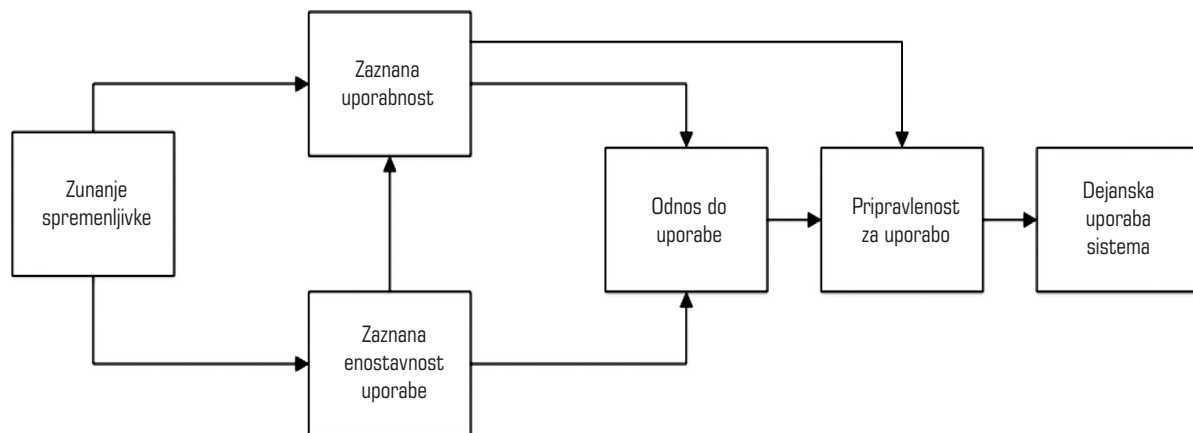
Pri pregledu literature (Adhiarna in sod., 2013) ugotovimo, da za proučevanje sprejemljivosti radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije uporabljajo različne metodologije:

- a) model širjenja inovacij (angl. Diffusion of Innovation, DoI),
- b) model sprejetja tehnologije (angl. Technology Acceptance Model, TAM),
- c) model za tehnologijo, organizacijo in okolje (angl. Technology-Organization-Environment framework, TOE) (Cao in sod., 2014),
- č) druge modele sprejemljivosti IT ter kombinacije teh modelov (Chong in Chan, 2012).

Model sprejetja tehnologije (TAM) je najpogos-

teje uporabljen teoretični pristop za proučevanje družbenih odzivov na nove tehnologije (Venkatesh in Davis, 2000; Ronteltap in sod., 2011) in je eden izmed najbolj citiranih modelov v literaturi (Bagozzi in Yi, 2012).

Davis in sod. (1989) predlagajo TAM kot možni način za napoved verjetnosti sprejetja nove tehnologije v skupini ali organizaciji. TAM predpostavlja, da obstajata dve prepričanja, ki določata uporabo računalnika: zaznana uporabnost in zaznana enostavnost uporabe, ki odpravita subjektivne norme in normativna prepričanja (Pai in Huang, 2011). Zaznana uporabnost in zaznana enostavnost uporabe sta pod vplivom različnih zunanjih dejavnikov, kot je prikazano na sliki 1.



Slika 1: Osnovni model sprejetja tehnologije (povzeto po Davis in sod., 1989)

1.3 Razširitev modela sprejetja tehnologije za sprejetje mikročipa

Čeprav je bil osnovni model sprejetja tehnologije večkrat posodobljen (Venkatesh in Davis, 2000), razširjenih modelov ni mogoče uporabiti v obravnavanem primeru, ker je prvotni razširjeni model (UTAUT) osredotočen na organizacijski vidik in ne na vidik posameznika, model UTAUT2 (Venkatesh in sod., 2012) pa vsebuje dodatne komponente, ki v primeru sprejetja radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije niso relevantni (navade, cenovna vrednost, motivacija užitka). V predstavljenem primeru smo zato uporabili prvotni model, ki smo ga ustrezno razširili z vsemi pomembnimi dejavniki pri sprejetju podkožnih mikročipov (Holden in Karsh, 2010). Na podlagi pregleda literature smo v osnovni model vključili zunanjo spremenljivko starost (Morris in Venkatesh, 2000) ter komponenti zaznano zaupanje

(Smith, 2008) in zdravstveni pomisleki (Katz in Rice, 2009).

Indikatorji za merjenje posameznih komponent so bili povzeti po predhodnem študiju literature in obstoječih raziskav s področja uporabe radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije. Pet indikatorjev, povezanih z zaznanim zaupanjem, je bilo povzetih po raziskavi Katz in Rice (2009). Tem sta bila dodana dva indikatorja, povzeta po raziskavi Davis (1989), na podlagi katere so bili opredeljeni tudi indikatorji za zaznano enostavnost uporabe. Indikatorji, povezani z zaupanjem, so bili povzeti po Smith (2008), indikatorji, povezani z zdravstvenimi pomisleki, pa iz več raziskav (Katz in Rice, 2009, Roter in sod., 2008). Indikatorje, povezane s pripravljenostjo za uporabo, smo pripravili glede na povratne informacije, ki smo jih dobili s pilotnimi intervjuji.

