



<b>Dr.Sc.-01 PRIJAVA TEME DOKTORSKOG RADA</b>			
<b>OPĆI PODACI I KONTAKT DOKTORANDA/DOKTORANDICE</b>			
<b>Titula, ime i prezime doktoranda/doktorandice:</b>	Jelena Šklebar, mag. ing. mech.		
<b>Nositelj studija:</b>	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje		
<b>Naziv studija:</b>	Strojarstvo, brodogradnja, zrakoplovstvo, metalurgija		
<b>Matični broj doktoranda/doktorandice:</b>	35003330		
<b>Odobranje teme za stjecanje doktorata znanosti: (molimo zacrniti polje):</b>	<input checked="" type="checkbox"/> u okviru doktorskog studija	<input type="checkbox"/> na temelju znanstvenih dostignuća	<input type="checkbox"/> dvojni doktorat (cotutelle)
<b>Ime i prezime majke i/ili oca:</b>	Kristinka Turković		
<b>Datum i mjesto rođenja:</b>	01.08.1992., Koprivnica, Hrvatska		
<b>Adresa:</b>	Mitrovica 38, Virje, Hrvatska		
<b>Telefon/mobitel:</b>	0915554514		
<b>E-mail:</b>	jelena.sklebar@fsb.hr		
<b>ŽIVOTOPIS DOKTORANDA/DOKTORANDICE</b>			
<b>Obrazovanje</b> (kronološki od novijeg k starijem datumu):	1. <b>Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Strojarstvo, Konstrukcijski smjer, Diplomski, Hrvatska (2017./2018.)</b> 2. <b>Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Strojarstvo, Konstrukcijski smjer, Preddiplomski, Hrvatska (2015./2016.)</b>		
<b>Radno iskustvo</b> (kronološki od novijeg k starijem datumu):	01.01.2022. – danas: Asistentica, Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu (nastava, istraživanje, suradnja s industrijom)  Siječanj 2021 – Prosinac 2021: Projektantica, STSI – Integrirani tehnički servisi, Član INA Grupe d.d.  Rujan 2019. – Prosinac 2020.: Specijalistica za održavanje, STSI – Integrirani tehnički servisi, Član INA Grupe d.d.  Rujan 2018. – Kolovoz 2019.: Pripravnica, STSI – Integrirani tehnički servisi, Član INA Grupe d.d.		
<b>Popis radova i aktivnih sudjelovanja na znanstvenim skupovima:</b>			
<b>NASLOV PREDLOŽENE TEME</b>			
<b>Hrvatski:</b>	Utjecaj pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na sinkrone suradničke aktivnosti računalom potpomognutoga konstruiranja		
<b>Engleski:</b>	Influence of AI assistive technology on synchronous collaborative CAD activities		
<b>Naslov na jeziku na kojem će se pisati rad (ako nije na hrvatskom ili engleskom):</b>	-		



