

# Virtualna stvarnost kao psihologijska metoda istraživanja

*Marija Vlahović*

Filozofski fakultet u Zagrebu  
Odsjek za psihologiju  
ORCID: 0000-0002-4580-6521

## SAŽETAK

Ključne riječi: avatar, društvena prisutnost, metode istraživanja, mjerenje ponašanja, virtualna stvarnost

Virtualna stvarnost (VR) sve se češće koristi u eksperimentalne svrhe, a u posljednje vrijeme postaje sve popularnija metoda istraživanja socijalnih interakcija. Osim što pruža mnoge metodološke prednosti iz aspekata replikabilnosti, eksperimentalne kontrole i ekološke valjanosti, otvara vrata istraživanjima dosad neizvedivih scenarija te istovremenom i cjelovitom ispitivanju različitih modaliteta ljudskog ponašanja. U radu se također diskutira o konceptu društvene prisutnosti koji je, iako ključan za učinkovitu socijalnu simulaciju, predmet neslaganja među istraživačima. Nadalje, spominju se karakteristike potrebne za percepciju realističnosti avatara i njegovu ulogu u ekološkoj valjanosti. Zaključno se iznose smjernice za buduća istraživanja u području.

## ABSTRACT

Key words: avatar, behavioral measurement, research methods, virtual reality, social presence

Virtual reality (VR) is increasingly being used for experimental purposes, and has recently become a popular method of social interactions research. In addition to providing many methodological advantages in terms of replicability, experimental control and ecological validity, it opens up possibilities of research of so far unexplored scenarios, as well as simultaneous study of different modalities of human behavior. The paper also discusses the concept of social presence which, although crucial for effective social simulation, is the subject of disagreement in the community. Furthermore, the characteristics necessary for avatar realism and its role in ecological validity are mentioned. In conclusion, guidelines for future research in the field are presented.

## VIRTUALNA STVARNOST I TEHNOLOŠKE MOGUĆNOSTI

Pojam virtualne stvarnosti (VR – engl. Virtual reality) odnosi se na iskustvo „uranjanja“ korisnika u računalno simuliran virtualni svijet, perceptivno ga odvajajući od stvarnog okruženja u kojemu se nalazi (Iberdola, 2018). Ova je tehnologija već naširoko poznata kao moderan oblik zabave, i to najčešće u svijetu video igara, a posljednjih se godina njezina primjena sve više širi na područja kao što su arhitektura, edukacija i treninzi, tretmani psihičkih poremećaja te psihološka istraživanja. Unatoč tomu, manje je poznato da je virtualna stvarnost jedna od tri podvrste šireg krovnog pojma proširene stvarnosti (XR – engl. extended reality) koji obuhvaća sve tehnologije koje mijenjaju naš pogled na svijet preklapanjem stvarnog i virtualnog okruženja (Iberdola, 2018). Ovoj kategoriji još pripadaju promijenjena stvarnost (AR – engl. augmented reality, u nekim izvorima također pod nazivom proširena stvarnost) i mješovita stvarnost (MR – engl. mixed reality). Dok imerzivni VR karakterizira potpuno „uranjanje“ u virtualan svijet i odsijecanje od stvarnosti koristeći najčešće HMD set (engl. head-mounted display tj. zaslon preko glave), u promijenjenoj stvarnosti (AR) korisnik ostaje u doticaju sa svojim stvarnim okruženjem koje je zatim dopunjeno svojevrsnim računalno generiranim sadržajem. Primjerice, korisnik pomoću posebnih naočala može vidjeti kako bi određena prazna soba u kojoj se nalazi izgledala da je namještena. Mješovita je stvarnost sličnija promijenjenoj po tome što se računalno generirani predmeti stavljaju u stvarni svijet, no ono što ju karakterizira je činjenica da korisnik može do određene mjere ostvariti interakciju s virtualnim sadržajem, kao što je primjerice tijekom igranja igrice *Pokemon Go* (Hooker, 2021).