2 RAZISKOVALNI MODEL IN HIPOTEZE

Na podlagi študija literature smo se odločili, da poleg treh izvirnih komponent modela sprejetja tehnologije (»zaznana uporabnost«, »zaznana enostavnost uporabe« in »pripravljenost za uporabo«) vključimo v model zunanje dejavnike (»zdravstveni pomisleki«, »zaznano zaupanje« ter »starost«).

Glede na teorijo TAM in opis zunanjih spremenljivk, ki smo jih vključili v model, smo postavili raziskovalne hipoteze (grafično prikazano na sliki 2):

H1a: Zdravstveni pomisleki imajo negativen učinek na zaznano zaupanje.

H1b: Zdravstveni pomisleki imajo negativen učinek na zaznano uporabnost.

H2a: Zaznano zaupanje ima pozitiven učinek na zaznano uporabnost.

H2b: Zaznano zaupanje ima pozitiven učinek na pripravljenost za uporabo.

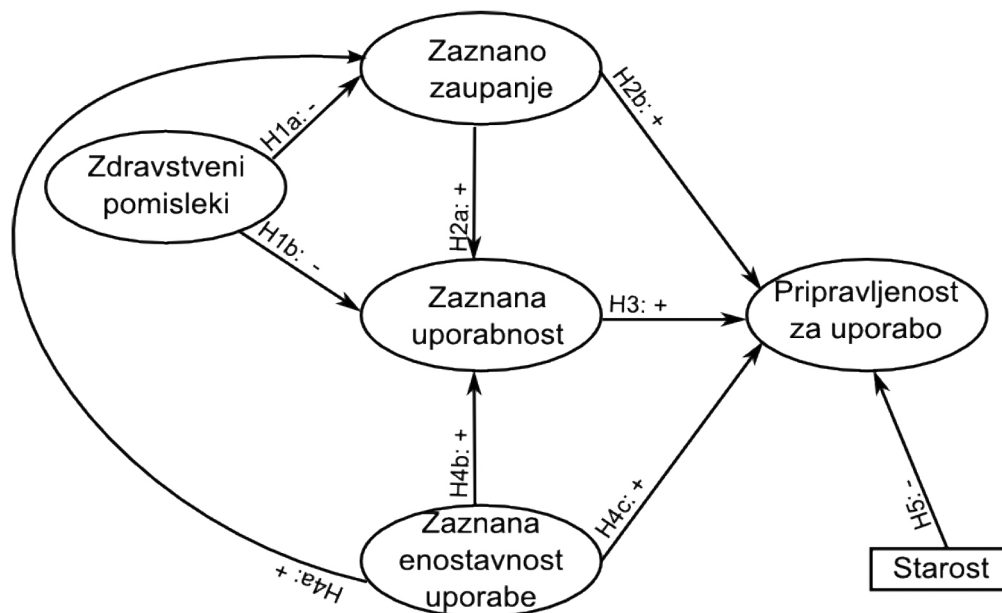
H3: Zaznana uporabnost ima pozitiven učinek na pripravljenost za uporabo.

H4a: Zaznana enostavnost uporabe ima pozitiven učinek na zaznano zaupanje.

H4b: Zaznana enostavnost uporabe ima pozitiven učinek na zaznano uporabnost.

H4c: Zaznana enostavnost uporabe ima pozitiven učinek na pripravljenost za uporabo.

H5: Starost ima negativen učinek na pripravljenost za uporabo.



Slika 2: Razširjeni model TAM za pripravljenost uporabe mikročipov in postavljene raziskovalne hipoteze

Predstavljeni razširjeni model TAM je bil uporabljen kot podlaga za oblikovanje vprašalnika. Vsako komponento modela zastopa več izmerjenih indikatorjev (na podlagi anketnih vprašanj). Tako ima komponenta zaznano zaupanje tri indikatorje, zaznana enostavnost uporabe in zdravstveni pomisleki po štiri indikatorje, pripravljenost za uporabo pet indikatorjev ter zaznana uporabnost sedem indikatorjev. Vsi odgovori na vprašanja so bili merjeni s pomočjo petstopenjske lestvice Likertovega tipa, pri čemer 1 pomeni »sploh se ne strinjam« in 5 pomeni »popolnoma se strinjam«. Prvih šest indikatorjev za zaznano uporabnost pa je bilo merjeno na lestvici ocenjevanja ideje od »zelo slaba ideja« (1) do »zelo

dobra ideja« (5). Indikatorje komponente pripravljenost za uporabo smo merili na dihonomni lestvici ne/da (0/1). Starost anketirancev je bila merjena v letih.

Predstavljeni model smo analizirali s pomočjo strukturnega modeliranja (angl. Structural Equation Modeling, SEM), ki zajema širok spekter statističnih metod in ga lahko v grobem opišemo kot kombinacijo konfirmatorne faktorske analize in regresijske analize (Hox in Bechger, 2007). Poglavitna prednost strukturnega modeliranja je, da ga lahko uporabimo za analizo odvisnosti med več spremenljivkami hkrati (Kline, 2011). Tako odvisne kot tudi neodvisne spremenljivke v modelu so lahko ali merjene spremenljivke (npr. spremenljivke neposredno iz

vprašalnika) ali pa latentne spremenljivke (ki jih ne moremo izmeriti neposredno). Strukturni model analiziramo v dveh delih, in sicer najprej merski model, ki opisuje povezave med mejnimi in latentnimi spremenljivkami, ter strukturni regresijski model, ki opisuje odvisnosti med latentnimi spremenljivkami. Posamezni koraki v analizi obeh modelov so na kratko opisani v nadaljevanju ob predstavitvi rezultatov.