<b>Područje/polje/grana:</b>	Tehničke znanosti / Strojarstvo / Opće strojarstvo (konstrukcije)		
<b>PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR(I)</b> (navesti drugog mentora ako se radi o interdisciplinarnom istraživanju ili ako postoji neki drugi razlog za višestruko mentorstvo)			
	<b>Titula, ime i prezime:</b>	<b>Ustanova, država:</b>	<b>E-Pošta:</b>
<b>Prvi mentor:</b>	prof. dr. sc. Mario Štorga	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Hrvatska	mario.storga@fsb.hr
<b>KOMPETENCIJE MENTORA - popis do pet objavljenih relevantnih radova u posljednjih pet godina</b>			
<b>Prvi mentor:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>Horvat, Nikola; Kunnen, Steffen; Štorga, Mario; Nagarajah, Arun; Škec, Stanko: Immersive virtual reality applications for design reviews: Systematic literature review and classification scheme for functionalities. // Advanced engineering informatics, 54 (2022), 101760, 21 doi:10.1016/j.aei.2022.101760</li><li>Smojver, Vladimir; Štorga, Mario; Zovak, Goran: Exploring knowledge flow within a technology domain by conducting a dynamic analysis of a patent co-citation network. // Journal of Knowledge Management, 25 (2021), 1367-3270 doi:10.1017/pds.2021.480</li><li>Martinec, Tomislav; Škec, Stanko; Perišić, Marija; Štorga, Mario: Revisiting problem-solution co-evolution in the context of team conceptual design activity. // Applied Sciences, 10 (2020), 18, 6303; doi:10.3390/APP10186303</li><li>Lukačević, Fanika; Škec, Stanko; Perišić, Marija; Horvat, Nikola; Štorga, Mario: Spatial perception of 3D CAD model dimensions and affordances in virtual environments. // IEEE access, 8 (2020), Access-2020-40098, 18 doi:10.1109/ACCESS.2020.3025634</li><li>Martinec, Tomislav; Škec, Stanko; Horvat, Nikola; Štorga, Mario: A state-transition model of team conceptual design activity. // Research in engineering design, 30 (2019), 1; 103-132 doi:10.1007/s00163-018-00305-1</li></ol>		
<b>OBRAZLOŽENJE TEME</b>			
<b>Sažetak na hrvatskom jeziku:</b> (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima)	Proces konstruiranja u svojoj osnovi sastoji se od suradnje konstruktora koji svojim vještinama i znanjem kroz različite aktivnosti doprinose razvoju tehničkih sustava. U tom kontekstu, nove tehnologije kao što su suradničko računalom potpomognuto konstruiranje (CAD) i umjetna inteligencija imaju ključnu ulogu. Konkretni utjecaj pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na suradničke CAD aktivnosti još nije dovoljno istražen. Zbog toga, cilj ovog istraživanja je razviti teorijski model kojim će se objasniti utjecaj pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na sinkrone suradničke CAD aktivnosti. Istraživanje nastoji razviti metodu za mjerenje utjecaja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na te aktivnosti, s ciljem olakšanja procjene konačnih efekata. Očekivani doprinosi ovog istraživanja uključuju spoznaje koje će biti korisne za organizaciju i upravljanje suradničkim CAD aktivnostima uz podršku pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju.		
<b>Sažetak na engleskom jeziku:</b> (maksimalno 1000 znakova s praznim mjestima)	The engineering design process is inherently a collaborative endeavour, involving multiple designers who contribute their skills and knowledge through various design activities to develop technical systems. In this context, emerging technologies like collaborative CAD and AI assistive technologies play a vital role. However, the specific impact of AI assistive technologies on collaborative CAD activities remains unexplored. This research, therefore, aims to develop a theoretical model to understand how AI assistive technologies influence synchronous collaborative CAD activities.		



Additionally, the study seeks to create a method to measure the impact of AI assistive technologies on these activities, ultimately facilitating an evaluation of their effect on synchronous collaborative CAD activities. The expected contributions of this research include insights that will inform the organization and management of AI-assisted collaborative CAD activities.

**Uvod i pregled dosadašnjih istraživanja** (preporučeno 7000 znakova s praznim mjestima)

Konstruiranje je kompleksan proces u kojem se početni zahtjevi i opisi problema transformiraju u tehničke sustave [1]. Ovaj proces uključuje različite konstrukcijske aktivnosti koje zajedno vode ka razvoju proizvoda. Konstruiranje nadilazi pojedinačne sposobnosti konstruktora i, prije svega, predstavlja društveni proces koji se temelji na suradnji između sudionika procesa konstruiranja - konstruktora. Time svaki sudionik pridonosi svojim jedinstvenim vještinama i znanjem kako bi zajednički postigli cilj [2]. Takav pristup konstruiranju poznat je kao suradničko konstruiranje, koji obuhvaća sve faze razvoja proizvoda, od konceptualne do faze detaljiranja. [3]. Pritom tehnologija računalom potpomognutog konstruiranja (*eng. Computer-Aided Design; CAD*) igra ključnu ulogu u podršci procesu konstruiranja. CAD omogućuje konstruktorima stvaranje digitalnih prikaza proizvoda (CAD modela) te virtualno testiranje istih prije njihove proizvodnje [4], čime je ova tehnologija postala neizostavan dio velikog broja konstrukcijskih aktivnosti. Nadalje, pojava suradničkog CAD-a omogućuje konstruktorima da istovremeno rade na istom CAD modelu, neovisno o njihovoj lokaciji [4].