Osim što postoje različite proširene stvarnosti, postoje razni mediji putem kojih se korisnicima prikazuje računalno generirani svijet kao što su spomenuti HMD (zaslon preko glave), CAVE sustavi (sobe s projekcijskim platnom na barem tri zida), pa sve do „običnih“ pametnih telefona, stolnih računala, slušalica i projektora. Dosadašnja istraživanja u području psihologije koja koriste proširenu stvarnost najčešće koriste upravo imerzivni VR, odnosno potpuno odvajanje od stvarnosti (Pan i Hamilton, 2018).

## VIRTUALNA STVARNOST U EKSPERIMENTALNOJ PSIHOLOGIJI

Istraživači u eksperimentalnoj psihologiji obično koriste metode koje uvelike pojednostavljaju uvjete u stvarnom svijetu unutar kojih se spoznaja odvija. Iako je pristup uspješan u istraživanju izoliranih kognitivnih procesa, njime se ne može na odgovarajući način obuhvatiti kako percepcija djeluje u složenom okruženju (Fysh i sur., 2021). Vjerojatno najveći potencijal koji virtualna stvarnost kao istraživački alat nudi je pomicanje trenutačnog teorijskog fokusa na međudjelovanje između različitih modaliteta (kao što su govor, geste, pogled očiju, izrazi lica) u dinamično okruženje stvarnog svijeta čime će nadići i nadopuniti istraživanja koja se usredotočuju na jedan modalitet u izolaciji (Peeters, 2019).

U području eksperimentalne psihologije, virtualna se stvarnost već naširoko primjenjuje u istraživanjima prostorne kognicije, motoričkih

sposobnosti i kontrole (Pan i Hamilton, 2018), kao i u područjima vizualne percepcije i psihoterapije. Primjerice, jedno je istraživanje prostorne navigacije provedeno na način da se ispitanike dovelo u virtualno okruženje u kojemu su ispitanici šetali po virtualnom gradu. Istraživači su istovremeno pomoću fMRI tehnike (funkcijska magnetska rezonanca) mapirali područja mozga uključena tijekom navigacije vođene njihovim pamćenjem kako bi izmjerili razlike u alocentričnoj sposobnosti pamćenja (pamćenje o prostornim odnosima objekata) kod odraslih i adolescenata (Pine i sur., 2002). U području motoričkih sposobnosti ubrzava se i razvoj haptičkih uređaja, odnosno uređaja koji omogućuju korisnicima da dodiruju i upravljaju trodimenzionalnim objektima u virtualnim okruženjima i sustavima s daljinskim upravljanjem. Njihova potencijalna primjena je vrlo široka, od testiranja hipoteza iz područja neuropsihologije kao što je način na koji živčani sustav kontrolira pokrete, rehabilitacije pacijenata s ozljedama mozga, razumijevanja kako ljudi komuniciraju sa svojom okolinom i strojevima pa sve do unaprjeđenja tehnologije (Patton i sur., 2006). Istraživači vizualne percepcije također sve češće odabiru VR istraživanja zbog mnogih prednosti koje ona donose u usporedbi s tradicionalnim eksperimentalnim aparatima. Neka od njih su veća kontrola nad prezentacijom podražaja, veća raznolikost mogućih reakcija na podražaj i potencijalno povećana ekološka valjanost (Wilson i Soranzo, 2015). VR tehnologija koristi se čak i u psihoterapiji. Pomoću imerzivnih VR scenarija i osjećaja prisutnosti drugih koje oni pružaju, pacijenti mogu upravljati problematičnim situacijama, simulirati konfrontacijske situacije te istražiti i proživjeti svoje osjećaje, ponašanja i stavove, cijelo vrijeme znajući da se nalaze na sigurnome mjestu (Riva, 2009).