3 REZULTATI

3.1 Zbiranje podatkov in opis vzorca

Za zbiranje podatkov o pripravljenosti uporabe podkožnih radiofrekvenčnih identifikacijskih mikročipov v Sloveniji je bila uporabljena spletna anketa. Del vabil za reševanje ankete je bil posredovan prek družbenih omrežij raziskovalcev, vabilo pa je

Tabela 2: Opisna statistika komponent modela in indikatorjev

Komponenta	Spremenljivka	N	Povp.	SD	Asim.	Splošč.
Zdravstveni pomisleki (ZP) Povp. = 3,17 SD = 1,028	Podkožni mikročip lahko ogroža moje zdravje zaradi možnih premikov v telesu (vstop v ožilje, zastoj srca).	379	3,04	1,241	0,142	-0,975
	Podkožni mikročip lahko vpliva na moje čustveno vedenje (upravljanje čustev človeka itd.).	379	3,17	1,351	-0,082	-1,178
	Podkožni mikročip lahko ogroža moje zdravje zaradi možnih alergij.	379	3,23	1,166	-0,108	-0,813
	Podkožni mikročip lahko ogroža moje zdravje zaradi vpliva na živčni sistem (vodenje udov itd.).	379	3,25	1,185	-0,112	-0,781
Zaznano zaupanje (ZZ) Povp. = 2,65 SD = 1,231	Država bo zagotovila varnost in zaščito človekovih pravic (varovanje osebnih podatkov, potni list, kraja osebnosti, sledenje prek GPS, ne sme se beležiti podatkov brez privolitve osebe).	379	2,49	1,316	0,361	-1,045
	Banke bodo zagotovile varnost (varovane transakcije, preverjanje identitete, zavarovanje pred vdori, napadi itd.).	379	2,66	1,300	0,078	-1,176
	Zdravstveni sistem bo zagotovil varnost (osebni podatki, podatki o alergijah, podatki o zdravljenju, darovanje organov itd.).	379	2,81	1,331	-0,005	-1,186
Zaznana uporabnost (ZU) Povp. = 3,70 SD = 1,002	Podkožni mikročip je uporaben za:					
	spremljanje zdravstvenega stanja uporabnika	379	3,55	1,266	-0,787	-0,341
	obveščanje o možnih zdravstvenih problemih in zapletih	379	3,73	1,283	-0,981	-0,057
	shranjevanje zdravstvenih podatkov pri nesrečah in nujnih primerih	379	3,60	1,294	-0,806	-0,369
	osebne podatke bolnika	379	3,19	1,286	-0,379	-0,864
	shranjevanje informacij o darovanju organov	379	3,25	1,327	-0,380	-0,970
	Uporabniki podkožnega mikročipa bi morali imeti nižje stroške zdravstvenega zavarovanja.	379	3,18	1,421	-0,279	-1,179
	Podkožni mikročip lahko reši življenje (v primeru nezvesti, srčni spodbujevalnik, detektor krvnega sladkorja, dozirniki insulina itd.).	379	3,67	1,191	-0,825	-0,037
Zaznana enostavnost uporabe (ZEU) Povp. = 3,45 SD = 1,091	Podkožni mikročip je vedno na voljo.	379	3,71	1,158	-0,954	0,257
	Podkožnega mikročipa ni mogoče izgubiti.	379	3,88	1,088	-1,153	0,946
	Podkožnega mikročipa ni mogoče ukrasti (visoka varnostna zaščita).	379	3,31	1,283	-0,391	-0,894
	Podkožni mikročip lahko vključuje več funkcij hkrati.	379	3,91	1,115	-1,280	1,192
Ali bi si vstavili podkožni mikročip za:					N^a	Odstotki^a
Pripravljenost za uporabo (PZU)	zdravstvene potrebe (identifikacija, shranjevanje medicinskih podatkov, donacije organov itd.)				183	48,3 %
	identifikacijske potrebe (osebna izkaznica, potni list, vozniško dovoljenje, davčna številka itd.)				115	30,3 %
	nakupovanje in plačevanje (kot nadomestilo za plačilne kartice, kreditne kartice, članske izkaznice trgovcev itd.)				89	23,5 %
	vsakodnevno uporabo doma (odklepanje stanovanja, avta, računalnika, telefona itd.)				107	28,2 %
	v primeru zagotovila, da ne omogoča GPS-sledenja				142	37,5 %

^a Število (in odstotek) vprašanih, ki so odgovorili pozitivno na vsako vprašanje.

bilo objavljeno tudi na spletni strani fakultete ter na spletnih straneh nekaterih medijskih hiš. V obdobju od 21. januarja do 23. marca 2014 smo prejeli skupaj 649 izpolnjenih anket. V naslednje analize smo vključili le 379 v celoti izpolnjenih anket.