Zbog mogućnosti da odgovori na uobičajene izazove suradnje, poput sinkronog uređivanja u oblaku, jednostavnog dijeljenja CAD datoteka te praćenja izmjena u razvoju CAD modela, suradnički CAD je privukao veliku pozornost istraživačke zajednice [4]. Znanstvena istraživanja u domeni suradničkih aktivnosti u CAD-u uglavnom su usredotočena na analizu procesa i rezultata koji proizlaze iz konstruktorovih aktivnosti. Dosadašnja istraživanja bave se proučavanjem elemenata ponašanja konstruktora te ishoda njihovih aktivnosti, uzimajući u obzir elemente svojstvene samom CAD-u i procesu suradnje, kao što su produktivnost [5], različiti pristupi modeliranju u CAD-u [6] kao i sekvencijalnu prirodu modeliranja [7]. Također, dostupna literatura usredotočena je na analizu koraka ili CAD akcije koje konstruktori poduzimaju pri konstruiranju, s posebnim naglaskom na vrstu akcija i kontekst u kojem se konstruiranje odvija [8]. S aspekta suradnje, literatura je usredotočena na analizu čimbenika poput komunikacije te koordinacije [6], doprinosa pojedinaca [8], te utjecaja broja sudionika suradnje [9]. Rezultati su obično vrednovani s obzirom na cjelovitost i usklađenost [5] ili kvalitetu CAD modela u odnosu na konstrukcijske zahtjeve [10]. Istraživanja također razmatraju različite stilove rada unutar suradničkog CAD-a, kao što su sinkroni (gdje svi dizajneri mogu istovremeno uređivati CAD model) i dijeljeni pristup (gdje dizajneri dijele kontrolu nad CAD sučeljem i modelom) [5]. U kontekstu sinkronog rada, dosadašnja istraživanja ostvarila su kontradiktorne rezultate; neka istraživanja sugeriraju da korištenje takvog načina rada u suradničkom CAD-a može poboljšati učinkovitost i kvalitetu rada [11] dok druga ukazuju na to da ono ne dovodi nužno do boljih performansi [12]. Iako ova istraživanja pružaju uvid u različite elemente koji utječu na sinkronu suradnju u CAD-u, većinom su deskriptivne prirode te im nedostaje sveobuhvatan pristup koji bi omogućio dublje razumijevanje tih elemenata, uključujući nedostatak metodologija za njihovo mjerenje, evaluaciju i analizu.

Nadalje, sve više je prepoznata i primjena umjetne inteligencije (UI) u konstruiranju [13]. UI se koristi u različitim fazama procesa konstruiranja, od konceptualne [14] do faze detaljiranja [15], čime je unaprijeđena efikasnost, točnost te produktivnost različitih aspekata procesa. UI je definirana kao tehnologija koja omogućuje interpretaciju podataka te učenje temeljem tih podataka [16]. UI koristi to znanje za postizanje određenih ciljeva čime, pri određenim aktivnostima, ima potencijal da nadmaši ili čak zamijeni ljudsku aktivnost [17]. Koristi se na dva načina: reaktivni i proaktivni. U reaktivnom načinu, UI odgovara na zahtjeve ili ulazne informacije potaknute od strane korisnika, pridajući konstruktorima aktivnu ulogu. S druge strane, u proaktivnom načinu, UI inicira akciju bez izravnog poticaja od strane korisnika, dajući konstruktorima pasivnu ulogu. U oba slučaja, UI se koristi u aktivnostima usmjerenima na rješavanje problema te aktivnostima usmjerenima na proces [18].

U kontekstu procesa konstruiranja, UI predstavlja više od pukog alata za konstruktore [19]; ona ima ključnu ulogu u podršci raznim zadacima i aktivnostima. To se prvenstveno postiže kroz pomoćnu tehnologiju za UI-ju. Ona predstavlja socio-tehnički sustav koji integrira konstruktore, njihove ciljeve i zadatke potrebne za postizanje tih ciljeva, zajedno s tehničkim aspektom - softverom, hardverom i podacima - s kojim konstruktori interaktivno surađuju kako bi izvršili te zadatke [20]. Znanstvena istraživanja koja se bave pomoćnom tehnologijom za UI-ju [21] u konstruiranju se uglavnom usredotočuju na procjenu njezinog utjecaja na sam proces konstruiranja [22] ili njegovu učinkovitost [23]. Međutim, postoji nedostatak istraživanja o suradnji u konstruiranju, posebice u kontekstu suradničkog CAD-a. U tom području, dosadašnja istraživanja primarno se koncentriraju na analizu utjecaja tehnologije UI-je kroz usporedbu konstruktorskih timova koji koriste takvu tehnologiju u odnosu na one koji je ne koriste, uglavnom ocjenjujući ishode procesa konstruiranja. Tako Zhangovo [24] istraživanje ukazuje na to da korištenje pomoćne tehnologije za UI-ju može u početku ometati timsku izvedbu, ali pomaže timovima čija je izvedba slabija, dok Song [23] dodatno ističe prednosti UI-je u suradnji članova konstruktorskih timova, dokazujući povećanu agilnost timova. Ipak, iako dosadašnja istraživanja u ovoj domeni ističu potencijalne prednosti pomoćne tehnologije za UI-ju za