Iako su područja primjene VR tehnologije mnogobrojna, posljednjih se godina mogućnosti VR-a sve intenzivnije istražuju u području socijalne psihologije. Dosad su primarna istraživana područja uključivala procjenu pristupačnosti i izbjegavanja drugih ljudi, društvenu prosudbu, pristranost i angažiranost u socijalnim interakcijama (Yaremych i Perisky 2019). Posebno se usredotočuje na korištenje VR-a za istraživanje socijalnog ponašanja i ljudske interakcije u kojima ispitanik komunicira s drugom (stvarnom ili virtualnom) osobom te se upravo u tom području primjećuje najveći potencijal za napredak. Ipak, ključni razlog za korištenje VR-a u proučavanju društvenog ponašanja je mogućnost maksimiziranja eksperimentalne kontrole u složenim društvenim situacijama (Pan i Hamilton, 2018). Osim eksperimentalne kontrole, korištenje VR-a kao mjernog instrumenta moglo bi uvećati replikabilnost i ekološku valjanost istraživanja, pružajući rješenje vječnim problemima psiholoških eksperimenata (Sterna i Zibrek, 2021). Također, VR scenariji otvaraju mogućnost istraživanja ljudskog ponašanja u situacijama koje bi u stvarnosti bile neizvedive zbog fizičkih ili etičkih razloga kao što su, primjerice, situacije spašavanja ljudi iz požara ili masovne reakcije na uočene prijetnje. Takva istraživanja pokazuju kako se članovi gomile mogu okupiti da bi koordinirali svoj odgovor, međusobno si pomogli i spasili živote, a prema tim nalazima mogu se kreirati razne intervencije i treninzi o reagiranju u opasnim situacijama (Templeton i sur., 2021).

## PROBLEM MJERENJA DRUŠTVENE PRISUTNOSTI

VR omogućuje mjerenje neizravnog bihevioralnog odgovora na više razina; u rasponu od nesvjesnih fizioloških promjena, preko polusvjesnih odgovora kao što je ponašanje u nečijoj blizini pa sve do svjesnih voljnih radnji. Popularna bihevioralna mjera društvene prisutnosti je fizička blizina (Wilcox i sur., 2016., Bailenson i sur., 2001., 2003., 2005., Zibrek i sur., 2017). Ideja koja stoji iza toga je da će ljudi održavati slične udaljenosti od virtualnih likova u VR-u kao što to čine sa stvarnim ljudima kada je društvena prisutnost dovoljno visoka. No za odabir prikladne mjere društvene prisutnosti, potrebno je uskladiti terminologiju oko toga što društvena prisutnost uopće jest. Sterna i Zibrek (2021) navode da je jedan od glavnih čimbenika koji dovode do učinkovite socijalne VR simulacije upravo društvena prisutnost, koja se jednostavno može opisati kao “osjećaj s drugim“. Međutim, istraživanje društvene prisutnosti ima nekoliko nedostataka. Prvo, postoje podijeljena mišljenja o samoj definiciji konstrukta, odnosno je li društvena prisutnost kognitivni ili bihevioralni fenomen (Oh i sur., 2018.). Oni koji vjeruju da je kognitivni fenomen, koristit će upitnike koji izravno pitaju sudionike kako se osjećaju s drugim ljudima, dok će se oni koji vjeruju da je bihevioralni više oslanjati na neizravne mjere kao što su psihofiziologija, praćenje pokreta očiju ili opažanje donošenja izbora. Nadalje, samo je manji dio upitnika koji se koriste za ispitivanje društvene prisutnosti pravilno psihometrijski potvrđen, a istraživači te validirane upitnike rijetko i koriste, vjerojatno zbog činjenice da se ne uklapaju u različite eksperimentalne kontekste u kojima se odvijaju mjerenja društvene prisutnosti. Temeljno neslaganje u terminologiji rezultira različitim operacionalizacijama konstrukta i poteškoćama u mjerenju. S obzirom na to da se u mnogim istraživanjima društvene prisutnosti putem VR-a koristila različita terminologija, uspoređivanje rezultata tih istraživanja je ograničeno (Sterna i Zibrek, 2021).