Vzorec je sestavljen iz 58,6 % žensk in 41,4 % moških. Med anketiranci je 14,2 % učencev osnovne šole, 13,7 % dijakov in 13,7 % študentov. Skoraj polovica anketirancev (45,6 %) ima status zaposlene osebe, 6,3 % je upokojencev, 7,7 % pa ima status brezposelne osebe. Starost anketirancev se giblje od 12 do 90 let, povprečna starost je 31,9 leta, standardni odklon 15,0 leta. Četrtnina anketirancev je mlajših od 18 let, mediana starosti je 30 let, tretji kvartil pa je enak 40 let.

3.2 Analiza merskega modela za pripravljenost uporabe mikročipov

Za vseh pet komponent modela kot tudi za 23 pripadajočih indikatorjev iz vprašalnika smo najprej izračunali opisne statistike (tabela 2). Povprečne vrednosti za vse komponente (razen zaznano zaupanje) so na lestvici med 1 in 5 in so bile vsaj 3,17, kar pomeni, da se lahko na splošno razvrstijo kot pozitiven odziv. Povprečna vrednost 2,65 za komponento zaznano zaupanje pa pomeni, da imajo anketirani v povprečju precej nizko zaupanje o varnostnih vprašanjih, povezanih z mikročipi, ki naj bi jih zagotavljali država, banke in zdravstveni sistem.

Posebej nas je zanimalo, koliko vprašanih bi sprejelo vsaditev podkožnega mikročipa. Največji delež vprašanih (48,3 %) bi si vstavilo podkožni mikročip za zdravstvene namene, na primer za namen identifikacije, shranjevanje zdravstvenih podatkov, podatkov o darovanju organov ipd.

Približno četrtnina vprašanih (23,5 %) bi uporabljala podkožni mikročip za nakupovanje in plačila, 28,2 % za vsakdanjo rabo doma (odklepanje vrat, elektronskih naprav ipd.) in 30,3 % za identifikacijo (osebna izkaznica, potni list, vozniško dovoljenje ipd.) Če bi anketiranci imeli zagotovilo, da podkožni mikročip ne omogoča določanja položaja in GPS-sledenja, bi bil njihov odnos do uporabe podkožnega mikročipa še bolj pozitiven (37,5 %). To potrjuje, da igra vprašanje zasebnosti pomembno vlogo pri njihovi odločitvi o možnostih uporabe.

Najprej smo preverili zanesljivost komponent modela s pomočjo Chrombachovega alfa koeficienta. Ker so vse vrednosti presegle mejo 0,8, kot priporoča Kline (2011), lahko trdimo, da obstaja med vprašanji

v anketnem vprašalniku visoka stopnja notranje zanesljivosti.

Zaradi različnih ocenjevalnih lestvic v vprašanjih sta bili najprej izvedeni dve eksplorativni faktorski analizi. Z obema analizama smo potrdili, da se dobjeni faktorji povsem ujemajo s komponentami, ki smo jih predpostavili v modelu.

V nadaljevanju smo s pomočjo R-paketa lavaan (Yves, 2012; Yves, 2014) izvedli konfirmatorno faktorsko analizo z namenom raziskati merski model, nato pa smo analizirali še strukturni model in postavljene hipoteze.

Veljavnost konstrukta se nanaša na to, kako dobro merjene spremenljivke opisujejo teoretično latentno spremenljivko, ki naj bi jo merile. Veljavnost konstrukta smo preverili na tri načine (Fornell in Larcker, 1981; Koufteros, 1999): s pomočjo standardiziranih strukturnih uteži, ki morajo presegati mejo 0,5, ter s pripadajočimi z-vrednostmi; s kazalnikom kompozitna zanesljivost (angl. composite reliability, CR), ki mora biti za vsako latentno spremenljivko nad 0,7, ter s povprečji izločenih varianc (angl. average variance extracted, AVE), ki morajo biti nad 0,5.

Analiza merskega modela za pripravljenost uporabe mikročipov je pokazala, da model izpolnjuje vse tri navedene pogoje. Vseh pet kazalnikov kompozitne zanesljivosti je bilo nad 0,5, saj je bil najnižji enak 0,803, in sicer za latentno spremenljivko zdravstveni pomisleki. Najnižja vrednost AVE je bila enaka 0,514 za latentno spremenljivko zdravstveni pomisleki. Na podlagi rezultatov lahko torej sklepamo, da so vse merjene spremenljivke, vključene v model, smiselno povezane v posamezne teoretične konstrukte oz. latentne spremenljivke.

Diskriminantno veljavnost merskega modela smo preverili tako, da smo kvadratni koren iz vrednosti AVE za posamezno latentno spremenljivko primerjali s korelacijskimi koeficienti med latentnimi spremenljivkami. Ker so bile vse vrednosti kvadratnih korenov iz AVE večje od ustreznih korelacijskih koeficientov, smo potrdili, da imajo merske spremenljivke več skupnega s pripadajočo latentno spremenljivko kot z ostalimi.

V zadnjem koraku ocenjevanja splošne primernosti merskega modela smo uporabili nekaj najpogostejše uporabljenih indeksov ustreznosti (χ^2/df , Non-normed fit index (NNFI), Comparative fit index (CFI), Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)), pri čemer so vsi pokazali, da se model dobro prilega podatkom.