individualne konstruktore [25], kao i u kontekstu timova, evidentna je potreba za sveobuhvatnim pristupom koji bi doveo do boljeg razumijevanja njezinog utjecaja u kontekstu suradničkih CAD aktivnosti.

Stoga je predloženo istraživanje usmjereno na dublje razumijevanje područja sinkronih suradničkih aktivnosti u CAD-u, s posebnim osvrtom na integraciju pomoćne tehnologije za UI-ju. U tom kontekstu suradničke aktivnosti u CAD-u uz podršku pomoćne tehnologije za UI-ju obuhvaćaju korištenje suradničkog CAD-a kao ključnog alata za konstruiranje, unutar čijih radnih procesa je integrirana navedena tehnologija. Iako postojeća istraživanja u CAD aktivnostima [23], [24], [26] primjenjuju pomoćnu tehnologiju za UI-ju na različite načine, cilj ovog istraživanja jest istražiti kako reaktivna pomoćna tehnologija za UI-ju utječu na aktivnosti suradničkog CAD-a. Stoga ovo istraživanje ima za cilj razvoj teorijskog modela kojim će prikazati utjecaj pomoćne tehnologije za UI-ju na suradničke aktivnosti u CAD-u, kao i metodologiju koja će omogućiti mjerenje te kvantifikaciju tog utjecaja. Fokus istraživanja će biti na identifikaciji i razumijevanju različitih čimbenika na koje utječe pomoćna tehnologija za UI-ju, te kako identificirani čimbenici utječu na konstruktore u suradničkom CAD okruženju. Razvijeni model i metodologija će na taj način pridonijeti boljem razumijevanju uloge tehnologija umjetne inteligencije u unapređenju ključnih elemenata sinkronog rada u suradničkim CAD okruženjima.

### **Cilj i hipoteze istraživanja** (preporučeno 700 znakova s praznim mjestima)

Ciljevi istraživanja su:

1. Razvoj teorijskog modela za bolje razumijevanje utjecaja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na ključne aspekte (poput učinkovitosti, točnosti, kreativnosti ili procesa učenja) sinkronih suradničkih aktivnosti računalom potpomognutoga konstruiranja.
2. Razvoj nove metode za mjerenje utjecaja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na sinkrone suradničke aktivnosti u računalom potpomognutom konstruiranju.
3. Validacija uloge pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju u unaprjeđivanju sinkronih suradničkih aktivnosti računalom potpomognutog konstruiranja, s naglaskom na metrike razvijene metode.

Hipoteza istraživanja glasi:

Integracija pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju rezultira mjerljivim poboljšanjima ključnih aspekata sinkronih aktivnosti u suradničkom računalom potpomognutom konstruiranju.

### **Materijal, ispitanici, metodologija i plan istraživanja** (preporučeno 6500 znakova s praznim mjestima)

Svrha ovog istraživanja je procjena utjecaja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju u suradničkim aktivnostima računalom potpomognutoga konstruiranja (suradnički CAD), adresirajući nedostatak relevantnih istraživanja za razumijevanje tog utjecaja te načina na koji ga izmjeriti i kvantificirati. Preuvjet za isto jest teorijsko razumijevanje sinkronih aktivnosti u suradničkom CAD-u, njihovih elemenata te načina na koji provesti njihovo vrednovanje, usredotočujući se na utjecaj pomoćne tehnologije za UI-ju. Istraživanje će integrirati opću metodologiju istraživanja u području znanosti o konstruiranju (*eng. Design Research Methodology*) [27], okvir istraživanja u znanosti o konstruiranju (*eng. Design Science Research framework*) [28], te načela eksperimentalnog istraživanja u znanosti o konstruiranju (*eng. Experimental Design Research*) [29], organiziranih u četiri glavne faze: definiranje istraživačkih zahtjeva, deskriptivna studija I (koja obuhvaća pregled literature i preliminarne empirijske studije), preskriptivna studija (koja predlaže teorijski model i metodu) te deskriptivna studija II (koja validira razvijeni teorijski model i metodu).