## REPLIKABILNOST I EKSPERIMENTALNA KONTROLA

Za istraživanje načina na koji ljudi stupaju u interakciju tradicionalno je bilo potrebno unajmiti i obučiti glumce koji će se zatim ponašati na određeni način u eksperimentalnoj situaciji. Iako takav pristup može biti vrlo učinkovit, on ima i svojih nedostataka. Osim što može biti skup i dugotrajan jer treba obučiti i platiti glumce, replicirati točno identično ponašanje u ponovnom istraživanju praktički je nemoguće. Također, ako istraživanje zahtijeva manipulaciju varijabli poput visine, spola, rase ili atraktivnosti, potrebno je uložiti trud i vrijeme u pronalaženje glumaca koji zadovoljavaju te uvjete. S druge strane, jednom stvoren VR scenarij može se neograničen broj puta implementirati i prikazivati, a korištenjem virtualnih avatara moguće je stvoriti beskonačno mnogo kombinacija društvenih varijabli i međusobno ih testirati (Pan i Hamilton, 2018). To omogućuje visoku kontrolu eksperimentalne situacije i izravnu replikaciju eksperimenta s različitim sudionicima u različitim laboratorijima što uvelike smanjuje vremenski i financijski trošak selekcije.

## EKOLOŠKA VALJANOST I REALIZAM AVATARA

Pri interpretaciji rezultata svakog eksperimenta ili istraživanja provedenog u simuliranim uvjetima postavlja se pitanje mogu li se, i uolikoj mjeri, dobiveni rezultati generalizirati na situacije u stvarnome svijetu. Ako mogu, istraživanje ima visoku ekološku valjanost (Schmuckler, 2001). Jedna od većih dilema pri korištenju VR-a u psihološkim istraživanjima, ali i u eksperimentalnoj psihologiji generalno, je vrijednost dobivenih rezultata s obzirom na to da su ispitanici svjesni da se nalaze u simuliranoj situaciji. Međutim, mnoga nam istraživanja impliciraju da se ispitanici mogu potpuno uroniti u svoje dodijeljene uloge unatoč tom saznanju. Jedno od najpoznatijih je vjerojatno Zimbardov Standfordski zatvorski eksperiment u kojemu je ispitanicima bila dodijeljena uloga ili zatvorenika ili zatvorskih čuvara, a eksperiment je obustavljen nakon samo šest dana zbog eskaliranja situacije do koje je dovelo intenzivno uživanje u uloge (Haney i sur., 1973). Smatra se da bi vizualni realizam virtualnog svijeta još povoljnije utjecao na uživanje u socijalne uloge, čemu podršku pružaju istraživanja u kojima ispitanici iskazuju slična ponašanja u VR okruženju kao i u stvarnosti. Razna istraživanja upućuju na to da se u VR istraživanjima fizičke distance dobivaju slični obrasci ponašanja kao i u tradicionalnim verzijama istraživanja, pa tako žene preferiraju veću udaljenost između njih i avatara nego muškarci, a muškarci preferiraju manju fizičku udaljenost od žena nego od drugih muškaraca (Zibrek i sur., 2020). Slični obrasci udaljenosti koji postoje u stvarnom životu također su otkriveni u VR-u i prilikom ispitivanja utjecaja dobi i spola te izraza lica (Sterna i Zibrek, 2021). Također se pokazalo da bez obzira na spol, ispitanici održavaju manju fizičku distancu od avatara koji su imali privlačne pokrete (Zibrek i sur., 2020).