3.3 Model pripravljenosti uporabe podkožnih mikročipov

Prileganje strukturnega modela smo preverili z istimi indeksi kot merski model ($\chi^2/df = 1,73 \leq 3$ (Teo in Zhou, 2014), $NNFI = 0,91 \geq 0,9$, $CFI = 0,92 \geq 0,9$ (Koufteros, 1999) in $RMSEA = 0,044$ s pripadajočim 90-odstotnim intervalom zaupanja (0.037, 0.051) (MacCallum, Browne in Sugawara, 1996), pri čemer vsi nakazujejo, da se model dobro prilega podatkom.

Glede na vrednosti standardiziranih uteži in ustreznih z-vrednosti smo potrdili vseh osem hipotez (tabela 3).

Napovedana ustreznost modela je zadovoljiva, saj so vsi determinacijski koeficienti (angl. determination coefficient) R^2 večji od 0,1, kar ustreza priporočilom Falk in Miller (navedeno v Escobar-Rodriguez in Monge-Lozano, 2012). R^2 za konstrukt zaznano zaupanje je enak 0,271, za konstrukt zaznana uporabnost 0,603, za konstrukt pripravljenost za uporabo pa 0,638.

Tabela 3: Povzetek rezultatov testiranja hipotez strukturnega modela

Hipoteza	Povezava	Pričakovani predznak povezave	Standardizirani koeficient povezave	z-vrednost
H1a	ZP → ZZ	–	–0,241	–3,811***
H1b	ZP → ZU	–	–0,103	–2,169*
H2a	ZZ → ZU	+	0,295	5,815***
H2b	ZZ → PZU	+	0,308	4,930***
H3	PU → PZU	+	0,390	4,303***
H4a	ZEU → ZZ	+	0,350	4,853***
H4b	ZEU → ZU	+	0,523	9,476***
H4c	ZEU → PZU	+	0,195	2,415*
H5	Starost → PZU	–	–0,207	–3,705***

Statistična značilnost standardiziranega koeficienta povezave:

* predstavlja nivo 5 % statistične značilnosti

** predstavlja nivo 1 % statistične značilnosti

*** predstavlja nivo 0,1 % statistične značilnosti

3.4 Dodatni rezultati glede na demografske karakteristike

Predstavljamo nekaj splošnih, od modela neodvisnih rezultatov, ki pa so po svoji vsebini zanimivi za obravnavo. Na vprašanje »Ali bi uporabili podkožni RFID mikročip za zdravstvene potrebe?« je pozitivno odgovorilo 46,2 % žensk in 42,7 % moških, kar kaže na manjšo zaskrbljenost žensk v primerjavi z moškimi. Na vprašanje »Ali bi si podkožni RFID mikročip vstavili v medicinske namene?« je pozitivno

odgovorilo 60,3 % učencev, 58,2 % dijakov, 47,5 % študentov, 38,7 % zaposlenih in 47,2 % upokojenec. Opazimo, da – razen v primeru upokojenec – število pozitivnih odgovorov s starostjo pada.

Ob zagotovitvi, da podkožni radiofrekvenčni identifikacijski mikročip ne omogoča GPS-sledenja, bi si mikročip vstavilo 52,8 % dijakov, 47,6 % učencev, 39,3 % študentov in 28,7 % zaposlenih. Glede na rezultate, bi bilo 39,3 % vprašanih pripravljenih uporabiti podkožni mikročip za splošno uporabo in 47,5 % v zdravstvene namene.

4 RAZPRAVA

Namen raziskave je bil preučiti pripravljenost ljudi za uporabo podkožnega radiofrekvenčnega identifikacijskega mikročipa v zdravstvene namene. Doseganje raziskave se večinoma osredotočajo na sprejetost radiofrekvenčne identifikacijske tehnologije in podkožnih mikročipov pri organizacijah oziroma zdravstvenih ustanovah ali osebju, samo nekaj pa je takih, ki sprejetje tehnologije radiofrekvenčne identifikacijske analizirajo z vidika končnega uporabnika (Katz in Rice, 2009). Zaradi slabega poznavanja tehnologije se uporabniki težko opredelijo, ali gre za nekaj pozitivnega ali negativnega (Ip in sod., 2008). Tehnološko že dalj časa ni ovir za uvedbo te tehnologije, zato smo želeli v naši raziskavi proučiti, ali so na uvedbo podkožnih mikročipov v zdravstvu pripravljeni tudi končni uporabniki – bolniki.

Glavni pomisleki potencialnih uporabnikov podkožnih mikročipov so zasebnost, zdravstvena vprašanja in varovanje osebnih podatkov (Smith, 2008). Da bi vključili vsa ta vprašanja, smo prvotni model TAM razširili s komponentama zdravstveni pomisleki in zaznano zaupanje. Dodatno smo proučevali še vpliv starosti na pripravljenost na uporabo. Rezultati statističnih izračunov so pokazali, da model po vseh kriterijih ustreza tako podatkom kot zastavljenim ciljem. Vse postavljene hipoteze so bile sprejete. Na podlagi tega lahko sklepamo, da je pripravljenost uporabe radiofrekvenčnih identifikacijskih podkožnih mikročipov odvisna od zaznane uporabnosti, zaznane enostavnosti uporabe in zaznanega zaupanja. Iz vidika pripravljenosti uporabe bi največji del vprašanih najprej razmislil o uporabi na področju zdravstvene oskrbe, manj pa za osebno identifikacijo, domačo uporabo ali nakupovanje. Ob zagotovitvi, da ni možnosti za GPS-sledenje, bi se delež na prej omenjenih področjih še povečal.