#### Definiranje istraživačkih zahtjeva

Početna faza koja ima za cilj definiranje istraživačkih zahtjeva uključuje pregled literature vezane uz sinkrone suradničke CAD aktivnosti te, u okviru tog konteksta, korištenje pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju. Ova faza je ključna za stjecanje sveobuhvatnog razumijevanja trenutnog stanja istraživačkih dostignuća u navedenim područjima, što ima za cilj identifikaciju nedostataka postojećih istraživanja. Pregled postojeće literature primarno je usmjeren na uspostavljanje teorijske osnove u domenama suradničkog konstruiranja, suradničkih sinkronih CAD aktivnosti te pomoćne tehnologije za UI-ju. Pritom se u obzir uzimaju različite postojeće teorije, modeli te koncepti koji su relevantni za spomenuti kontekst. Glavni naglasak ove faze je na konceptualizaciji i operacionalizaciji



suradničkih CAD aktivnosti, identificirajući njihove ključne elemente te čimbenike koji utječu na spomenute aktivnosti. Uz navedeno, naglasak je i na prepoznavanju postojećih metoda te alata za analizu tih fenomena. Sveobuhvatni pregled, koji uključuje eksperimentalne okvire, smjernice i protokole iz različitih disciplina poput inženjerstva, psihologije, interakcije između čovjeka i umjetne inteligencije te interakcije čovjeka s računalom (HCI), ključan je za postavljanje istraživačkih ciljeva, pitanja i hipoteza.

#### Deskriptivna studija I

Deskriptivna studijom I proširuje se znanje stečeno pregledom literature u okviru prve faze istraživanja kojom su definirani istraživački zahtjevi. Cilj ove druge faze je produbljivanje razumijevanja do sada stečenog znanja istraživanjem uže specijalizirane literature te provođenjem preliminarnih eksperimentalnih studija. Svrha je dodatno potvrditi primjenu pomoćne tehnologije za UI-ju u sinkronim suradničkim CAD aktivnostima te identificirati faktore na koje ona utječe. Ova faza također uključuje ocjenu prikladnosti različitih metrika, metoda, metodologija i alata za mjerenje utjecaja pomoćne tehnologije za UI-ju u sinkronim suradničkim CAD aktivnostima. Pritom će se koristiti kombinacija kvantitativnih i kvalitativnih istraživačkih metoda, uključujući subjektivne elemente poput ljestvica samoprocjene, upitnika za samoprocjenu i intervjuja, kao i pristupa povezanih s izvedbom aktivnosti poput analize CAD log datoteka, strategija modeliranja u CAD-u, stupnja iskorištavanja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju te vremena potrebnog za izvršenje zadatka. Nadalje, preliminarna eksperimentalna istraživanja će se provesti na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu (FSB) Sveučilišta u Zagrebu, koristeći dostupnu opremu Katedre za konstruiranje i razvoj proizvoda (CADLab), a u eksperimentalnim studijama će sudjelovati studenti i stručnjaci iz industrije, te na taj način pružiti sveobuhvatan pogled koji uzima u obzir različite razine stručnosti te znanja pojedinaca uključenih u istraživanje.