Važan aspekt ekološke valjanosti u VR eksperimentima predstavlja i realizam likova te stupanj u kojemu oni podsjećaju na stvarne osobe. Nažalost, unatoč ubrzanom rastu primjene VR-a u psihologiji, realizam avatara i opseg u kojemu oni vizualno predstavljaju stvarne ljude slabo je zahvaćen u trenutnim VR eksperimentima. Zato su istraživanja koja se bave ovom temom, a koja slijede u nastavku teksta, vrlo vrijedan korak prema dizajnu realističnog VR scenarija primjenjivog u području eksperimentalne psihologije (Fysh i sur., 2021).

Upravo se ranije spomenuta privlačnost pokreta pokazala bitnim faktorom u dizajnu realističnih avatara. Naime, u primjeni virtualnih scenarija istraživači se znaju susresti s efektom jezive doline (engl. uncanny valley) koji se odnosi na averzivnost i jezovitost kojom ljudi procjenjuju avatare koji izgledaju skoro kao ljudi. Pokazalo se da se ovaj efekt značajno smanjuje kada su likovi animirani, a ne prikazani kao slika, odnosno da je za stvaranje uvjerljivih virtualnih likova bitnije koristiti realističan pokret nego visoko fotorealistične avatare (Pan i Hamilton, 2018). Nadalje, izrađene su i metode kreiranja avatara stvarnih ljudi u VR scenariju. Osim što se zahvaljujući takvim programima mogu proučavati istraživačka pitanja koja se odnose na percepciju identiteta lica, njima se također mogu kreirati avatari ispitanicima poznatih osoba te ih implementirati u razna područja istraživanja. Štoviše, analiza glavnih komponenti pokazala je visok stupanj sličnosti između perceptivnog

prostora koji zauzimaju podražaji avatara i njihove fotografske verzije, dodatno pokazujući da avatari na odgovarajući način mogu očuvati ključne identifikacijske informacije koje se prenose na fotografijama (Fysh, 2021). Rezultati ovih istraživanja upućuju na to da se korišteni avatari perceptivno obrađuju slično kao i fotografije lica. Dakle, avatari koji dobro reprezentiraju stvarna lica ne samo da će poboljšati kvalitetu vizualnog iskustva u VR-u nego bi trebali poboljšati teorijsku relevantnost ovih istraživanja umanjivanjem trenutno velikog raskoraka između laboratorijskog okruženja i stvarnoga života. Osim realističnih crta lica, percipirani realizam avatara mogao bi se poboljšati istovremenom implementacijom različitih ljudskih karakteristika kao što su crte ličnosti i emocije. Primjerice, kreiranjem ekstravertiranog avatara otvorenog držanja koji puno priča i nosi ležernu odjeću objedinile bi se razne verbalne i neverbalne informacije o avataru kojima bi se postigao visoki percipirani realizam interakcije kao i osjećaj prisutnosti sudionika (Bombari i sur., 2015). Sve navedeno upućuje na obećavajuću ekološku valjanost koju VR istraživanja potencijalno mogu pružiti (Fysh, 2021), a upravo u tome leži prava moć virtualne stvarnosti: kao i kod svake iluzije, iako znate da je iluzija, to ne mijenja vašu percepciju ili vaš odgovor na nju (Slater, 2018).