To govori v prid našim domnevam, da je zasebnost ključnega pomena pri nameri uporabe podkožnega mikročipa.

Zaznano zaupanje ima pozitiven vpliv na pripravljenost za uporabo podkožnega mikročipa. S perspektive načrtovalcev uporabe podkožnih čipov in/ali njihovih proizvajalcev je to eden najpomembnejših dejavnikov, saj ga je najtežje povečati oz. izboljšati. Uporabniki so namreč odgovorili, da ne zaupajo državi, zdravstvenemu sistemu in bankam, da so sposobne zagotoviti ustrezno stopnjo varnosti, ki bi lahko bila z uporabo mikročipa ogrožena. Pripravljenost za uporabo je pozitivno odvisna od zaznane uporabnosti. Anketiranci se strinjajo, da ima uporaba podkožnega mikročipa veliko načinov uporabnosti, od nadzora, diagnostike, informiranja in alarmiranja o zdravstvenem stanju uporabnika (krvni sladkor, pritisk, srčni utrip itn.), shranjevanja podatkov o amnezijah in alergijah v primerih nesreč, nezvesti ali za potrebe nujne medicinske pomoči. Predvidevamo, da bi se z uporabo radiofrekvenčnih identifikacijskih podkožnih mikročipov znižali stroški zdravstvene oskrbe, obravnava bolnikov bi bila hitrejša, informacije o pripravljenosti za darovanje organov bi bile bolj natančne. Če bi potencialnim uporabnikom predstavili vse možnosti, ki jih ponuja uporaba podkožnega mikročipa, bi najverjetneje zaznali najvišjo stopnjo naklonjenosti prav za področje zdravstvene oskrbe.

Kot tretji pozitivno povezani dejavnik pripravljenosti uporabe je zaznana enostavnost uporabe. Podkožni radiofrekvenčni identifikacijski mikročip je vedno na razpolago, ne moremo ga izgubiti, ne morejo ga ukrasti in lahko opravlja več funkcij hkrati. Ta dejavnik pozitivno prispeva k sprejetju zaznane uporabnosti in zaznanemu zaupanju.

Kot negativni dejavnik na zaznano uporabnost in zaznano zaupanje vplivajo zdravstveni pomisleki. Med temi naletimo na vprašanja, vezana na nevarnosti in strahove, ki jih potencialni uporabniki dojema-jo kot ogrožanje zdravja zaradi uporabe podkožnega mikročipa. Pomisleke imajo glede vplivov mikročipa, kot je nadzor nad mentalnim počutjem, vpliv na živčni sistem, možnost alergij, gibanje mikročipa po telesu in podobno. Ob popolnem razumevanju tehničnih možnosti takšnih vplivov vstavljenih mikročipov na možgane ali na živčne končice, je jasno, da mikročip v podkožnem maščevju ne more imeti neposrednih vplivov na centralni živčni sistem. Pred morebitno uporabo bi bilo treba uporabnike

natančno poučiti o vseh omejitvah tovrstne tehnologije ter jih seznaniti z izsledki raziskav, ki potrjujejo oziroma zavračajo njihove strahove.

Pri proučevanju povezanosti starosti uporabnika s pripravljenostjo za uporabo podkožnih mikročipov se je pokazalo, da ima starost negativen vpliv. Starejša kot je oseba, manjša je verjetnost za privolitve v uporabo podkožnega radiofrekvenčnega identifikacijskega mikročipa. Glede na dejstvo, da imajo starejše osebe več zdravstvenih težav, bi imela ravno ta starostna skupina več potencialnih pozitivnih učinkov ob uporabi podkožnega mikročipa. Starejši na primer raje uporabljajo inzulinske injekcije kot tablete, ker je nadzor sladkorja tako preprostejši. Po podrobnejšem pregledu podatkov smo ugotovili, da je pri najstarejši skupini prisotno odstopanje v pozitivno smer (47,2 %) v primerjavi s srednjo generacijo – zaposleni (38,7 %), vendar razlika ni statistično značilna.

5 SKLEP

Z raziskavo smo pokazali, da stopnja sprejemanja podkožnih mikročipov v primerjavi s predhodno raziskavo (Smith, 2008) narašča: 39,3 % potencialnih uporabnikov bi si bilo pripravljenih vstaviti podkožni mikročip. V podobni študiji (Smith, 2008) so študente iz Mesa State Collegea v Koloradu vprašali, ali bi si vstavili radiofrekvenčni identifikacijski čip, in 23,3 % jih je odgovorilo pritrdilno. Če upoštevamo, da med življenjskimi razmerami slovenskih in ameriških študentov tehnološko gledano ni bistvenih razlik, je razlika pri sprejemanju podkožnih mikročipov v šestih letih, ki so minila med raziskavama, velika. Kaj je vzrok za takšen rezultat, brezbržnost ali nezaskrbljenost, bi bilo treba proučiti z dodatnimi raziskavami.