#### Preskriptivna studija

Treća faza istraživačke metodologije nadovezuje se na spoznaje stečene u Deskriptivnoj fazi I. U ovoj fazi, naglasak je na razvoju teorijskog modela kojim će se istražiti utjecaj pomoćne tehnologije za UI-ju na sinkrone suradničke CAD aktivnosti. Model će odražavati trenutno teorijsko razumijevanje i znanje u području, uključujući ključne elemente te utjecajne čimbenike. Poslužiti će kao osnova za razvoj metode mjerenja i mogućih načina unaprjeđenja utjecaja pomoćne tehnologije za UI-ju na sinkrone suradničke CAD aktivnosti. Osim toga, model i metoda bit će ključni za ocjenu utjecaja pomoćne tehnologije za UI-ju u unaprjeđenju sinkronih suradničkih CAD aktivnosti u sljedećoj fazi istraživanja. Nadalje, teorijsko razumijevanje trenutne situacije koristit će se kao osnova za razvoj eksperimentalnih studija kojima će se validirati razvijeni model te metoda. Definiranje eksperimentalnih studija uključivat će definiranje eksperimentalnih uvjeta te primjenu postojećih okvira za prikupljanje, obradu te analizu podataka. To uključuje, na primjer, MUCAD-CLF okvir [8] za analizu elemenata svojstvenih samom CAD-u ili postojećih metoda za analizu elemenata svojstvenih suradnji pojedinaca, kao što su koordinacija i komunikacija [30].

#### Deskriptivna studija II

Deskriptivna studija II, odnosno završna faza metodologije istraživanja, usmjerena je na validaciju teorijskog modela kroz eksperimentalne studije koja ima za cilj istražiti odnos između korištenja pomoćne tehnologije za UI-ju i suradničkog CAD-a. Validacija, također, uključuje i kontroliranje utjecajnih čimbenika te analizu njihovih učinaka na spomenute fenomene. Spoznaje dobivene u ovoj fazi bit će od ključne važnosti za ocjenu utjecaja pomoćne tehnologije za UI-ju na suradničke CAD aktivnosti. Osim validacije teorijskog modela, ova faza obuhvaća i testiranje razvijene metode te procjenu učinaka identificiranih utjecajnih čimbenika. Rezultati validacije pružit će uvid u prednosti i ograničenja predložene metode, otvarajući mogućnosti za njeno daljnje unapređenje. Također, validacija učinaka utjecajnih čimbenika omogućit će utvrđivanje može li razvijena metoda pridonijeti boljem razumijevanju utjecaja pomoćne tehnologije za UI-ju na suradničke CAD aktivnosti. Krajnji cilj ove faze jest potvrditi ili opovrgnuti glavnu istraživačku hipotezu uspoređujući dobivene rezultate s empirijskim podacima prisutnim u relevantnoj istraživačkoj literaturi te identificirajući ključne aspekte u kontekstu pomoćne tehnologije za UI-ju u sinkronim suradničkim CAD aktivnostima. U konačnici, rezultati i skupovi podataka dobiveni u okviru ovog istraživanja mogu se nadalje analizirati primjenom metoda umjetne inteligencije, kao što su strojno ili duboko učenje, podržavajući tako automatizaciju izvođenja suradničkih CAD aktivnosti.

#### **Očekivani znanstveni doprinos predloženog istraživanja** (preporučeno 500 znakova s praznim mjestima)

Znanstveni doprinosi ovog istraživanja su sljedeći:

1. Teorijski model za razumijevanje utjecaja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na ključne aspekte sinkronih suradničkih aktivnosti računalom potpomognutoga konstruiranja.



2. Metoda za mjerenje utjecaja pomoćne tehnologije za umjetnu inteligenciju na sinkrone suradničke aktivnosti računalom potpomognutoga konstruiranja.