## TEHNOLOŠKA OGRANIČENJA U ISTRAŽIVANJIMA

Iako je cijela tehnologija u pozadini virtualne stvarnosti prilično impresivna, ni ona ne dolazi bez svojih ograničenja. Primjerice, grafička rezolucija VR scenarija i dalje je relativno niska u usporedbi sa standardnim računalnim zaslonom što onemogućuje provedbu istraživanja koja zahtijevaju preciznu detekciju, kao što su istraživanja emocionalnih reakcija na suptilne promjene u facijalnim ekspresijama. Nadalje, činjenica da su ispitanici potpuno odsječeni od stvarnog okruženja u kojem se nalaze onemogućuje provedbu istraživanja u kojima ispitanik treba upravljati ili biti u interakciji sa stvarnim objektom. Rješenje za ovaj problem potencijalno se nalazi u spomenutoj VR špilji (engl. CAVE VR). Iako je u CAVE sustavu ispitanik izložen virtualnom svijetu, on kroz naočale i dalje može vidjeti vlastito tijelo te ostale stvarne objekte u svom okruženju. Područje u kojemu trenutno postoje najveća ograničenja je istraživanje emocionalnih ekspresija. Naime, s obzirom na to da HMD sustav prekrije veći dio glave i područja oko očiju, trenutno je neizvedivo istovremeno snimati promjene u facijalnim ekspresijama ispitanika grafikom visoke vjernosti (koja praćenjem suptilnih promjena u kontrakcijama mišića lica omogućuje zaključivanje o, primjerice, emocionalnom stanju ispitanika) te „uranjati“ ispitanika u virtualni svijet HMD sustavom. Zaključno, i HMD i CAVE sustav omogućuju različito korištenje virtualne stvarnosti i pružaju određene prednosti ovisno o potrebama istraživanja te stupnju odsječenosti od stvarnog okruženja koji se želi ostvariti, no istovremeno mogu biti nekompatibilni s tehnologijama korištenima u različitim područjima kao što je istraživanje facijalnih ekspresija (Pan i Hamilton, 2018).

## ZAKLJUČAK

Korištenje virtualne stvarnosti u eksperimentalnoj psihologiji je područje s velikim potencijalom koje bi moglo unaprijediti mnoge metodološke aspekte dosadašnjih istraživanja kao što su replikabilnost, eksperimentalna kontrola i ekološka valjanost. Također, omogućuje istraživanja tema koje nije moguće istražiti u stvarnom okruženju, kao i istovremeno ispitivanje više varijabli u složenom okruženju stvarnih ljudskih interakcija. S druge strane, potrebna je standardizacija koncepata i validacija mjernih instrumenata, kao i promicanje njihova korištenja u zajednici. Poseban bi se naglasak trebao staviti na podizanje svijesti o važnosti realističnih avatara, kao i na suradnju sa stručnjacima iz područja virtualne stvarnosti i umjetne inteligencije kako bi se interdisciplinarnim pristupom mogli kreirati što kvalitetniji virtualni scenariji, a posljedično i vrijedni eksperimenti značajnog doprinosa.

## LITERATURA

- Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C. i Loomis, J. M. (2001). Equilibrium theory revisited: Mutual gaze and personal space in virtual environments. *Presence* 10, 583-598. <https://doi.org/10.1162/105474601753272844>
- Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C. i Loomis, J. M. (2003). Interpersonal distance in immersive virtual environments. *Pers. Soc. Psychol. Bull.* 29, 819-833. <https://doi.org/10.1177/0146167203029007002>
- Bailenson, J. N., Swinth, K., Hoyt, C., Persky, S., Dimov, A. i Blascovich, J. (2005). The independent and interactive effects of embodied-agent appearance and behavior on self-report, cognitive, and behavioral markers of copresence in immersive virtual environments. *Presence* 14, 379-393. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6790505>
- Bombari, D., Schmid Mast, M., Canadas, E. i Bachmann, M. (2015). Studying social interactions through immersive virtual environment technology: virtues, pitfalls, and future challenges. *Frontiers in psychology*, 6, 869. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.00869/full#h6>
- Duca, D. (2019). Virtual reality: the future of experimental social research? *Tools & Technology*, SAGE Ocean. <https://ocean.sagepub.com/blog/virtual-reality-the-future-of-experimental-social-research>
- Fysh, M. C., Trifonova, I. V., Allen, J., McCall, C., Burton, A. M. i Bindemann, M. (2021). Avatars with faces of real people: A construction method for scientific experiments in virtual reality. *Behavior research methods*, 1-15. <https://link.springer.com/article/10.3758/s13428-021-01676-5>
- Haney, C., Banks, C. i Zimbardo, P. (1973). A study of prisoners and guards. *Naval research reviews*, 26. [https://www.researchgate.net/publication/235356446\\_A\\_Study\\_of\\_Prisoners\\_and\\_Guards\\_in\\_a\\_Simulated\\_Prison](https://www.researchgate.net/publication/235356446_A_Study_of_Prisoners_and_Guards_in_a_Simulated_Prison)
- Hooker, J. (2021). xR, AR, VR, MR: What's the Difference in Reality. What does eXtended Reality (XR) mean, and how does it relate to VR, AR and MR? XR and Wearables, Arm. <https://www.arm.com/blogs/blueprint/xr-ar-vr-mr-difference>
- Oh, C. S., Bailenson, J. N. i Welch, G. F. (2018). A systematic review of social presence: Definition, antecedents, and implications. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 114. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00114>
- Pan, X. i Hamilton, A. F. D. C. (2018). Why and how to use virtual reality to study human social interaction: The