Dokazali smo, da zdravstveni pomisleki posredno vplivajo na pripravljenost za uporabo podkožnega mikročipa, medtem ko starost in zaznano zaupanje na pripravljenost vplivata tudi neposredno. Kot v vseh primerih sprejetja nove tehnologije po metodologiji TAM se tudi v našem primeru zaznana uporabnost in zaznana enostavnost uporabe izkažeta kot pomembna dejavnika pri pripravljenosti za uporabo podkožnega mikročipa.

Seveda je do dejanske uporabe tehnologij podkožnih mikročipov še dolga pot. Ovirata jo tudi slovenska in evropska zakonodaja. Radiofrekvenčni identifikacijski mikročip ni uvrščen med medicinske

ske pripomočke, temveč med telekomunikacijsko opremo, zato je potrebna tudi uvrstitev v ustrezno kategorijo medicinskih pripomočkov. Dodatna zakonodaja bi morala natančno določiti pogoje uporabe podkožnih mikročipov v medicinske namene in z zakoni predvideti morebitne odklone. S tem bi bila zagotovljena etična uporaba osebnih podatkov pri ponudnikih radiofrekvenčnih identifikacijskih storitev. V ZDA, kjer že uporabljajo to tehnologijo in imajo z njeno uporabo v medicini največ izkušenj, so se pojavili negativni vplivi uporabe (Monahan in Fischer, 2010). Prihaja do diskriminacij. Bolnikom z vstavljenimi mikročipi namreč ni treba izpolnjevati prijavnih listin/obrazcev, zaradi česar hitreje pridejo do zdravstvenih storitev. Tako je ogroženo pravilo enakosti, ki ga moramo upoštevati v medicini.

Kljub vsem mogočim potencialnim učinkom smo mnenja, da vstavljanje mikročipov pri ljudeh ne sme biti zakonsko obvezno, kot je praksa pri nekaterih domačih živalih.

6 LITERATURA

- [1] Adhiarna, N., Hwang, Y. M., Park, M. J. & Rho, J. J. (2013). An integrated framework for RFID adoption and diffusion with a stage-scale-scope cubicle model: A case of Indonesia. *International Journal on Information Management*, 33, 378–389.
- [2] Bagozzi, R. P. & Yi, Y. (2012). Specification, evaluation, and interpretation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40, 8–34.
- [3] Cao, Q., Donald, R., Jones, R. J. & Sheng, H. (2014). Contained nomadic information environments: Technology, organization, and environment influences on adoption of hospital RFID patient tracking. *Information & Management*, 51 (2), 225–239.
- [4] Chong, Y.-L. A. & Chan, T. S. C. (2012). Structural equation modeling for multi-stage analysis on Radio Frequency Identification (RFID) diffusion in the health care industry. *Expert Systems with Applications*, 39 (10), str. 8645–8654.
- [5] Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–339.
- [6] Davis, F. D., Bagozzi, R. P. & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management science*, 35 (8), 982–1003.
- [7] Dwivedi, Y. K., Kapoor, K. K., Williams, M. D. & Williams, J. (2013). RFID systems in libraries: An empirical examination of factors affecting system use and user satisfaction. *International Journal on Information Management*, 33, 367–377.
- [8] Escobar-Rodriguez, T. & Monge-Lozano, P. (2012). The acceptance of Moodle technology by business administration students. *Computers & Education*, 58, 1085–1093.
- [9] Fornell, C. & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Errors. *Journal of Marketing Research*, 18 (1), 39–50.
- [10] Günther, O. & Spiekermann, S. (2005). RFID and the perception of control: the consumer's view. *Communications of the ACM*, 48 (9), 73–76.
- [11] Holden, R. J. & Karsh, B. T. (2010). The Technology Acceptance Model: Its past and its future in health care. *Journal of Biomedical Informatics*, 43(1), 159–172.
- [12] Hox, J. J. & Bechger, T. M. (2007). An introduction to structural equation modeling. *Family Science Review*, 11, 354–373.
- [13] Hu, L. Ong, D. M., Zhu, X., Liu, Q., & Song, E. (2014). Enabling RFID technology for healthcare: application, architecture and challenges. *Telecommunication Systems*, 58 (3), 259–271.
- [14] Ip, R. Michael, K., & Michael, M. G. (2008). The social implications of human-centric chip implants: a scenario – ‘Thy chipdom come, thy will be done’, Collaborative Electronic Commerce Technology and Research. Spain: IEEE Computer Society 2008. Pridobljeno 29. 1. 2015 s <http://ro.uow.edu.au/infopapers/601/>.
- [15] Katz, E. J. & Rice, E. R. (2009). Public views of mobile medical devices and services: A US national survey of consumer sentiments towards RFID healthcare technology. *International Journal of Medical Informatics*, 78(2), 104–114.
- [16] Kline, R. B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (3rd ed.). New York: The Guilford Press.
- [17] Koufteros, X. (1999). Testing a model of pull production: a paradigm for manufacturing research using structural equation modeling. *Journal of Operations Management*, 17, 467–488.
- [18] Lin, J. M. & Lin, C. H., (2013). RFID-based wireless health monitoring system design. *Procedia Engineering*, 67, 117–127.
- [19] MacCallum, R. C. Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). Power Analysis and Determination of Sample Size for Covariance Structure Modeling. *Psychological Methods*, 1 (2), 130–149.
- [20] Monahan, T. & Fischer, J. A., (2010) Implanting inequality: Empirical evidence of social and ethical risks of implantable radio-frequency identification (RFID) devices. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 26(4), 370–376.
- [21] Morris, M. G. & Venkatesh, V. (2000). Age Differences in Technology Adoption Decisions: Implications for a Changing Work Force. *Personnel Psychology*, 53(2), 375–403.
- [22] Pai, F.-Y. & Huang, K.-I. (2011). Applying the Technology Acceptance Model to the introduction of healthcare information systems. *Technological Forecasting & Social Change*, 78 (4), 650–660.
- [23] Parlak, S., Sarcevic, A., Marsic, I. & Burd, R. S. (2012). Introducing RFID technology in dynamic and time-critical medical settings: Requirements and challenges. *Journal of Biomedical Informatics*, 45 (5), 958–974.
- [24] Perakslis, C., Michael, K., Michael, M. G. & Gable, R. (2014). Perceived Barriers for Implanting Microchips in Humans: A Transnational Study. *Norbert Wiener in the 21st Century* (21CW), Boston, MA.
- [25] Peris-Lopez, P., Orfila, A., Mitrokovtsa, A. & van der Lubbe, J. C. A. (2011). A comprehensive RFID solution to enhance inpatient medication safety. *International Journal of Medical Informatics*, 80 (1), 13–24.
- [26] Ronteltap, A., Fischer, A. R. H. & Tobi, H. (2011). Societal response to nanotechnology: converging technologies – converging societal response research? *Journal of Nanoparticle Research*, 13 (10), 4399–4410.
- [27] Rotter, P., Daskala, B. & Compagno, B. (2008). RFID Implants: Opportunities and Challenges for Identifying People. *IEEE Technology and Society Magazine*, 27(2), 24–32.
- [28] Smart, A. U. & Bunduchi, R. (2010). The costs of adoption of RFID technologies in supply networks. *International Journal of Operations & Production Management*, 30 (4), 423–447.
- [29] Smith, C. (2008). Human Microchip Implantation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 3 (3), 151–160.