**Popis citirane literature** (maksimalno 30 referenci)

- [1] A. Chakrabarti and L. T. M. Blessing, *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations*, 2014. doi: 10.1007/978-1-4471-6338-1.
- [2] A. K. Kamrani, "Collaborative Design Approach in Product Design and Development," in *Collaborative Engineering*, 1st ed., vol. 1, pp. 1–17, 2008, doi: 10.1007/978-0-387-47321-5\_1.
- [3] L. Wang, W. Shen, H. Xie, J. Neelamkavil, and A. Pardasani, "Collaborative conceptual design state of the art and future trends," *Computer-Aided Design*, vol. 34, no. 13, pp. 981–996, 2002, doi: 10.1016/S0010-4485(01)00157-9.
- [4] K. Cheng, M. K. Davis, X. Zhang, S. Zhou, and A. Olechowski, "In the Age of Collaboration, the Computer-Aided Design Ecosystem is Behind: An Interview Study of Distributed CAD Practice," in *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, vol. 7, no. 137, 2023, doi: 10.1145/3579613.
- [5] H. Arshad and A. Olechowski, "Paired Computer-Aided Design: The Effect of Collaboration Mode on Differences in Model Quality," in *Proceedings of the ASME 2020 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, vol.8, 2020, doi: 10.1115/DETC2020-22730.
- [6] K. Eves, J. Salmon, J. Olsen, and F. Fagergren, "A comparative analysis of computer-aided design team performance with collaboration software," *Computer Aided Design and Applications*, vol. 15, no. 4, pp. 476–487, 2018, doi: 10.1080/16864360.2017.1419649.
- [7] R. Celjak, N. Horvat, and S. Škec, "Comparing Collaborative CAD Modelling Patterns of High-Performing and Low-Performing Teams," in *Proceedings of the Design Society*, Cambridge University Press, vol.3, pp. 1007–1016, 2023, doi: 10.1017/pds.2023.101.
- [8] Y. Deng, M. Mueller, C. Rogers, and A. Olechowski, "The multi-user computer-aided design collaborative learning framework," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 51, 2022, doi: 10.1016/j.aei.2021.101446.
- [9] B. Stone, J. L. Salmon, A. I. Hepworth, E. Red, M. Killian, A. La, A. Pedersen, T. Jones, "Methods for determining the optimal number of simultaneous contributors for multi-user CAD parts," *Computer-Aided Design and Applications*, vol. 14, no. 5, pp. 610–621, 2017, doi: 10.1080/16864360.2016.1273578.
- [10] V. Phadnis, H. Arshad, D. Wallace, and A. Olechowski, "Are two heads better than one for computer-aided design?," *Journal of Mechanical Design*, vol. 143, no. 7, 2021, doi: 10.1115/1.4050734.
- [11] B. Stone, J. Salmon, K. Eves, M. Killian, L. Wright, J. Oldroyd, S. Gorrell, M. C. Richey, "A multi-user computer-aided design competition: Experimental findings and analysis of team-member dynamics," *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, vol. 17, no. 3, 2017, doi: 10.1115/1.4035674.
- [12] Y. Deng, T. Marion, and A. Olechowski, "Does Synchronous Collaboration Improve Collaborative Computer-Aided Design Output: Results from a Large-Scale Competition," in *Proceedings of the ASME 2022 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, vol.6, 2022. doi: 10.1115/DETC2022-89731.
- [13] M. Dinar, J. D. Summers, J. Shah, and Y. S. Park, "Experimental design research: Approaches, perspectives, applications," in P. Cash, T. Stanković, M. Štorga, *Experimental Design Research: Approaches, Perspectives, Applications*, Springer International Publishing, 2016, pp. 13–39. doi: 10.1007/978-3-319-33781-4.
- [14] C. Zhang, Y. P. Kwon, J. Kramer, E. Kim, and A. M. Agogino, "Deep Learning for Design in Concept Clustering," in *Proceedings of*



the ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, vol.1, 2017. doi: 10.1115/DETC2017-68352.

[15] G. Vasantha, D. Purves, J. Quigley, J. Corney, A. Sherlock, and G. Randika, "Common Design Structures and Substitutable Feature Discovery in CAD Databases," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 48, 2021, doi: 10.1016/j.aei.2021.101261.

[16] A. Kaplan and M. Haenlein, "Siri, Siri, in My Hand: Who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations, and Implications of Artificial Intelligence," *Business Horizons*, vol. 62, no. 1., pp. 15–25, 2019. doi: 10.1016/j.bushor.2018.08.004.

[17] Y. K. Dwivedi et al., "Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy," *International Journal of Information Management*, vol. 57, 2021, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002.

[18] S. De Peuter, A. Oulasvirta, and S. Kaski, "Toward AI Assistants That Let Designers Design," *AI Magazine*, vol. 44, no. 1, pp. 85–96, 2023, doi: 10.1002/aaai.12077.

[19] C. McComb, P. Boatwright, and J. Cagan, "Focus and Modality: Defining a Roadmap to Future AI-Human Teaming in Design," in *Proceedings of the Design Society*, Cambridge University Press, vol.3, pp. 1905–1913, 2023, doi: 10.1017/pds.2023.191.

[20] A. Maedche et al., "AI-Based Digital Assistants: Opportunities, Threats, and Research Perspectives," *Business and Information Systems Engineering*, vol. 61, no. 4, pp. 535–544, 2019, doi: 10.1007/s12599-019-00600-8.