- challenges of exploring a new research landscape. *British Journal of Psychology*, 109(3), 395-417. <https://bpsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjop.12290>
- Patton, J., Dawe, G., Scharver, C., Mussa-Ivaldi, F. i Kenyon, R. (2006). Robotics and virtual reality: a perfect marriage for motor control research and rehabilitation. *Assistive Technology*, 18(2), 181-195. <https://doi.org/10.1080/10400435.2006.10131917>
- Peeters, D. (2019). Virtual reality: A game-changing method for the language sciences. *Psychonomic bulletin & review*, 26(3), 894-900. <https://link.springer.com/article/10.3758/s13423-019-01571-3>
- Pine, D. S., Grun, J., Maguire, E. A., Burgess, N., Zahra, E., Koda, V., ... Bilder, R. M. (2002). Neurodevelopmental aspects of spatial navigation: A virtual reality fMRI study. *NeuroImage*, 15, 396-406. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0988>
- Riva, G. (2009). Virtual reality: an experiential tool for clinical psychology. *British Journal of Guidance & Counselling*, 37(3), 337-345. <https://doi.org/10.1080/03069880902957056>
- Schmuckler, M. A. (2001). What is ecological validity? A dimensional analysis. *Infancy*, 2(4), 419-436. [https://doi.org/10.1207/S15327078IN0204\\_02](https://doi.org/10.1207/S15327078IN0204_02)
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431-433. <https://doi.org/10.1111/bjop.12305>
- Sterna, R. i Zibrek, K. (2021). Psychology in Virtual Reality: Toward a Validated Measure of Social Presence. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.705448>
- Templeton, A., Telga, M., i Arias, S. (2021). Understanding crowd responses to emergencies using virtual reality and social psychological methods. <https://psyarxiv.com/6yz5c/Iberdrola>. (bez dat.). Virtual Reality: another world within sight. <https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality>
- Wilcox, L. M., Allison, R. S., Elfassy, S. i Grelik, C. (2006). Personal space in virtual reality. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 3(4), 412-428. <https://doi.org/10.1145/1190036.1190041>
- Wilson, C. J. i Soranzo, A. (2015). The use of virtual reality in psychology: A case study in visual perception. *Computational and mathematical methods in medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/151702>
- Yaremych, H. E. i Persky, S. (2019). Tracing physical behavior in virtual reality: A narrative review of applications to social psychology. *Journal of experimental social psychology*, 85, 103845. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2019.103845>
- Zibrek, K., Niay, B., Olivier, A. H., Hoyet, L., Pettré, J. i McDonnell, R. (2020). The effect of gender and attractiveness of motion on proximity in virtual reality. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 17(4), 1-15. <https://doi.org/10.1145/3419985>
- Zibrek, K., Kokkinara, E. i McDonnell, R. (2017). Don't stand so close to me: investigating the effect of control on the appeal of virtual humans using immersion and a proximity-based behavioral task. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception* (pp. 1-11). <https://doi.org/10.1145/3119881.3119887>