- [30] Teo, T. & Zhou M. (2014). Explaining the intention to use technology among university students: a structural equation modeling approach. *Journal of Computing in Higher Education*, 26 (2), 124–142.
- [31] Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies, *Management Science*, 46 (2), 186–204.
- [32] Venkatesh, V., Thong, J. Y. L. & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178.
- [33] Voulodimos, A., Patrikakis, C., Sideridis, A., Ntafis, V. & Xylo- uri E. (2010). A complete farm management system based on animal identification using RFID technology. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70 (2), 380–388.
- [34] Wamba, S. F., Anand, A. & Carter, L. (2013). A literature review of RFID-enabled healthcare applications and issues, *International Journal of Information Management*, 33 (5), 875–891.
- [35] Wu, Z. Y., Chen, L. & Wu, J. C., (2013) A Reliable RFID Mutual Authentication Scheme for Healthcare Environments, *Journal of Medical Systems*, 37 (2), 1–9.
- [36] Yao, W., Chu, C. H. & Li, Z. (2012) The Adoption and Implementation of RFID Technologies in Healthcare: A Literature Review, *Journal of Medical Systems*, 36 (6), 3507–3525.
- [37] Yves, R. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48 (2), 1–36.
- [38] Yves, R. (2014). The lavaan tutorial. Department of Data Analysis, Ghent University, Belgium. Pridobljeno 14. 11. 2014 s https://www.google.si/?gws_rd=ssl#q=the+lavaan+tutorial.
- [39] Zailani, S., Iranmanesh, M., Kikbin, D. & Beng, J. K. (2015). Determinants of RFID adoption in Malaysia's healthcare industry: occupational level as a moderator, *Journal of Medical Systems*, 39 (1).

■

Anja Žnidaršič je docentka na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Doktorirala je s področja statistike na Univerzi v Ljubljani. Raziskovalno se ukvarja z metodologijo raziskovanja, analizo socialnih omrežij, informacijsko-komunikacijsko tehnologijo v majhnih podjetjih ter dosežki študentov pri metodoloških predmetih.

■

Alenka Baggia je docentka na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Doktorirala je s področja menedžmenta informacijskih sistemov na Univerzi v Mariboru. Njeno raziskovalno delo obsega razporejanje virov in osebja, kakovost programske opreme, trajnostni razvoj in informacijske sisteme ter modeliranje in simulacijo. Je članica Laboratorija za kakovost in testiranje programske opreme.

■

Borut Werber je docent za področje izgradnje informacijskih sistemov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru. Doktoriral je s področja organizacijskih znanosti na Univerzi v Mariboru. Raziskovalno se ukvarja z informacijsko-komunikacijsko tehnologijo v malih in mikro podjetjih, zahtevanimi znanji diplomiranih informatikov in informatiko v zdravstveni dejavnosti.