[21] A. Maedche, S. Morana, S. Schacht, D. Werth, and J. Krumeich, "Advanced User Assistance Systems," *Business and Information Systems Engineering*, vol. 58, no. 5, pp. 367–370, 2016, doi: 10.1007/s12599-016-0444-2.

[22] T. Maier, N. F. Soria Zurita, E. Starkey, D. Spillane, C. McComb, and J. Menold, "Comparing Human and Cognitive Assistant Facilitated Brainstorming Sessions," *Journal of Engineering Design*, vol. 33, no. 4, pp. 259–283, 2022, doi: 10.1080/09544828.2022.2032623.

[23] B. Song, N. F. Soria Zurita, H. Nolte, H. Singh, J. Cagan, and C. McComb, "When Faced with Increasing Complexity: The Effectiveness of Artificial Intelligence Assistance for Drone Design," *Journal of Mechanical Design*, vol. 144, no. 2, 2022, doi: 10.1115/1.4051871.

[24] G. Zhang, A. Raina, J. Cagan, and C. McComb, "A Cautionary Tale About the Impact of AI on Human Design Teams," *Design Studies*, vol. 72, 2021, doi: 10.1016/j.destud.2021.100990.

[25] A. Raina, C. McComb, and J. Cagan, "Learning to Design from Humans: Imitating Human Designers through Deep Learning," in *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*, 2019, doi: 10.1115/1.4044256.

[26] J. T. Gyory et al., "Human Versus Artificial Intelligence: A Data-Driven Approach to Real-Time Process Management During Complex Engineering Design," *Journal of Mechanical Design*, vol. 144, no. 2, 2022, doi: 10.1115/1.4052488.

[27] L. T. M. Blessing and A. Chakrabarti, *DRM, a design research methodology*, 2009. doi: 10.1007/978-1-84882-587-1.

[28] A. R. Hevner, "A Three Cycle View of Design Science Research," *Scandinavian Journal of Information Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 87–92, 2007

[29] P. Cash, T. Stanković, and M. Štorga, *Experimental design research: Approaches, Perspectives, Applications*, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-33781-4.

[30] J. A. Espinosa, F. J. Lerch, and R. E. Kraut, "Explicit versus Implicit Coordination Mechanisms and Task Dependencies: One Size does not Fit All.," in *Team cognition: Understanding the factors that drive process and performance.*, American Psychological Association, pp. 107–129, 2005, doi: 10.1037/10690-006.

**Procjena ukupnih troškova predloženog istraživanja (u €)**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

DR.SC.-01 Prijava teme doktorskog rada

Obrazac je napravljen pomoću sustava OBAD

50000		
<b>Predloženi izvori financiranja istraživanja</b>		
<b>Nacionalno financiranje</b>	Naziv projekta	Sredstva DATA-MATION projekta (Hrvatska zaklada za znanost)
	Voditelj projekta	Prof. dr. sc Mario Štorga
	Potpis	
<b>Međunarodno financiranje</b>	Naziv projekta	Sredstva DETAILLs projekta (ERASMUS)
	Voditelj projekta	Prof. dr. sc Mario Štorga
	Potpis	
<b>Ostale vrste projekata</b>	Naziv projekta	Sredstva Katedre za konstruiranje i razvoj proizvoda, FSB (suradnja s privredom, organizacija međunarodne konferencije DESIGN)
	Voditelj projekta	Prof. dr. sc Mario Štorga
	Potpis	
<b>Samostalno financiranje</b>	Erasmus+ stručna praksa (prijava kandidata)	
<b>Sjednica Etičkog povjerenstva na kojoj je odobren prijedlog istraživanja</b> (navesti samo ako je potrebno)		
<b>Suglasnost predloženog mentora i doktoranda s prijavom teme</b>		
Odgovorno izjavljujem da sam suglasan s temom koja se prijavljuje.		
Potpis _____ prof. dr. sc. Mario Štorga		
Potpis _____ Jelena Šklebar, mag. ing. mech.		
<b>IZJAVA</b>		
Odgovorno izjavljujem da nisam prijavila/o doktorski rad s istovjetnom temom ni na jednom drugom sveučilištu. (Nije obavezno u slučaju dvojnog doktorata - Cotutelle de these)		
U Zagrebu, 11.12.2023.		
Potpis _____ Jelena Šklebar, mag. ing. mech.		